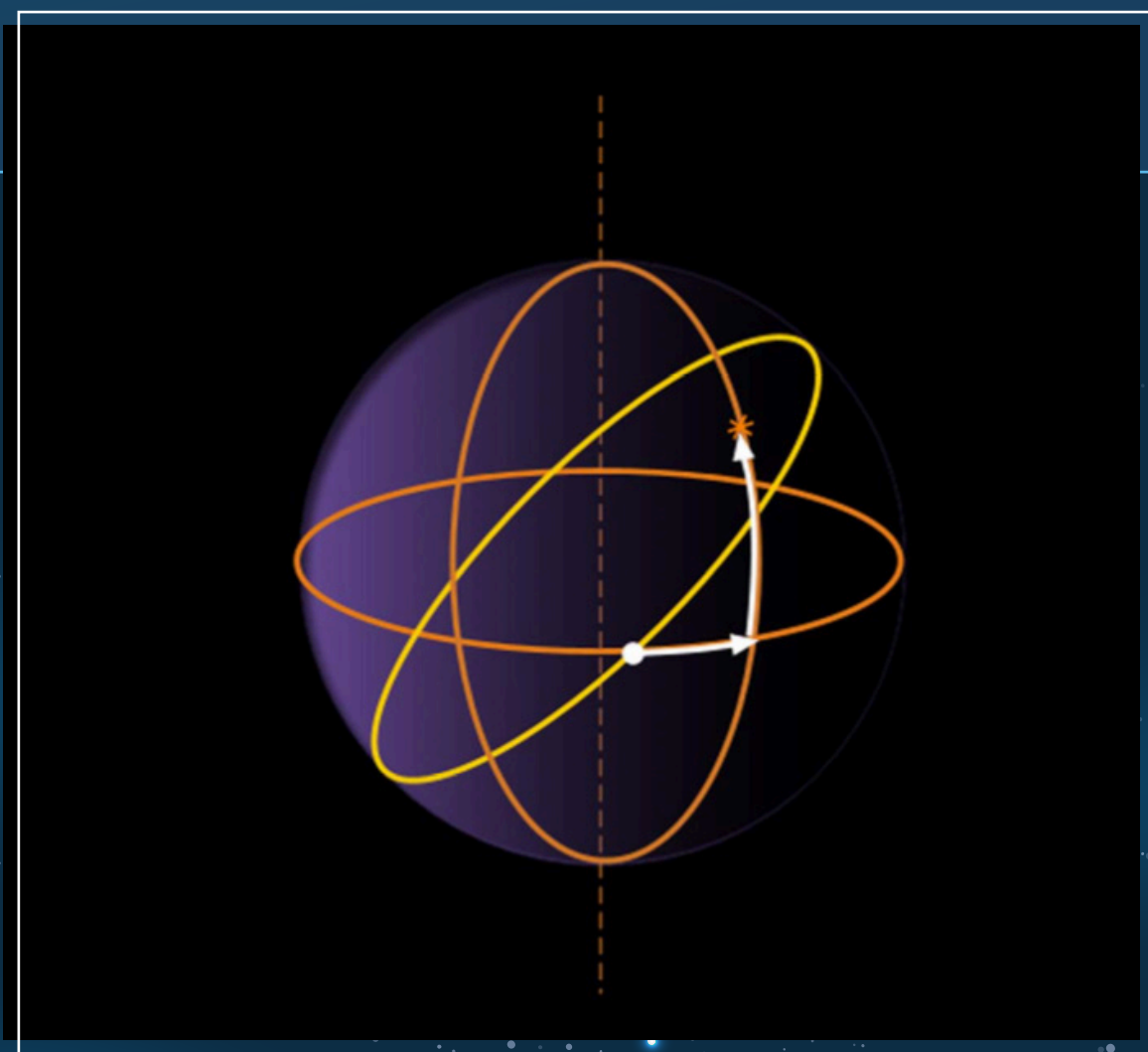


LA ESFERA CELESTE Y LA OBSERVACIÓN A SIMPLE VISTA



RESUMEN

En esta unidad se introducen los conceptos de esfera y coordenadas celestes para facilitar la comprensión del movimiento diurno de los astros, a la vez que se propone la construcción de instrumentos sencillos para la observación astronómica. Se acaba la unidad con la descripción del planisferio y la observación del cielo a simple vista.

CONTENIDOS

1. Coordenadas geográficas
Definiciones y ejercicios
2. La esfera celeste, coordenadas ecuatoriales
Definiciones, ejercicios y trabajo complementario
3. Cruceta, cuadrante y coordenadas horizontales
Construcción de la cruceta y el cuadrante
Ejercicios. Observación con la cruceta y el cuadrante
Definición y ejercicios de coordenadas horizontales
4. Planisferio
Explicación, utilización y ejercicios de clase
5. Cielo nocturno, observación a simple vista
Observaciones
En otro lugar de la Tierra
Observaciones avanzadas

NIVEL

Segundo ciclo de ESO y Bachillerato

REFERENCIA

L'astronomia a les aules. Manual didàctic per a educació primària i secundària www.astronomia2009.cat/bin/view/Main/Recursos#Manual_did_ctic_L_astronomia_a_l

AUTORES

Carme Jordi (*Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Barcelona*)

Robert Estalella (*Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Barcelona*)

LA ESFERA CELESTE Y LA OBSERVACIÓN A SIMPLE VISTA

Introducción

De la misma manera que situamos los distintos puntos de la Tierra mediante unas coordenadas, los distintos puntos del cielo también tienen unas coordenadas. Esto permite orientarnos, predecir las posiciones de las estrellas y planetas en diferentes horas del día, días del año y según nuestro lugar de observación.

Con estos ejercicios que proponemos, tenemos como objetivo general aprender a situar objetos en el cielo por coordenadas, reconocer las estrellas con la utilización de un planisferio y entender el movimiento diurno de los astros.

Metodología:

1. Introducción de coordenadas geográficas.
2. Introducción de la esfera celeste y las coordenadas ecuatoriales.
3. Introducción de coordenadas horizontales con la cruceta y el cuadrante.
4. Utilización de un planisferio.
5. Observación a simple vista.

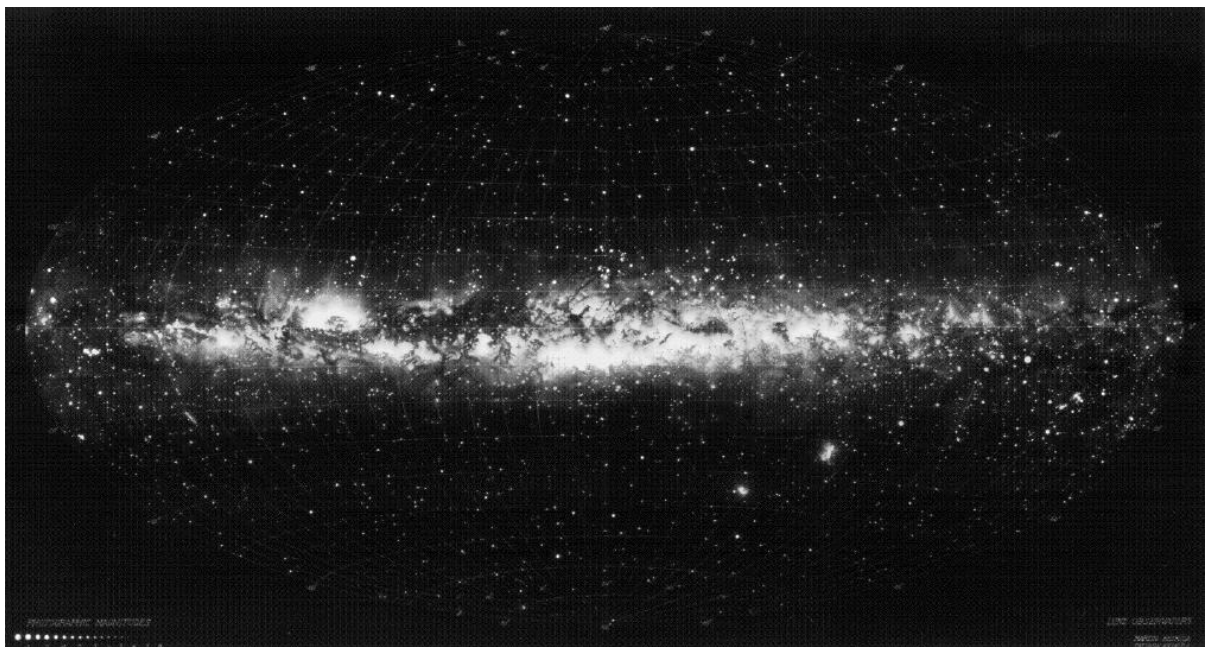


Imagen del cielo completo con la gran concentración de estrellas en el disco galáctico. A simple vista lo vemos como una franja nebulosa que llamamos Vía Láctea. Copyright: Knut Lundmark, Observatorio de Lund.

1. Coordenadas geográficas

Se introducen primero las coordenadas geográficas para que el alumno se familiarice con la utilización de dos ángulos (latitud y longitud) para situar puntos sobre una esfera, en este caso sobre un globo terrestre. Se utilizan circunferencias sobre la esfera como elementos de referencia.

1.1 Objetivos

- Definición de coordenadas para situar puntos en la superficie de la Tierra.
- Familiarizarnos con los conceptos de eje, meridianos y paralelos.

1.2 Material

- Una esfera del mundo, si se dispone de ella.
- Dibujo como la figura 1.1, alternativamente.

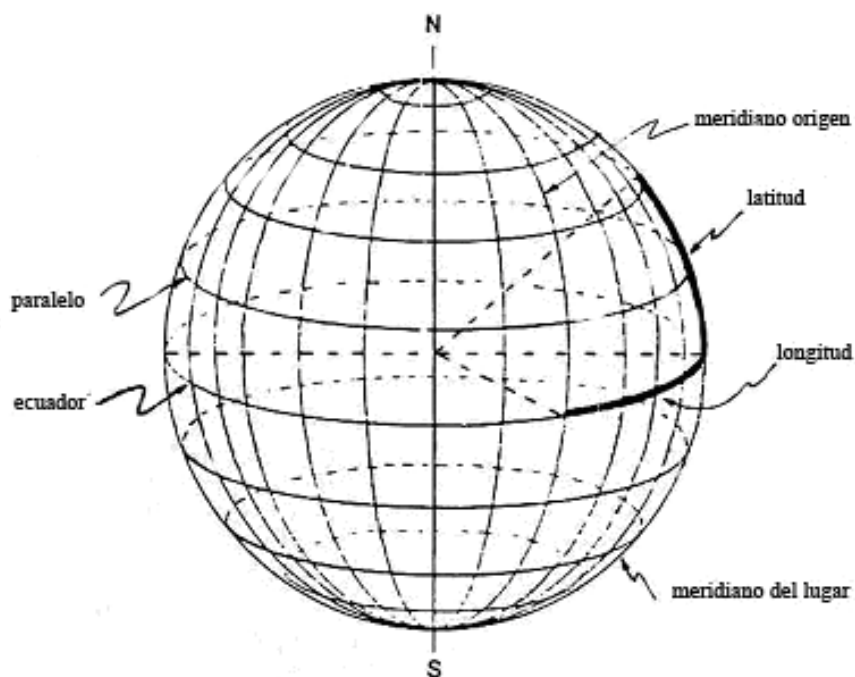


Fig. 1.1: Líneas y coordenadas sobre la Tierra.

1.3 Definiciones

- *Eje de rotación*: eje imaginario que atraviesa la Tierra, en torno al cual gira.
- *Polos*: intersecciones del eje de rotación con la superficie terrestre.
- *Ecuador*: circunferencia máxima, perpendicular al eje de rotación y que pasa por el centro de la Tierra.
- *Paralelos*: circunferencias menores, paralelas al ecuador.
- *Meridianos*: circunferencias máximas que pasan por los dos polos.
- *Meridiano del lugar*: el meridiano que pasa por un lugar determinado.
- *Meridiano origen*: el que se toma como referencia (generalmente se toma el que pasa por la ciudad inglesa de Greenwich).
- *Latitud (λ)*: ángulo sobre el meridiano del lugar desde el ecuador hasta el punto considerado. Positiva hacia el norte y negativa hacia el sur.
- *Longitud (Φ)*: ángulo sobre el ecuador desde el meridiano origen hasta el meridiano del lugar. Positiva hacia el este y negativa hacia el oeste.

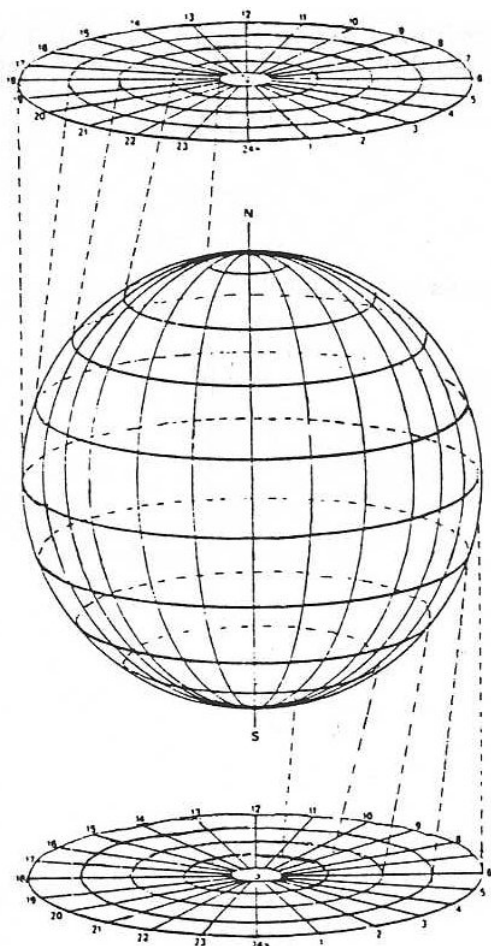


Fig. 1.2 Proyección de la Tierra sobre planos.

1.4 Ejercicios

- Situar en un mapa como el de la figura 1.3 el meridiano origen y numerar los meridianos de 10° en 10° .
- Identificar el ecuador y numerar los paralelos de 10° en 10° .
- Situar en el mapa diferentes ciudades y montañas sabiendo sus coordenadas.
- Hacer el ejercicio al revés, y a partir de un mapa o globo terráqueo, determinar qué coordenadas tienen otras ciudades, montañas, lagos, etc.

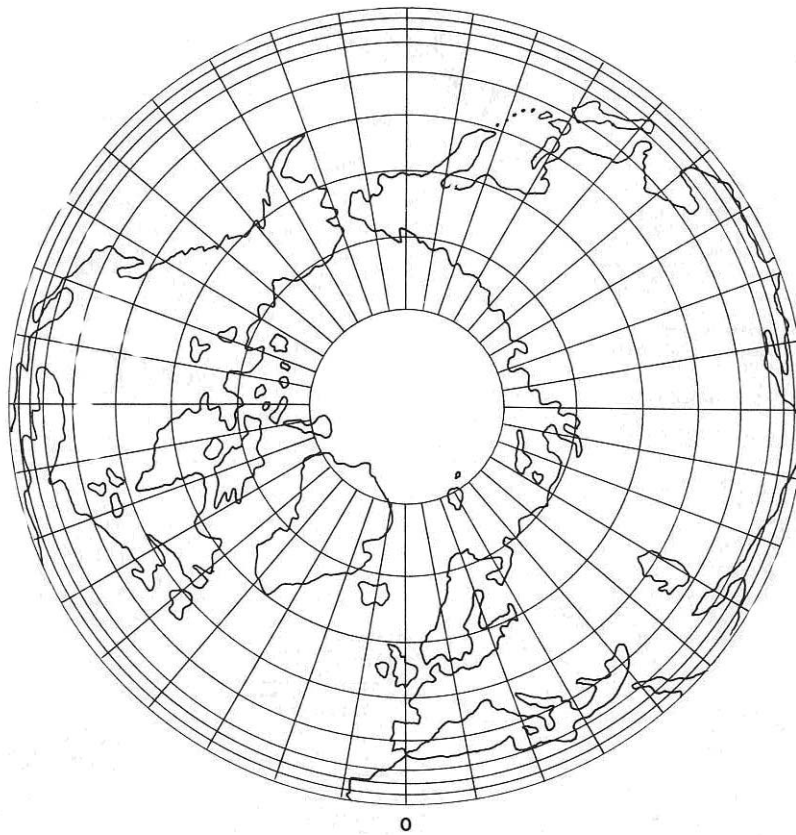


Fig. 1.3 Hemisferio Norte terrestre.

2. La esfera celeste, coordenadas ecuatoriales

Se introduce la esfera celeste como una extensión de la esfera terrestre, con circunferencias y elementos de referencia análogos. Sobre esta esfera celeste se definen las coordenadas ecuatoriales.

2.1 Objetivos

- Definir coordenadas ecuatoriales para situar un astro en el cielo.
- Trabajar el concepto de polo, meridiano y paralelo celeste.
- Construcción de un planisferio.

2.2 Material

- Planisferio (mapa del cielo).

2.3 Esfera celeste

Al observar los astros del cielo podemos apreciar las direcciones hacia donde vemos los astros, pero no podemos apreciar la distancia a la que están. Aparentemente, es como si tuviésemos una esfera (esfera celeste) que nos rodea y donde se proyectan todos los astros. Mirad la Fig. 2.1 como ilustración.

Cuidado: Hay una diferencia importante entre la esfera de la Tierra y la esfera celeste. Cuando hablamos de la esfera de la Tierra y “miramos” la Tierra, lo hacemos desde la superficie. Cuando “miramos” la esfera celeste lo estamos haciendo desde el centro de la esfera y no desde la superficie.

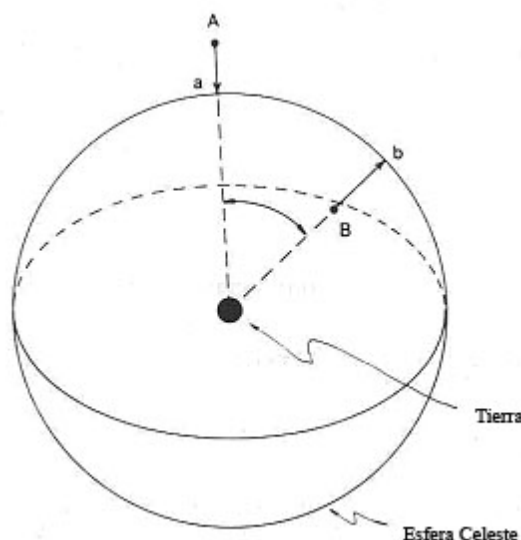


Fig. 2.1: Proyección de los astros A y B sobre la esfera de radio arbitrario.

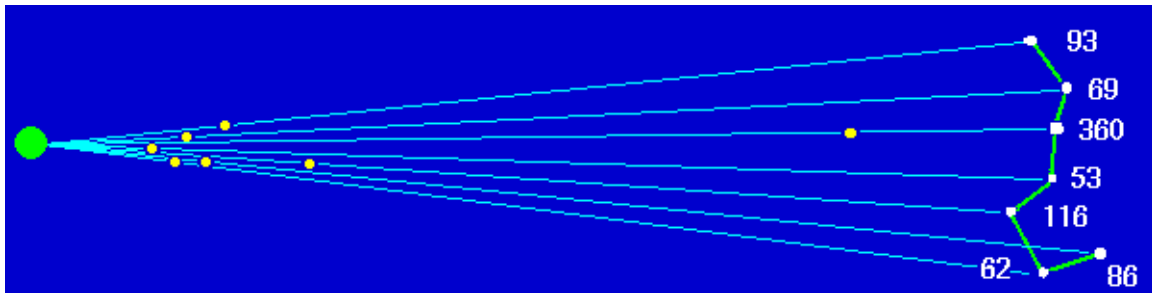


Fig. 2.2 Muestra la proyección sobre la esfera celeste de estrellas que están a distancias muy diferentes de nosotros.

Así pues, la esfera celeste es una esfera imaginaria que rodea al observador, normalmente situado sobre la Tierra. El radio de la esfera es arbitrario y, por facilidad, se toma el radio igual a 1. Las estrellas que vemos proyectadas pueden estar a distancias muy diferentes de nosotros (ver Fig. 2.2).

2.4 Líneas sobre la esfera celeste. Coordenadas ecuatoriales

Sobre esta esfera celeste podemos situar los astros análogamente a como hemos situado puntos sobre la esfera terrestre. Por eso definimos un conjunto de referencias sobre la esfera tal y como se ven en la Fig. 2.3.

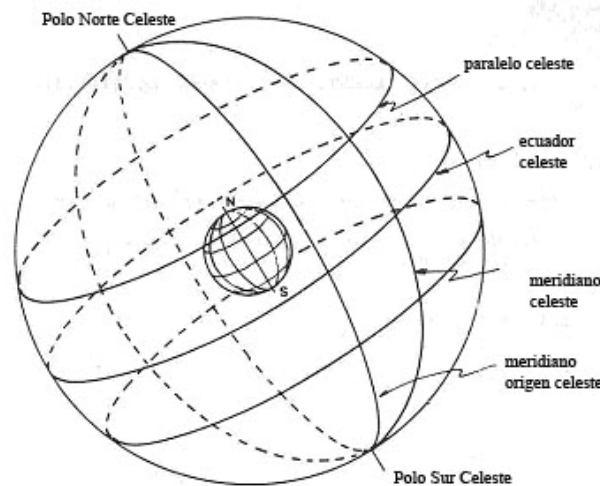


Fig. 2.3: Líneas y coordenadas en la esfera celeste.

Las definiciones son:

- *Polos celestes*: proyección de los polos terrestres sobre la esfera celeste.
- *Ecuador celeste*: Proyección del ecuador terrestre sobre la esfera celeste.

- *Paralelo celeste*: circunferencia menor, paralela al ecuador celeste (es equivalente a proyectar un paralelo terrestre).
- *Meridiano celeste*: circunferencia máxima que pasa por ambos polos celestes (es equivalente a proyectar un meridiano terrestre).
- *Punto Aries*: punto del ecuador celeste que se toma como origen de las ascensiones rectas. Conocido también como equinoccio de primavera, es el punto por donde el Sol atraviesa el ecuador celeste, alrededor del 21 de marzo. (El meridiano que pasa por el punto Aries hace el mismo papel que el meridiano origen de las coordenadas geográficas).
- *Declinación* (δ): ángulo sobre el meridiano de un astro desde el ecuador celeste hasta el astro considerado. Positiva hacia el norte, negativa hacia el sur. Se mide en grados, entre -90° y $+90^\circ$. (Es el equivalente a la latitud en las coordenadas geográficas).
- *Ascensión recta* (α): ángulo sobre el ecuador celeste desde el punto Aries hasta el meridiano celeste de un astro. Crece hacia el este. Se mide en horas, entre 0^h y 24^h . (Desempeña el mismo papel que la longitud terrestre).

Las coordenadas ecuatoriales de las estrellas no dependen de la posición del observador sobre la Tierra y no varían de forma apreciable para el ojo humano en el tiempo. Son las coordenadas que se utilizan para catalogar las posiciones de los astros.

Para tener una lista de las constelaciones y sus estrellas, podéis consultar:

- The Constellations and their Stars:
<http://www.astro.wisc.edu/~dolan/constellations/constellations.html>
- MyStarsLive.com: <http://www.mystarslive.com>

2.5 Ejercicios

1. En el mapa de la Figura 2.4:

- a) Marcad el meridiano origen celeste.
- b) Numerad los diferentes meridianos celestes de 1^h en 1^h (de hecho se trata de situar los meridianos con diferente ascensión recta).
- c) Marcad el ecuador celeste.
- d) Numerad los diferentes paralelos celestes de 10° en 10° (de hecho se trata de situar los paralelos con distinta declinación).
- e) Situa en el mapa las estrellas más brillantes de las constelaciones de Leo, Casiopea, El Cisne, Osa mayor y Orión (se puede escoger cualquier otra constelación). Buscad sus coordenadas en las direcciones web citadas.

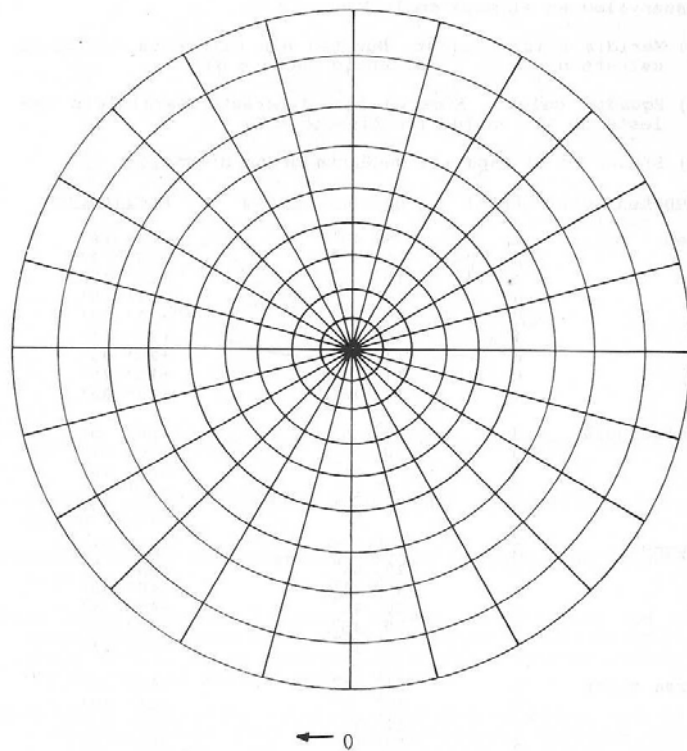


Fig. 2.4 Proyección del hemisferio norte de la esfera celeste.

Se puede pedir a los alumnos que comprueben si han situado bien las estrellas sobre el mapa. Se puede hacer de distintas maneras:

- Mirándolo en un planisferio.
- En las mismas direcciones web citadas hay dibujos de las constelaciones.
- Con guías del cielo, si se tienen a mano, como por ejemplo “Guía de campo de las estrellas y los planetas de los hemisferios norte y sur”, Edit. Omega.

2. Mirad el planisferio y escribid en una tabla las coordenadas ecuatoriales que tienen cada una de las siguientes estrellas:

β Geminorum (Pollux)	α Leonis (Regulus)
β Orionis (Rigel)	α Cygni (Deneb)
α Lyrae (Vega)	γ Orionis (Bellatrix)
α Quilae (Altair)	α Pisicis Austrini /Fomalhaut)
α Andromedae (Alpheratz)	α Centauri

2.6 Trabajo complementario

Se puede aprovechar para hablar de las constelaciones:

- Las constelaciones en la antigüedad como representaciones de figuras.
- Las 88 constelaciones modernas acordadas por la Unión Astronómica Internacional en 1929.
- Se pueden obtener imágenes artísticas de constelaciones en:

The Constellations and their Stars

<http://www.astro.wisc.edu/~dolan/constellations/constellations.html>

MyStarsLive.com

<http://www.mystarslive.com>

Heavens Above

<http://www.heavens-above.com/>

Celestial Atlas d'Alexander Jamieson

<http://aa.usno.navy.mil/library/artwork/jamieson.htm>



Representación del polo norte celeste con las constelaciones que le son propias, extraído del Celestial Atlas.

3. Cruceta, cuadrante y coordenadas horizontales

Las coordenadas horizontales son las más adecuadas para situar astros en el cielo visible para un observador, utilizando el horizonte como plano de referencia. Con dos aparatos sencillos (cruceta y cuadrante) se pueden hacer medidas de los dos ángulos que constituyen estas coordenadas.

3.1. Objetivos

- Determinar la distancia angular entre objetos terrestres y celestes.
- Introducción de las coordenadas horizontales, altura y azimut.
- Medida de la altura y azimut terrestres y celestes.
- Mejorar los resultados obtenidos haciendo la media de las observaciones. Análisis de los errores de las medidas.

3.2 Introducción

La cruceta es un instrumento sencillo para medir tamaños angulares. Utilizando una cruceta para observar el cielo, se pueden obtener precisiones equivalentes a las obtenidas por los astrónomos antes de que Galileo empezara sus observaciones con telescopio.

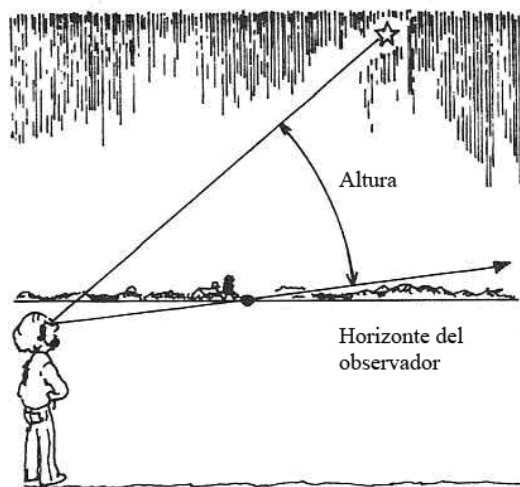


Fig. 3.1. Altura de una estrella sobre el horizonte.

El cuadrante es un instrumento para medir la altura de objetos celestes. La altura de un objeto es el ángulo entre el horizonte y el objeto. La altura de un punto en el horizonte es 0° , mientras que la del cenit, punto en la vertical de nuestra cabeza, es 90° (ver Fig. 3.1). El cuadrante que podemos construir es similar al gran cuadrante mural del astrónomo danés Tycho Brahe. Aunque el nuestro sea más pequeño y transportable, es un buen ejemplo del tipo de instrumento empleado durante siglos para observar el cielo.

3.3 Material

- Dos reglas de madera de 50-100 cm.
- Cartón para hacer la cruceta.
- Un semicírculo graduado, o cartón para hacerlo.
- Plomada y hilo para la plomada (unos 20 cm.).
- Chinchetas.

3.4 Construcción de la cruceta

La cruceta consta de dos piezas: una regla y lo que es propiamente la cruceta, que se desliza por encima de la regla. El montaje del instrumento se puede ver en la Figura 3.2.

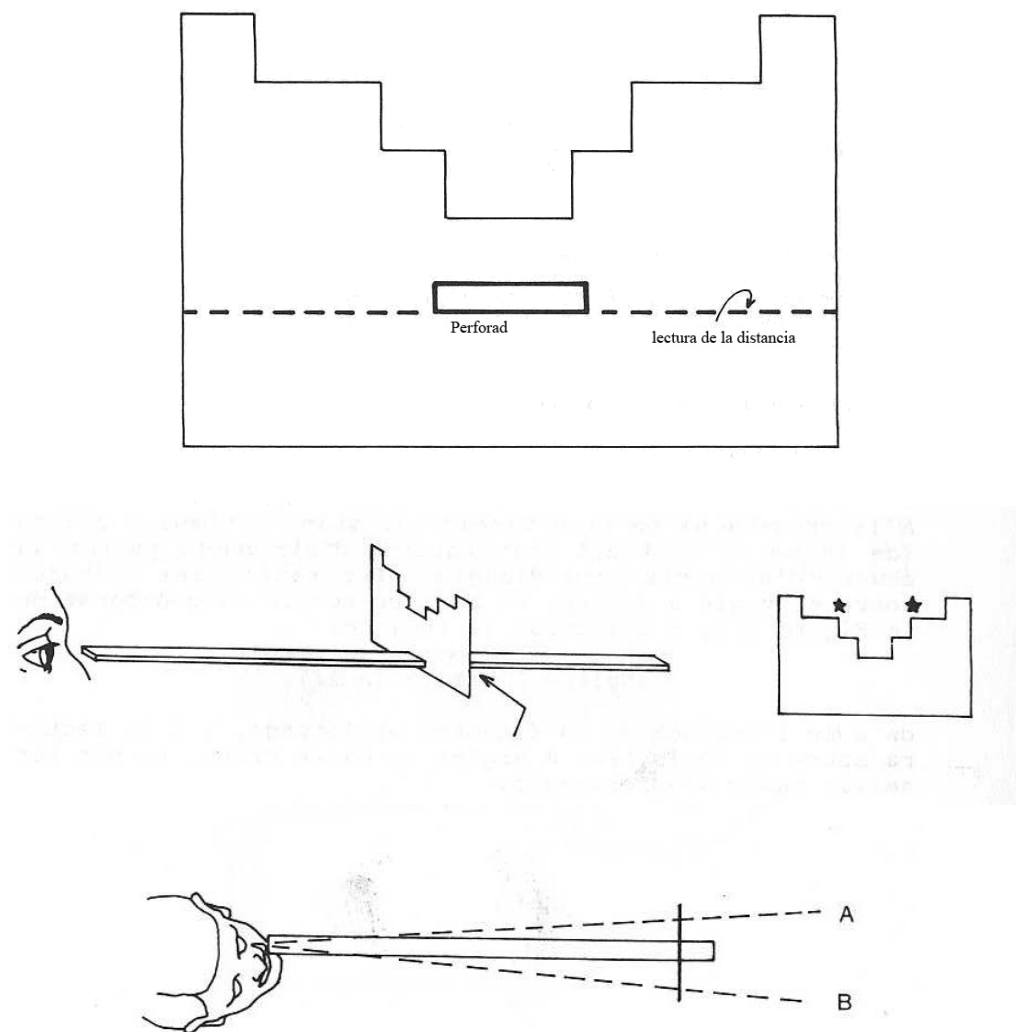


Fig. 3.2 La cruceta y su utilización.

En la cruceta hay tres ventanas: grande, mediana y pequeña, de 10, 5 y 2,5 cm., respectivamente. Esta distribución permite la medida de un amplio radio de ángulos. Para pasar las lecturas sobre la regla a ángulos, se puede utilizar el gnomógrafo de la Fig. 3.3, o utilizar la relación:

$$\text{ángulo} = 2 \arctan (a/2 L)$$

donde a es la anchura de la ventana utilizada, y L la lectura sobre la regla. Para ángulos no muy grandes, se puede utilizar también la aproximación:

$$\text{ángulo (en grados)} = 180 a / \pi L$$

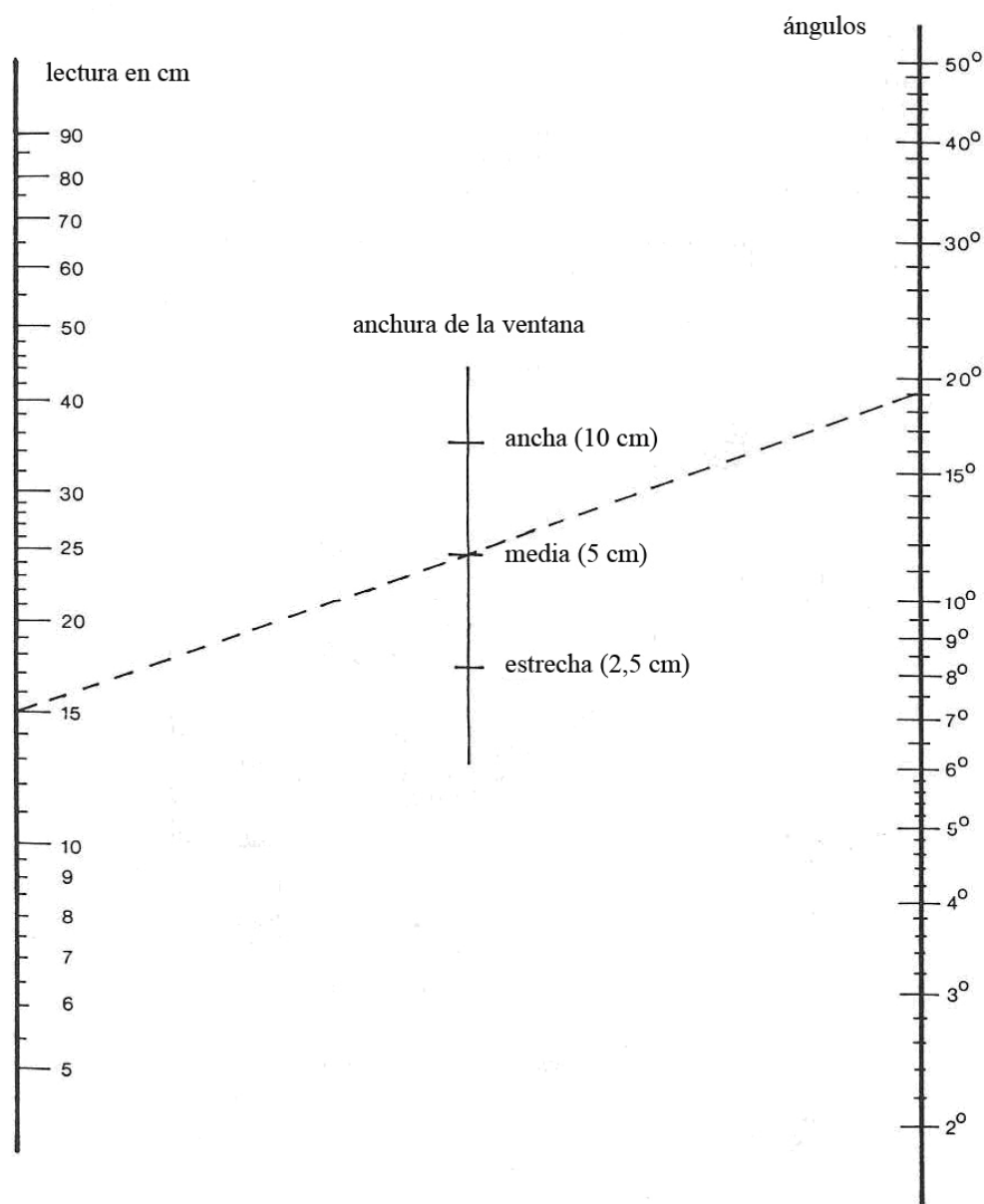


Fig. 3.3 Gnomógrafo para la cruceta.

3.5 Construcción del cuadrante

Construid un cuadrante como el de la Fig. 3.4, o utilizad un semicírculo graduado. Unidlo a una regla de unos 50 cm. Procurad que la arista del cuadrante sea perpendicular a la regla, a la cual estará fijada con chinchetas. Es necesario poner una de las chinchetas en la intersección de los ejes del cuadrante, que servirá de soporte para hilo (de pescar), que debe poderse mover libremente a su alrededor. En el extremo del hilo se debe colgar la plomada.

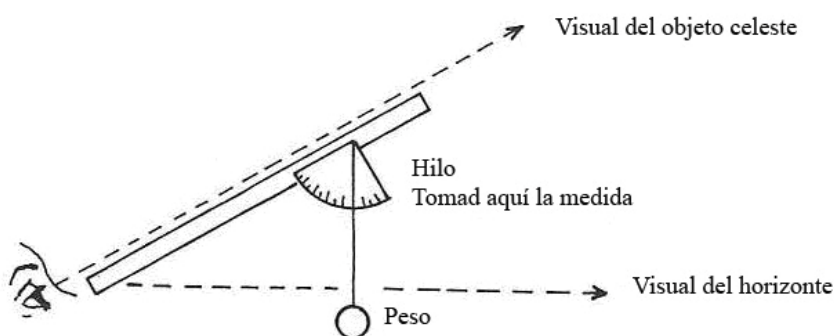


Fig. 3.4 Montaje de un cuadrante.

3.6 Ejercicios. Observaciones con la cruceta y el cuadrante

- Calculad la distancia a un objeto sabiendo su tamaño lineal y observando su tamaño angular con la cruceta.
- Medid las distancias angulares entre las estrellas de una constelación con la cruceta. Dibujad la constelación a escala sobre el papel (si se hace en papel milimetrado o simplemente cuadriculado es más fácil) a partir de las medidas, o también se puede utilizar cualquier programa gráfico de ordenador.
- Medid con el cuadrante la altura de objetos terrestres y, con la ayuda de una brújula, su azimut.
- Haced lo mismo con estrellas.

3.7 Análisis de los errores de las medidas

Se deben repetir las medidas varias veces con el fin de obtener un valor medio y una estimación del error cometido.

Si se han tomado las medidas independientemente unas de las otras habrá variaciones en los valores obtenidos. Se debe esperar que esto pase, ya que es imposible repetir exactamente la observación cada vez. ¡No se debe intentar forzar las medidas para obtener siempre el mismo resultado!

Estos errores conocidos como errores aleatorios tienden a eliminarse entre ellos, si se efectúa una serie de observaciones, y se calcula su valor medio. En general, el valor de la media está más próximo al valor verdadero que se está intentando medir que ninguna medida individual. En cambio, los errores sistemáticos tienden a hacer que la medida sea mayor o menor que su valor real, aunque se hagan medias. Son errores difíciles de detectar. Por ejemplo, si la abertura de la cruceta es más pequeña de lo que debería ser, las medidas sobre la regla serán más cortas que el valor correcto.

3.8 Coordenadas horizontales

La esfera celeste vista desde un lugar de la superficie terrestre está inclinada respecto de la vertical (salvo los polos Norte y Sur), tal y como se muestra en la Fig. 3.6. Además aparentemente esta esfera gira como muestra la Fig. 3.5, debido al movimiento de la Tierra entorno a su eje.

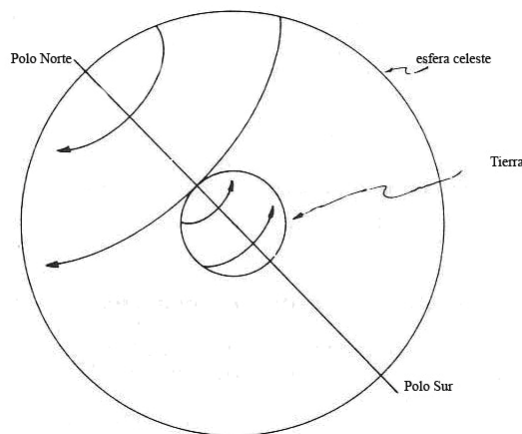


Fig. 3.5 Movimiento diurno.

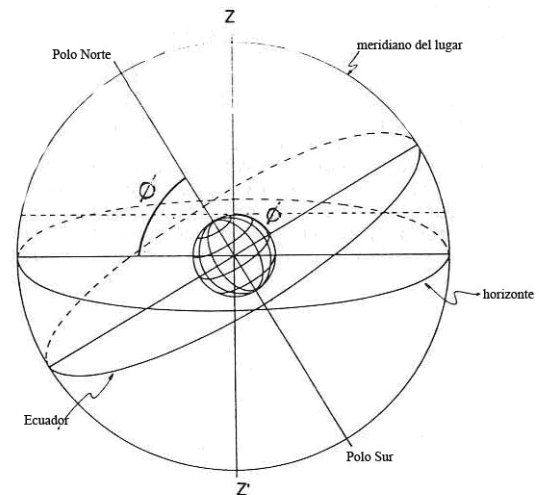


Fig. 3.6 La esfera celeste. Latitud del lugar.

Sobre esta esfera inclinada definimos nuevos ángulos y puntos de referencia. Las definiciones son:

- *Cenit y nadir*: intersecciones de la vertical que pasa por el observador con la esfera celeste. El cenit es el punto de la esfera celeste en la vertical sobre nuestras cabezas (z) y el nadir bajo nuestros pies (z').
- *Horizonte celeste*: proyección del plano horizontal que pasa por el observador sobre la esfera celeste.
- *Punto cardinal norte*: proyección del polo norte celeste sobre el horizonte. Se toma como origen de los azimuts.
- *Altura (h)*: ángulo desde el horizonte celeste hasta el astro considerado. Positiva por encima del horizonte, negativa por debajo. Se mide en grados, entre -90° y $+90^\circ$.

- *Azimut (a)*: ángulo sobre el horizonte celeste desde el punto cardinal norte hasta la proyección del astro sobre el horizonte. Crece hacia el este. Se mide en grados, entre 0° y 360° . El punto cardinal norte tiene $a=0^\circ$; el este $a=90^\circ$; el sur $a=180^\circ$, y el oeste $a=270^\circ$.

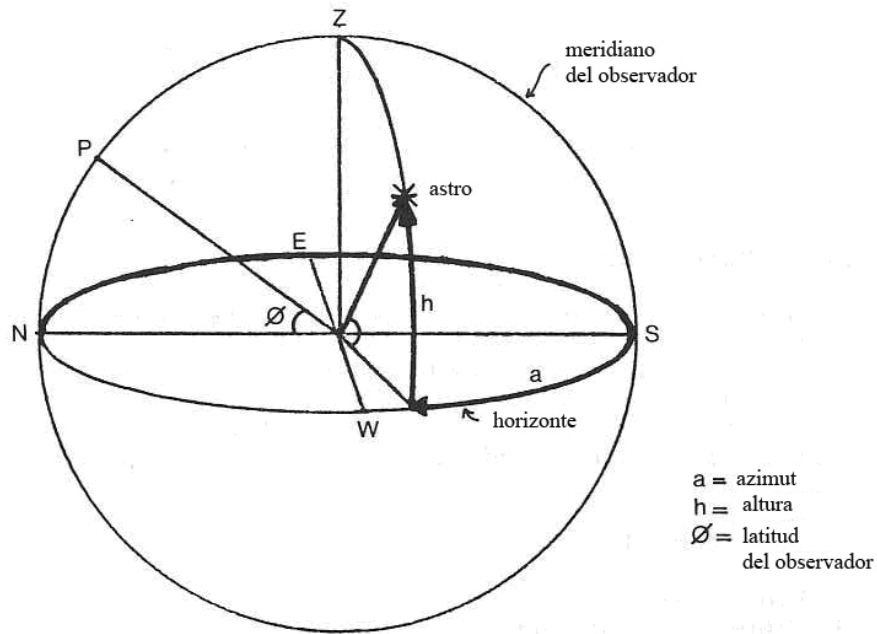


Fig. 3.7 La esfera celeste, altura y azimut.

Las coordenadas horizontales de un astro dependen de la situación del observador sobre la Tierra, y varían con el tiempo, tal y como acabamos de mencionar.

3.9 Ejercicios

- Situada sobre la Fig. 3.7 los objetos terrestres medidos en el apartado 3.6.
- Dibujad las estrellas del apartado 3.6 sobre la esfera celeste de la Fig. 3.7.

4. Planisferio

Una vez familiarizados con las coordenadas, los alumnos pueden entender el planisferio y su uso. La práctica que os proponemos incluye ejercicios en clase y ejercicios de campo.

4.1 Objetivos

- Entender la disposición de un planisferio.
- Familiarizarse con el uso del planisferio.

4.2 Material

- Planisferio (mapa del cielo). (Fig. 4.1. y 4.2.)

4.3 Explicación del planisferio

El planisferio consta de un mapa de estrellas con unos círculos graduados en la parte externa, uno con los días y meses del año, y el otro con ángulos y/u horas. El profesor debe explicar la correspondencia entre el círculo de ángulos y/u horas y la ascensión recta. El profesor debe ayudar a identificar la coordenada declinación. (Fig. 4.2.)

La segunda pieza del planisferio es un círculo de plástico (normalmente) con una ventana que deja al descubierto una parte del cielo. Esta segunda pieza puede girar sobre el mapa de estrellas, de modo que va dejando visible diferentes partes de la esfera celeste según la hora solar del día y el día del año. (Fig. 4.1.)

El planisferio permite identificar las estrellas visibles en un día y hora solar determinados, y también permite ilustrar muy fácilmente el movimiento diurno de los astros y los cambios a lo largo del año.

4.4 Utilización

- Identificad el Polo.
- Identificad las ascensiones rectas y las declinaciones.
- Identificad el horizonte, el cenit y los puntos cardinales.
- Identificad la parte del cielo visible: girar la parte móvil para hacer coincidir la hora (solar) en la parte móvil con el día y el mes en la parte fija (el mapa de estrellas). La ventana de la parte móvil muestra la esfera celeste visible.
- Identificad qué estrellas están saliendo y cuáles se están poniendo. Ilustradlo haciendo transcurrir el tiempo. Girando la parte móvil para que avancen las horas se verá cómo las estrellas en el horizonte oeste se esconden y las del horizonte este quedan al descubierto.

- Identificad qué estrellas pasan por el meridiano del observador (las que están sobre la línea norte-polo-cenit-sur). Debe enseñarse que en este momento se da la máxima distancia al horizonte, y que por tanto es cuando las estrellas están en su altura máxima.
- Mostrad que la estrella Polar siempre está en el mismo lugar del cielo (no cambia su posición respecto del horizonte).
- Identificad el círculo de la eclíptica.
- Enseñad a situar el Sol sobre el mapa de estrellas (en la intersección de la eclíptica con la línea que une el polo con el día del año en el mapa de estrellas).

4.5 Ejercicios de clase

- Determinad la hora de salida de diferentes estrellas en el día de hoy. El profesor puede escoger las que quiera de acuerdo con la época del año.
- Determinad la hora de puesta de las mismas estrellas.
- Determinad la hora de máxima altura para estas mismas estrellas. Señalad a los alumnos que está justo en medio de la hora de salida y de puesta, es decir, que la estrella tarda lo mismo para ir desde la altura máxima hasta la puesta en el oeste.
- Buscad las horas de salida y de puesta de alguna estrella cerca del Polo, por ejemplo, de la Osa Menor. Los alumnos deben darse cuenta de que, en este caso, las estrellas siempre están sobre el horizonte y que, por tanto, no salen ni se ponen. Son las estrellas *circumpolares*. Hacedles ver que a veces están más cerca del horizonte y 12 horas más tarde están a su altura máxima.
- Determinad la hora de salida de las mismas estrellas que en el primer punto, pero ahora para un día de aquí a seis meses. Mostrad al alumno que cada día la hora de salida va cambiando y que al cabo de seis meses sale con 12 horas de diferencia. Esto permite explicar que el cielo nocturno del verano y del invierno no son iguales.
- Situat el Sol sobre el planisferio de acuerdo con el día de hoy. Deducid la hora de salida, la hora de puesta y la hora de máxima altura.
- Identificad qué constelaciones están sobre el horizonte al mismo tiempo que el Sol (y por tanto no se ven en el cielo nocturno).
- Identificad qué constelaciones están sobre el horizonte cuando el Sol está debajo del horizonte (y por tanto se ven en el cielo nocturno).
- Repetid las operaciones en el supuesto de situaros seis meses más tarde. Demostrad otra vez que el cielo nocturno no es el mismo en verano que en invierno.
- Demostrad que la altura máxima del Sol sobre el horizonte es diferente según la época del año. Mostradlo para el 21 de marzo, 21 de junio, 21 de septiembre y 21 de diciembre; y podéis discutir el número de horas de luz y de oscuridad a lo largo del año (cuando el día “crece”, cuando el día “decrece”).

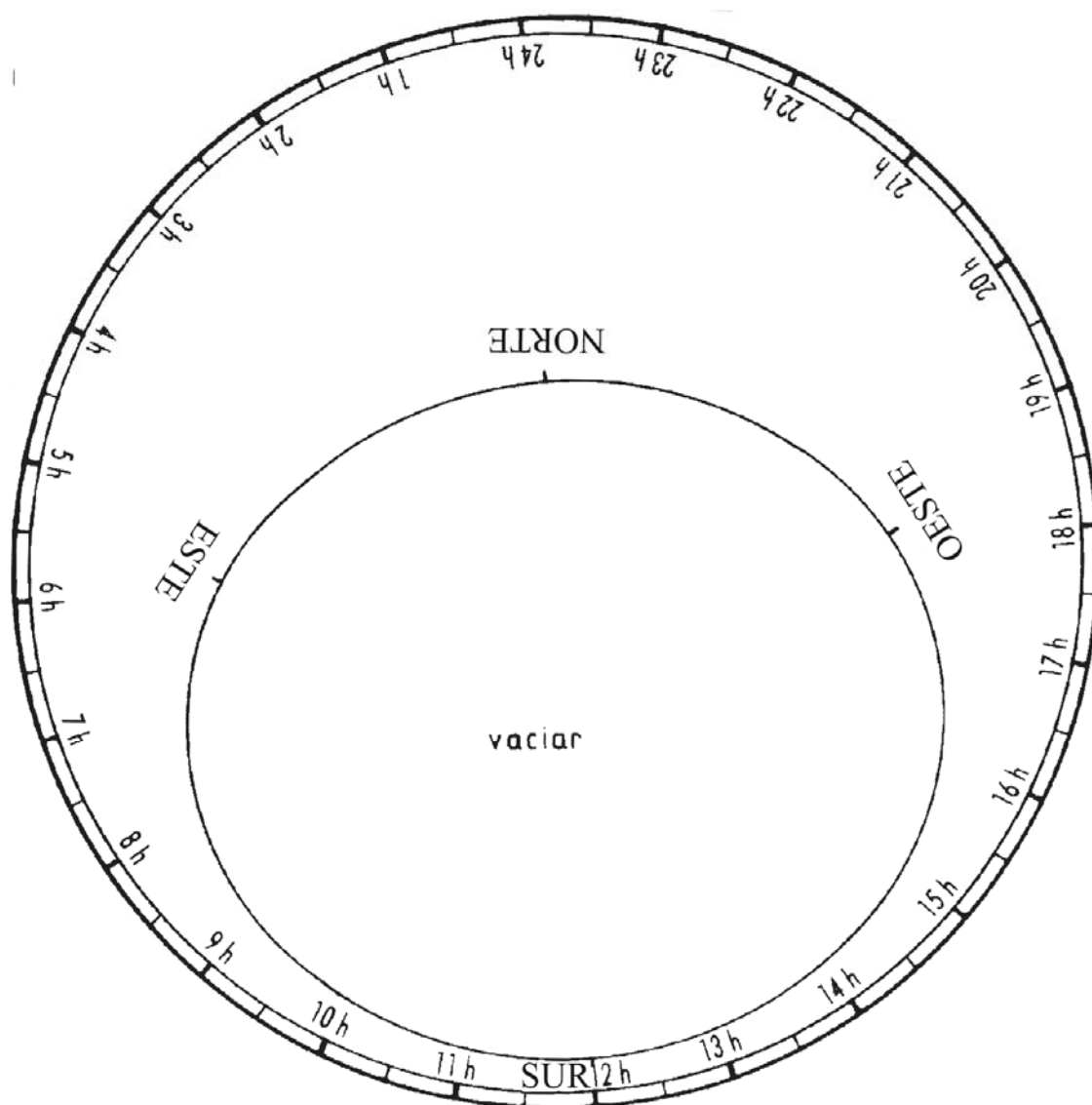


Fig 4.1. Planisferio: máscara de horizonte.



Fig.4.2. Planisferio: mapa de estrellas.

5. Cielo nocturno, observación a simple vista

Una vez familiarizados con las coordenadas y el planisferio, los alumnos son capaces de hacer observaciones a simple vista para el reconocimiento de estrellas y la medida de distancias angulares.

5.1 Objetivos

- Localizar algunos objetos celestes notables en el cielo nocturno.
- Utilizar las coordenadas horizontales (altura y azimuth).
- Medir la separación angular de estrellas situadas en constelaciones conocidas.

5.2 Material

- Planisferio.
- Cruceta y cuadrante.

5.3 Observaciones

Medida de distancias angulares: La distancia aparente entre estrellas, o entre puntos en el cielo, se da habitualmente en grados y una forma sencilla de medirla es utilizando la mano con el brazo estirado:

- La punta del índice cubre un ángulo de 1° (la Luna llena ocupa solo medio grado).
- La distancia entre puntas de dos dedos es aproximadamente igual a 5° (V de victoria).
- El puño subtiende un ángulo de unos 10° . (Fig. 5.1)
- La mano completamente extendida, desde la punta del pulgar hasta la del meñique, es aproximadamente igual a 20° . (Fig. 5.1)

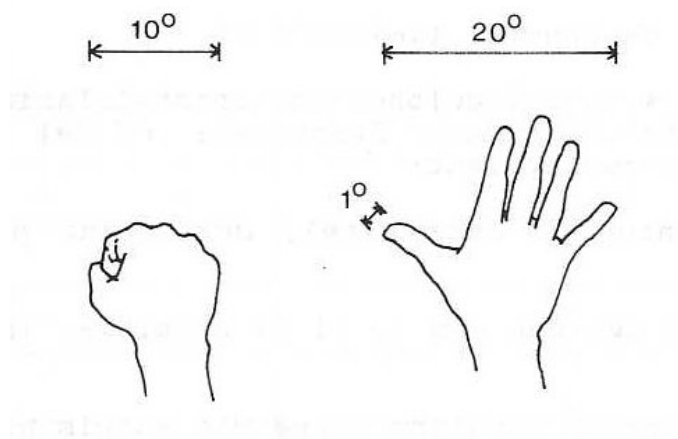


Fig. 5.1 Medida de distancias angulares con la mano.

Evidentemente, de forma más precisa, se puede medir con la cruceta.

Localización de la estrella polar: Localizad el Polo Norte celeste utilizando como referencia la Osa Mayor o Casiopea. (Fig. 5.2) [también podríais utilizar una brújula] Trazad una línea imaginaria desde la Polar hasta el horizonte, perpendicularmente al horizonte. El punto de intersección marca el origen del azimut, que se mide creciendo hacia el este. Tomad nota de esta dirección respecto de puntos destacados en el horizonte (una montaña, una antena, un edificio,...).

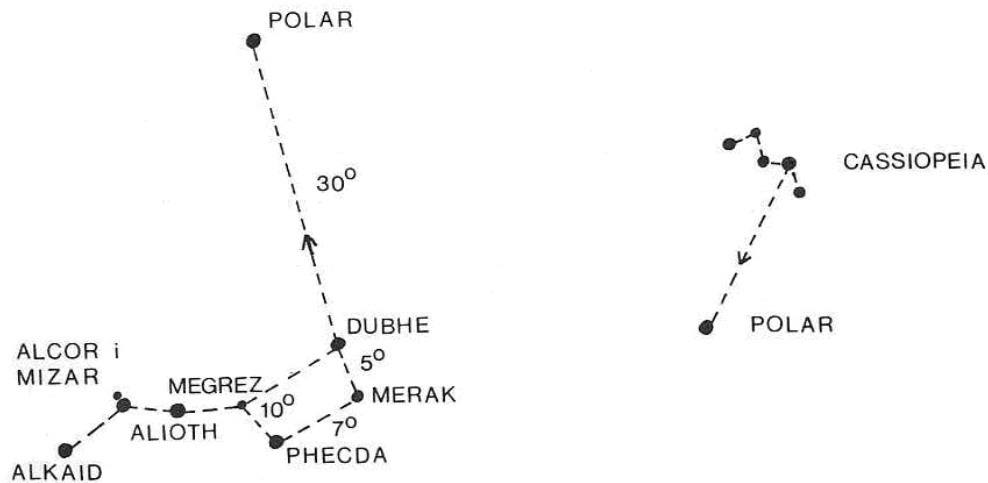


Fig. 5.2 Localización de la estrella Polar a partir de las constelaciones de la Osa Mayor (izquierda) y de Casiopea (derecha).

Observación de estrellas y constelaciones: Situada el planisferio delante vuestro y orientadlo de manera que la parte de abajo corresponda al punto cardinal respecto al que estáis encarados. Por ejemplo, si estáis encarados hacia el Sur tenéis que situar el planisferio delante vuestro, ligeramente por encima de vuestra cabeza, de modo que la etiqueta “Sur” de la parte móvil del planisferio os quede en la parte más baja y la etiqueta “norte” os quede en la parte más alta.

- Identificad alguna constelación en el planisferio que sea visible y medid la altura y el azimut de alguna de sus estrellas con la cruceta y el cuadrante.
- Hacedlo también con las estrellas que estén cerca del horizonte este o oeste.
- Mirad hacia el horizonte norte e identificad alguna estrella que esté muy cerca del horizonte.
- Identificad figuras en el cielo (triángulos, rectángulos,...) que os sirvan para reconocer mejor las estrellas del cielo con las que tenéis en el planisferio. Como ejemplo tenéis la Fig. 5.3.

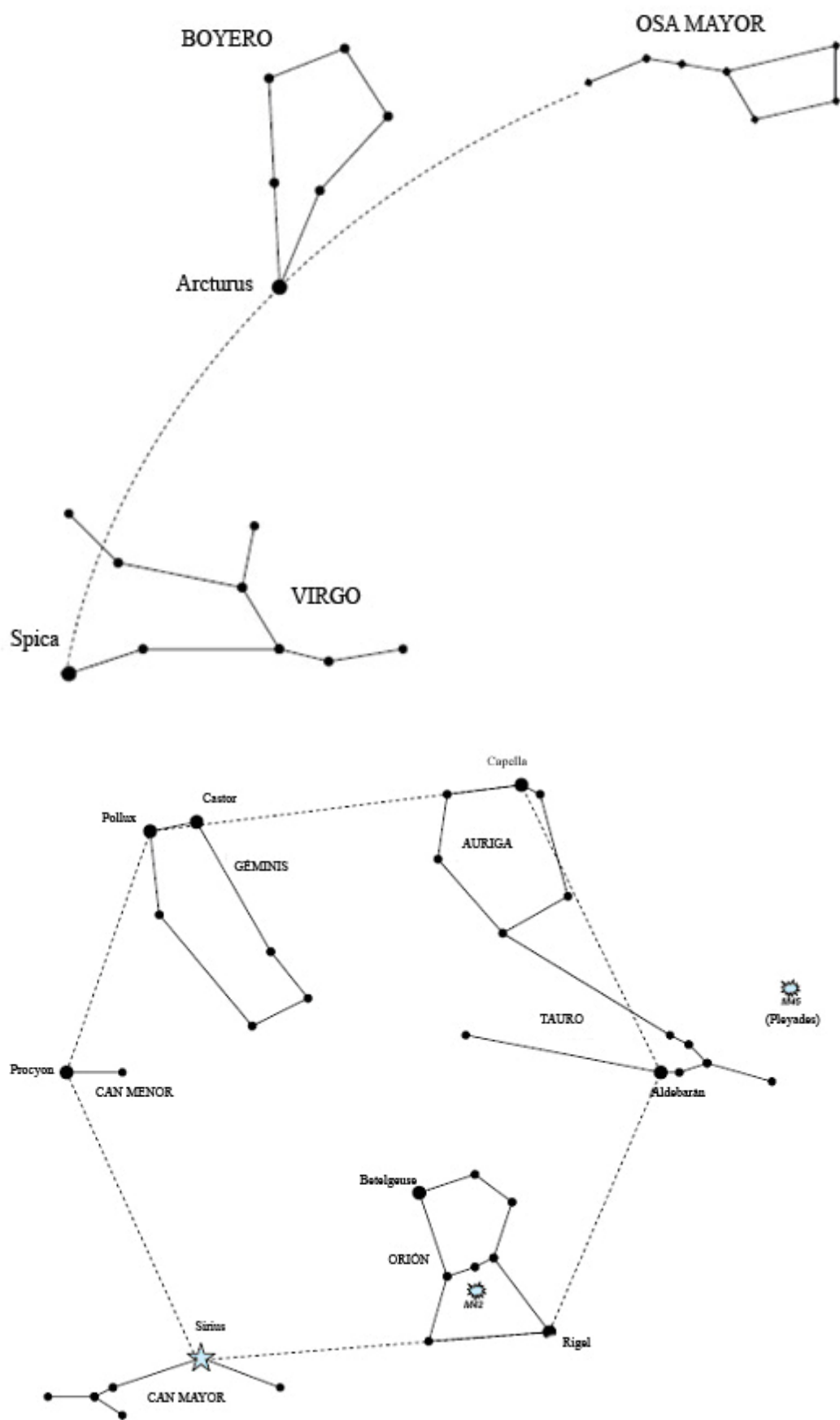


Fig. 5.3 Líneas imaginarias que unen estrellas brillantes de constelaciones importantes.

- Al cabo de un rato (media hora es suficiente) volved a mirar las estrellas que estaban cerca del horizonte este u oeste. Medid otra vez la altura y el azimut. Comprobad que las del este ahora están a mayor altura, y que las del oeste están más bajas o ya se han escondido bajo el horizonte.
- Mirad otra vez hacia el horizonte norte y comprobad que la estrella que teníais cerca del horizonte no se ha puesto. Son las *estrellas circumpolares*. (Fig. 5.4)

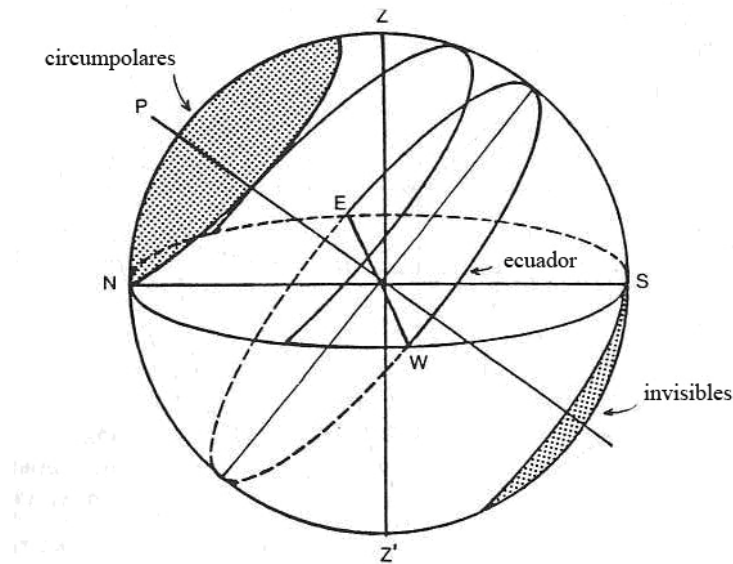


Fig. 5.4. Esfera celeste y condiciones de visibilidad de las estrellas dada una posición en la Tierra. Hay estrellas que están sobre el horizonte las 24 h del día (circumpolares), otras que están bajo el horizonte las 24 h del día (invisibles), y las intermedias que son las estrellas que en algún momento salen y en otro se ponen.

5.4 En otro lugar de la Tierra

Si nos situamos en otro lugar de la Tierra las partes visibles e invisibles de la esfera celeste cambiarán.

La Fig. 5.5 muestra el cielo visto desde el Polo Norte. En este caso el plano del horizonte coincide con el plano del ecuador y el cenit con el polo norte celeste. En el movimiento diurno, las estrellas siguen trayectorias paralelas al plano del ecuador (horizonte), y por tanto todo el hemisferio norte celeste es circumpolar y todo el hemisferio celeste sur es invisible.

En caso de situarnos en el ecuador, Fig. 5.6, el plano del ecuador es perpendicular al plano del horizonte, y el polo norte celeste se sitúa sobre el ecuador. En el movimiento diurno las estrellas siguen trayectorias paralelas al plano del ecuador y, por tanto, perpendiculares al plano del horizonte. Entonces toda la esfera celeste es visible.

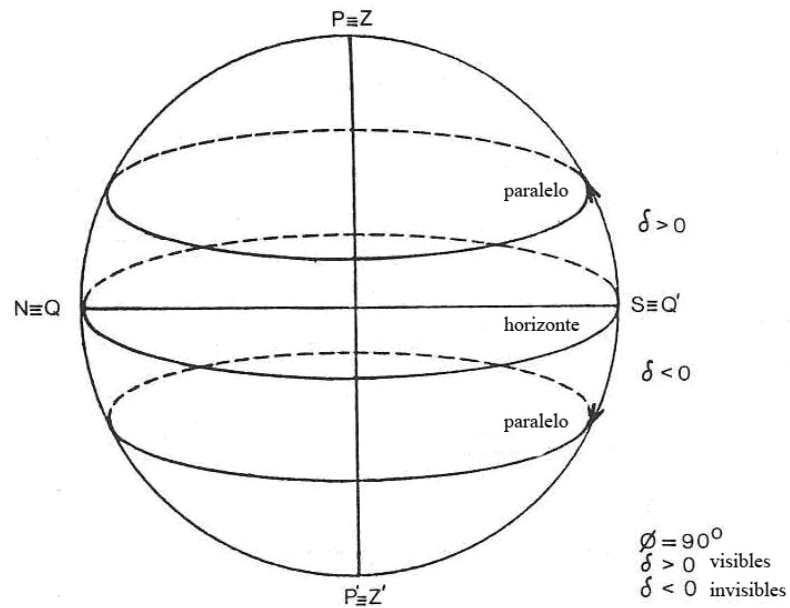


Fig. 5.5. El cielo visto desde el Polo Norte.

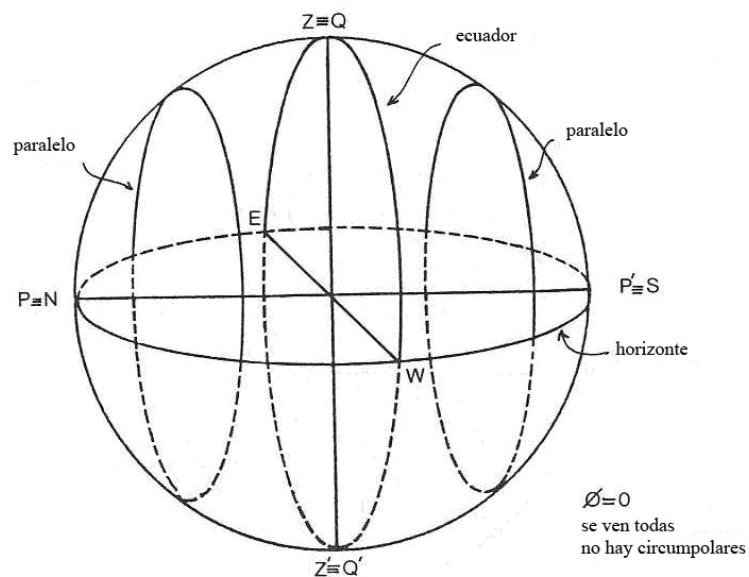


Fig. 5.6. El cielo visto desde el ecuador.

5.5 Observaciones avanzadas

Cuando los alumnos estén familiarizados con las coordenadas azimut y altura, la observación del cielo y el reconocimiento de las constelaciones, podéis plantear observaciones un poco diferentes:

- Haced que se den cuenta de que hay estrellas más brillantes y más débiles.

- Haced que se den cuenta de que hay estrellas de diferentes colores: Vega y Sirius son blanquecinas, mientras que Antares, Arcturus i Betelgeuse son rojas.
- Observación de cúmulos de estrellas (Pléyades, el cúmulo doble de Perseo) y objetos nebulosos (la nebulosa de Orión, la galaxia de Andrómeda). En algunos casos la ayuda de prismáticos os será útil y siempre necesitareis un cielo muy negro. Estos objetos también están dibujados en los planisferios, y por tanto se trata de identificarlos, igual que cuando identificamos estrellas, osea relacionándolos con estrellas cercanas,
- Observación de planetas: los planetas van moviéndose por el cielo (sus coordenadas ecuatoriales cambian) y por eso no están representados en los planisferios. Cuando veáis un punto luminoso que no está en el planisferio y que se sitúa cerca de la eclíptica muy probablemente será un planeta: Mercurio (siempre muy cercano al Sol), Venus (a solo unos 40° del Sol), Marte, Júpiter o Saturno. Observando diferentes días consecutivos, y dibujando la posición de los planetas respecto de estrellas cercanas, podréis constatar su movimiento respecto el fondo de estrellas.
- También se pueden observar satélites artificiales que, igual que los planetas, reflejan la luz del Sol. Los vemos como puntos luminosos que transitan muy rápidamente por el cielo, a veces cruzándolo completamente.
- Esporádicamente se pueden observar cometas a simple vista.

5.6 Material adicional

Hay muchas direcciones web donde podéis encontrar condiciones de visibilidad de estrellas, planetas y satélites artificiales dado un lugar de observación.

- En la web “Nine Planets” podéis encontrar una lista del programario disponible: <http://astro.nineplanets.org/astrosoftware.html#www>.
- En particular en “Heavens Above” <http://heavens-above.com/>, podréis calcular qué satélites artificiales son visibles y qué trayectoria harán en el cielo, y muchas cosas más.

Referencias:

Rosa M Ros Ferré, Ederlinda Viñuales, Joaquín Mesa, *Què cal saber per usar un telescopi?*, Institut de Ciències de l'Educació UPC (1987 Barcelona)



**NANCY
ROMAN GRACE**
LA MADRE DEL TELESCOPIO
ESPACIAL HUBBLE

Fue la primera mujer en conseguir un puesto ejecutivo en la NASA y la principal impulsora del proyecto del telescopio espacial Hubble.



**CATHERINE
CESARSHY**
LIDERANDO LA
ASTRONOMÍA
MUNDIAL

Directora general del Observatorio Europeo Austral (ESO) entre 1999 y 2007, ha sido la primera presidenta de la Unión Astronómica Internacional (IAU) entre 2006 y 2009.

HACIENDO VISIBLE LO INVISIBLE



Recreación del Telescopio Extremadamente Grande, ELT, © Observatorio Europeo Austral (ESO).



**MARÍA LUISA
GARCÍA VARGAS**
DOMINANDO LA
TECNOLOGÍA

Ha participado en el proyecto del instrumento MEGARA en el Gran Telescopio de Canarias (GTC) y ha sido la primera mujer en crear una empresa privada especializada en instrumentación astronómica y desarrollo de software.

MARIAM AL ASTURLABI

FABRICANTE DE
ASTROLABIOS



Vivió en Alepo (actual Siria) en el siglo X y fue conocida por su maestría en la construcción de astrolabios. Los complejos cálculos matemáticos que manejó le permitieron innovar en el diseño de esos instrumentos y en el desarrollo de técnicas de navegación. Su apodo, Al Asturlabi, sugiere el reconocimiento público a su trabajo.

