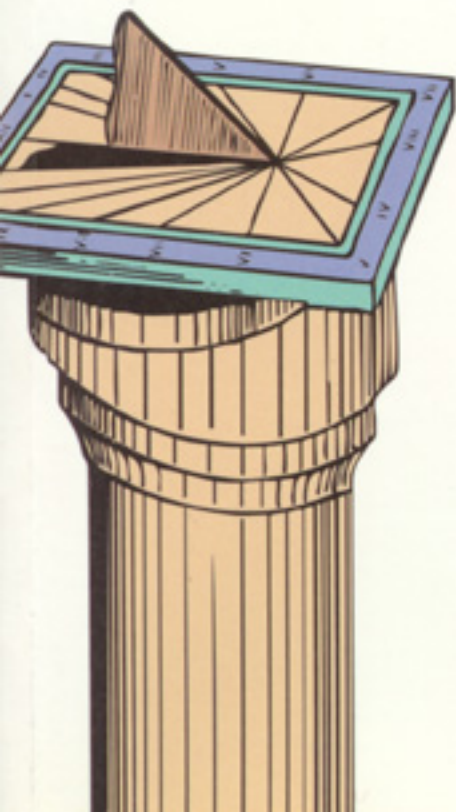




Educación Secundaria Obligatoria



Astronomía • Materias Optativas





# **Astronomía**

## **Materias Optativas**

### **Educación Secundaria Obligatoria**

Javier Bergasa Liberal  
Fernando Jáuregui Sora  
Jesús Varea Agudo



**Gobierno de Navarra**  
Departamento de  
Educación y Cultura

Titulo: Astronomía.  
Autor: Javier Bergasa Liberal  
Fernando Jáuregui Sora  
Jesús Varea Agudo  
Edita: Gobierno de Navarra. Departamento de Educación, Cultura, Deporte y Juventud.  
©: Gobierno de Navarra. Departamento de Educación, Cultura, Deporte y Juventud.  
Cubierta: Cabodevilla Asociados.  
Fotocomposición: Pretexto.  
Imprime: Huarte Gráfica S.A.L.  
I.S.B.N.: 84-235-1481-1  
Dpto. Legal: NA-629-1996

---

Promociona y distribuye: Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra  
Departamento de Presidencia  
C/ Navas de Tolosa, 21  
Teléfono y Fax: (948) 10 71 23

# PRESENTACIÓN

La Orden Foral 513/1994, de 26 de diciembre, aprobó el currículo de distintas materias optativas correspondientes a la etapa de la Educación Secundaria Obligatoria. De todas ellas se precisaba el concepto y el enfoque de la materia, así como los objetivos y contenidos (de conceptos, procedimientos y actitudes) prescritos oficialmente.

Lo aprobado entonces correspondía pues al primer nivel de concreción del currículo. Sin embargo, para el trabajo en el aula el profesorado reclama, justamente, y más en el caso de algunas materias que se incorporan por vez primera al ámbito de la tarea educativa, modelos detallados, ejemplos que sugieran, orienten y contribuyan a que los equipos docentes preparen sus programaciones didácticas.

El libro que ahora presentamos, “*Astronomía*”, satisface cumplidamente tales reclamaciones. Sus autores han diseñado una propuesta que sirve para aproximar a los alumnos y alumnas a la observación, localización y conocimiento de los distintos objetos visibles en el cielo, lo cual permitirá comprender mucho mejor cuestiones tan vitales como la medida del tiempo, su organización en calendarios, los ciclos estacionales, la orientación, etc. Asimismo, el texto incide en las aportaciones más destacadas que la evolución de la Astronomía ha producido en nuestro legado cultural, señaladamente en las revoluciones científicas.

La propuesta se organiza en siete unidades didácticas: la Tierra y la bóveda celeste; la Tierra y el Sol; la medida del tiempo y la posición del observador; la Tierra y la Luna; el Sistema Solar; las estrellas; el Universo. Se trata así de estudiar los cuerpos celestes según su proximidad e influencia sobre nosotros, atendiendo primero a lo que nos es más cotidiano, y se pretende relacionar lo que vemos y lo que ocurre en el cielo con las características de nuestro punto de observación: un lugar en el planeta Tierra.

En conjunto, la propuesta contenida en este libro ha de ser, sin duda, muy valiosa para todos aquellos centros y equipos de profesores que ofrezcan esta materia optativa en el segundo ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria. El interés popular por la Astronomía, antesala tal vez de una indagación más rigurosa, se ha visto acrecentado notablemente en Navarra por la presencia de un espléndido Planetario, y ello ha de notarse también en la demanda de la materia en los centros educativos. Pues bien, gracias a textos como el que ahora presento, podrá encararse en dicho ámbito, afortunadamente, con seriedad y método, pero también con gusto y provecho.

**Pedro Burillo López**

**Consejero de Educación, Cultura, Deporte y Juventud**



# ÍNDICE

Prólogo .....	9
Currículo de la materia .....	11
Astronomía.....	13
Astronomía. Materiales didácticos .....	23
Presentación .....	25
Propuesta de organización de los contenidos .....	25
Tipos de actividades .....	27
Metodología.....	28
El papel del profesor.....	29
Recursos necesarios y organización del aula.....	30
Evaluación .....	31
1. <sup>a</sup> Unidad didáctica: <i>La Tierra y la bóveda celeste</i> .....	33
Introducción.....	33
Estructura dada al proceso de enseñanza aprendizaje .....	34
Objetivos.....	35
Contenidos .....	36
Evaluación .....	37
Actividades .....	39
3. <sup>a</sup> Unidad didáctica: <i>La medida del tiempo y la posición del observador</i> .....	61
Introducción.....	61
Estructura dada al proceso de enseñanza aprendizaje .....	62
Objetivos.....	63
Contenidos .....	64
Evaluación .....	65
Actividades .....	67
Bibliografía y otros recursos .....	79
Bibliografía .....	81
Otros recursos .....	91





# PRÓLOGO

Este libro presenta una propuesta de desarrollo didáctico de *Astronomía*, materia optativa para el segundo ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria. En la primera parte del libro se reproduce el currículo de la materia, fijado en su día por la correspondiente Orden Foral. Se pretende con ello facilitar la lectura de la propuesta didáctica y ofrecer un instrumento más completo al profesorado que deba acometer la concreción final del currículo.

Los materiales didácticos se abren con una presentación en la que los autores proponen una distribución de los contenidos en unidades didácticas, definen los tipos de actividades a realizar y ofrecen algunas consideraciones sobre la metodología, el papel del profesor, los recursos necesarios, la organización del aula y la evaluación.

Sigue una ejemplificación que incluye el desarrollo de dos de las unidades didácticas que componen la propuesta. Cada una de estas unidades presenta los mismos apartados: estructura dada al proceso de enseñanza aprendizaje, objetivos, contenidos, evaluación y actividades.

El libro se cierra con un catálogo de publicaciones y otros recursos que serán de gran valor para el profesorado. El lector interesado encontrará allí una bibliografía comentada y clasificada por temas, así como un listado de recursos informáticos y audiovisuales.



# **CURRÍCULO DE LA MATERIA**

**(Orden Foral 513/1994, de 26 de diciembre)**



# ASTRONOMÍA

## Introducción

El interés por la Astronomía se remonta al comienzo de la relación del Hombre con la Naturaleza. El alejamiento e independencia que, respecto a ésta, se ha alcanzado por efecto de la cultura urbana en que vivimos ha afectado también a nuestra relación con el cielo y con los acontecimientos celestes. Por ello la materia optativa Astronomía puede servir para corregir ese desfase y motivar un nuevo acercamiento hacia ese tipo de fenómenos naturales.

Por otra parte, la toma de conciencia de cómo la acción humana ha llegado a afectar a nuestro planeta ha creado un nuevo compromiso de respeto y cuidado de él y suscitado una nueva relación hombre-planeta, trascendiendo la vieja idea del paisaje como marco de interrelación entre uno y otro y construyendo una nueva identificación Casa-Tierra. En consecuencia, mirar hacia fuera será buscar el mundo exterior, el Universo, y querer saber lo que de él conocemos y cómo lo hemos aprendido.

De estas consideraciones se sigue el interés que tiene esta materia para completar la formación de los alumnos y alumnas en la etapa obligatoria, puesto que junto a ciertas características científicas propias, permite analizar algunas claves de nuestro entorno cultural, como el calendario, la relación existente entre algunas festividades y los acontecimientos astronómicos asociados, su papel en la “Revolución científica”, etc.

Difícilmente puede concebirse la Astronomía como una actividad contemplativa, por cuanto que las regularidades que se derivan de la observación del cielo son, en algunos casos, tan llamativas que impiden que ésta se haga de una forma neutra e invitan a pensar en repeticiones, tanto en el tiempo como en el espacio.

La astronomía es una ciencia basada en la observación, con un método de trabajo que la distingue de las ciencias experimentales, debido a que no pueden reproducirse en un laboratorio los fenómenos estudiados (si bien la informática permite hoy realizar simulaciones de distintos tipos de fenómenos). Por ello, la observación será uno de los aspectos importantes en el tratamiento de esta materia, y con ella las características que impregnan el trabajo en Astronomía: perseverancia, método, organización, exactitud, determinación de errores, contrastación de hipótesis, etc.

El análisis de los datos recogidos hará posible elaborar conjeturas sobre propiedades cualitativas y cuantitativas de los fenómenos observados. Contrastar dichas hipótesis con nuevas observaciones permitirá distinguir lo que son propiedades de lo que son simples apariencias.

Es indudable la interdependencia de la Astronomía con otras ciencias. Sin embargo, cabe resaltar que son precisos escasos conocimientos para obtener resultados interesantes, y muchas veces sorprendentes, por la sencillez de las ideas de partida. Una mirada a la historia de esta ciencia es un claro ejemplo de lo dicho y puede servir de fuente para el diseño de algunas actividades.

No obstante, la Astronomía permite muchos niveles de profundización, e incluso la mera afición a observar los astros puede servir de motivación y de base sólida para ir avanzando en su estudio.

Esta materia permite adquirir, según queda dicho, unos hábitos de trabajo, propios de ella y que complementan los utilizados en otras ramas del saber. Por otra parte, puede servir de marco al trabajo interdisciplinar con áreas como Ciencias Sociales y de la Naturaleza, Matemáticas, Cultura Clásica, Filosofía, Religión, etc., con perspectivas distintas según el enfoque que se adopte. Tal riqueza de conexiones permite elaborar diferentes programaciones para esta materia, según qué relaciones se primen con las citadas áreas.

La propuesta curricular que se ofrece intenta tener presente dichas posibilidades, centrandose fundamentalmente su atención en los elementos básicos de la Astronomía descriptiva y de posición. Los bloques de contenidos elegidos permiten ser desarrollados íntegramente, dando lugar a una propuesta concreta de trabajo. No obstante, según los distintos intereses puede programarse un curso seleccionando contenidos de distintos bloques, o bien desechando totalmente alguno de ellos. Pueden citarse a modo de ejemplo algunos temas que darían lugar a programaciones completas:

- Sistema solar: descripción de los cuerpos que lo componen, movimientos aparentes y su interpretación, características propias, observación desde distintos lugares, etc.
- La Tierra en el Universo: forma, tamaños, movimientos, coordenadas geográficas, husos horarios. Proyección cartográfica. Aplicación a la orientación y navegación.
- Construcción de instrumentos varios (relojes de Sol, sextante, cuadrante, ballestilla, telescopios sencillos), modelos (planisferio, telurio, constelaciones en tres dimensiones), simuladores (de movimientos, de eclipses), etc. Utilizarlos para la observación, aportando los conocimientos necesarios (coordenadas, propiedades físicas...).
- Estudio del cielo (Sol, estrellas, cometas, planetas, galaxias, nebulosas...) para nuestro horizonte.
- Origen de los nombres de las constelaciones y estrellas y su localización en el cielo.

- Estudio de las distintas teorías cosmológicas y de la evolución de los conocimientos astronómicos a través de la historia, mediante análisis de textos u otros recursos.

## Objetivos generales

La materia optativa Astronomía tiene como objeto desarrollar en los alumnos las siguientes capacidades:

1. Observar el cielo y valorar la importancia y utilidad de las observaciones realizadas para conocer el aspecto y los objetos del cielo, tanto en sus características inmutables como en las cambiantes.
2. Organizar, clasificar e interpretar los datos que ofrecen la experiencia y la observación astronómica.
3. Seleccionar, clasificar y transmitir información sobre temas relacionados con la Astronomía, procedente de fuentes bibliográficas y audiovisuales.
4. Conocer y utilizar diversas formas de observación, directas e indirectas.
5. Comprender los movimientos reales de los cuerpos celestes e identificarlos con los movimientos aparentes que vemos desde la Tierra.
6. Desarrollar la percepción espacial a través de la elaboración de imágenes mentales relativas a los movimientos que tienen lugar en el Universo, según la posición del observador.
7. Reconocer y valorar que la Astronomía es una ciencia en continua evolución, así como el importante papel que ha tenido y tiene en el desarrollo cultural de las sociedades históricas.
8. Tomar conciencia de las dimensiones del Universo y del orden de la magnitud de las distancias entre los distintos cuerpos.
9. Conocer y utilizar con precisión términos adecuados para referirse a elementos y conceptos astronómicos básicos.
10. Tomar conciencia de la importancia del método, la constancia y la perseverancia en el estudio de los lentos movimientos de los astros.
11. Valorar el papel del Ser Humano como agente transformador en el entorno de nuestro planeta.
12. Conocer la interrelación de la Astronomía con el resto de las ciencias y utilizar en un contexto diferente conocimientos procedentes de ellas.
13. Conocer y comprender las principales aplicaciones de la Astronomía en la vida cotidiana: calendario, medida del tiempo, orientación, navegación, etc.
14. Trabajar en equipo, tanto en la planificación como en la ejecución de las actividades que se realicen en grupos, respetando las diferencias de criterios entre sus miembros.
15. Construir y utilizar maquetas, modelos y aparatos que sean útiles para la función requerida, comprendiendo sus fundamentos e interés.

## Bloques de contenidos

### Bloque 1. La tierra y sus movimientos

Este bloque pretende dar a conocer las características de nuestro Planeta en cuanto a su forma, dimensiones y movimientos.

La primera cuestión que surge es la de localizar puntos, tanto en la superficie esférica como en representaciones planas, así como saber orientarse en ellas.

Una vez situados en nuestra posición, el siguiente paso es describir y observar algunos fenómenos: ortos y ocasos solares, movimiento aparente del Sol, duración día-noche, medida del tiempo, etc., y relacionar estas observaciones con la posición desde la que se realizan.

Se completa este bloque con el estudio de dos cuestiones que nos afectan directamente: la influencia en la vida cotidiana de los movimientos terrestres, y nuestro calendario como resultado de un largo proceso histórico, sin olvidar su coexistencia con otros tipos de calendarios.

#### *Conceptos*

1. La Tierra y la esfera celeste.
  - Elementos y principales características:
  - Esfera celeste y terrestre. Meridianos y paralelos celestes y terrestres.
  - Ecuador y Horizonte. Polos. Eje polar.
  - Cenit y Nadir. Meridiano del lugar.
2. La Tierra como planeta: Formas y dimensiones.
  - Orientación en la Tierra.
  - Coordenadas geográficas: Latitud y longitud.
3. Movimiento de rotación de la Tierra.
  - Día-Noche. Orto y ocaso del Sol.
  - Período. Inclinación del eje. Precisión de los equinoccios.
  - Día solar medio y día solar verdadero. Ecuación del tiempo.
4. Movimiento de traslación de la Tierra.
  - Descripción de la órbita. Período.
  - Movimiento aparente del Sol. Eclíptica.
  - Las estaciones.



- Tiempo civil solar y tiempo civil.
- Husos horarios. El calendario.

### ***Procedimientos***

1. Reconocimiento y descripción en una esfera de los principales elementos de la esfera celeste.
2. Localización en una esfera terrestre de lugares de la Tierra, conociendo sus coordenadas.
3. Trazado de itinerarios sobre mapas siguiendo unos determinados rumbos, usando para ello la brújula.
4. Orientación diurna y nocturna.
5. Manejo de algunos de los instrumentos utilizados para la orientación y la medida de ángulos, por ejemplo la brújula, el sextante, el teodolito o el goniómetro.
6. Utilización de la fotografía astronómica para comprobar la rotación terrestre.
7. Construcción y uso de relojes de Sol.
8. Interpretación de la gráfica de la ecuación del tiempo.
9. Métodos sencillos de proyección de puntos de la esfera en un plano.
10. Diseño y manejo de modelos para simular el movimiento de traslación de la Tierra.
11. Observación, toma de datos, representación gráfica e interpretación de la longitud de la sombra producida por un gnomon a lo largo del día y del año.
12. Cálculo del radio terrestre según el método de Eratóstenes.
13. Identificación sobre un horizonte natural y simulado de los puntos de salida y puesta del Sol, comprobando su variación y simetría.
14. Realización de gráficas con las horas de salida y puesta del Sol, e interpretación de ellas para estudiar la duración del día y de la noche a partir de datos del Anuario Astronómico.
15. Utilización de material bibliográfico para realizar trabajos de recopilación, búsqueda de datos, síntesis, etc.

### ***Actitudes***

1. Valoración de la importancia de la observación, modelización y elaboración de conjeturas como el método de trabajo propio de la Astronomía.
2. Aprecio de la Astronomía como ciencia necesaria para la interpretación de fenómenos naturales.
3. Respeto a las ideas y métodos utilizados por otros en los trabajos en grupo.

## Bloque 2. Sistema Sol-Tierra-Luna

En este bloque se describen las distintas características (distancias, tamaños, composiciones...) de los astros que nos son más próximos y que más afectan a nuestra vida cotidiana: Sol y Luna.

Se propone la construcción de diversos modelos como un método para analizar y comprender algunas características del sistema Sol-Tierra-Luna: fases lunares, eclipses, periodos sinódico y sidérico de la Luna, etc.

La observación, tanto directa como indirecta, mediante instrumentos adecuados debe ser una actividad motivadora en un doble sentido, uno puramente observacional y otro como acercamiento a las características de dichos instrumentos.

### *Conceptos*

#### 1. El Sol.

- Su interior: fuente de energía.
- Su superficie: emisión de energía.
- Distancia Tierra-Sol.

#### 2. La Luna.

- Características físicas y superficie lunar: mares y cráteres.
- Órbita de la Luna. Período. Edad de la Luna.
- Fases de la Luna. Mes lunar o lunación.
- Influencias mutuas en el sistema Tierra-Luna: cara visible y oculta de la Luna, mareas...
- Distancia de la Luna.

#### 3. Eclipse de Sol y de Luna.

- Geometría y fases de los eclipses.

#### 4. Observación del Sol. Estudio de la rotación a través de las manchas solares.

- Observación de la Luna. Dibujo del mapa lunar.

#### 5. Telescopios. Instrumentos de observación.

- Telescopio reflector.
- Telescopio refractor.
- Monturas acimutales y ecuatoriales.

### ***Procedimientos***

1. Simulación del Sistema Tierra-Sol-Luna.
2. Aplicación de herramientas matemáticas para plantear y resolver el problema de las distancias relativas en el sistema S-T-L.
3. Observación directa o indirecta del Sol y la Luna, mediante telescopio o prismático.
4. Construcción de telescopios sencillos.
5. Localización de los principales accidentes lunares en mapas mudos.
6. Utilización de material bibliográfico para realizar trabajos de recopilación, búsqueda de datos, síntesis, etc.

### ***Actitudes***

1. Valoración de la importancia de los eclipses para el estudio del Sol.
2. Curiosidad e interés por el método observacional, fundamental en Astronomía.
3. Perseverancia en la observación nocturna.
4. Cuidado y precisión en el uso de los diferentes aparatos de observación y medida.

## **Bloque 3. Sistema solar.**

La descripción del resto de los cuerpos del Sistema Solar complementa lo visto en los dos bloques anteriores. Se propone comenzar con una visión geocéntrica, que debe ser superada y explicada con una nueva interpretación que remita al Sol a su verdadera posición.

El proceso elegido permite estudiar la evolución de la Astronomía y las teorías fundamentales que sustentaron los distintos modelos del Universo, señalando las leyes de Kepler como culminación de los avances de la Astronomía en el periodo de la revolución científica.

### ***Conceptos***

1. Sistema Solar desde la Tierra:
  - Planetas interiores. Posiciones y fases.
  - Planetas exteriores. Posiciones.
2. Los planetas del sistema solar:
  - Planetas gaseosos. Características.

- Planetas sólidos. Características.
  - Satélites, Cometas y Meteoritos.
3. Leyes del Sistema Solar.
    - Leyes de Kepler.
    - Movimiento aparente de los planetas. Retrogradación.
    - Ley de Bode Titius.
  4. Historia del conocimiento del Sistema Solar.
  5. Unidades de distancias astronómicas.

### ***Procedimientos***

1. Situación de los planetas y de la Luna en la esfera celeste, en una fecha determinada.
2. Localización y observación de planetas, principalmente Venus y sus fases, Marte y Júpiter y sus satélites.
3. Interpretación de la gráfica de la visibilidad de un planeta a lo largo del año, ayudándose de los datos del Anuario Astronómico.
4. Cálculo de las efemérides de un planeta mediante sencillos programas de ordenador.
5. Utilización de material bibliográfico para realizar trabajos de recopilación, búsqueda de datos, síntesis, etc.

### ***Actitudes***

1. Sensibilidad y valoración crítica hacia la interpretación de funciones y gráficas para obtener datos.
2. Curiosidad por conocer la posibilidad de vida en los demás planetas del Sistema Solar.
3. Reconocimiento y valoración de la incidencia de los avances de la Astronáutica como resultado del esfuerzo humano de conocimiento del Sistema Solar.
4. Valoración de la acción humana respecto del Sistema Solar: viajes interplanetarios, sondas, chatarra espacial, telescopio espacial, “embajada terrestre en el espacio”.
5. Aprecio de la importancia de la observación y del método seguido en el conocimiento de los cuerpos del Sistema Solar.

## **Bloque 4. Las estrellas**

Trata este último bloque del estudio y observación del cielo nocturno, localizando en él las estrellas y sus diferentes agrupaciones. Las constelaciones zodiacales merecen, por su interés astronómico y cultural, una especial dedicación, tanto en su observación como en el estudio del papel preponderante que distintas sociedades históricas le han otorgado.

Con la ayuda de maquetas, modelos y mapas de grupos de estrellas debe insistirse en una concepción tridimensional que supere la asociación de cielo con superficie esférica.

### ***Conceptos***

#### 1. Las Estrellas.

- Descripción de las distintas constelaciones y su evolución en el tiempo.
- Constelaciones del Zodíaco.
- Magnitudes de las estrellas. Unidades astronómicas.
- Tipos de estrellas. Evolución estela. Diagrama H-R.

#### 2. Galaxias.

- Nebulosas galácticas, Cúmulos. Vía Láctea.
- Tipos de Galaxias.
- Cuásares.
- Diversos modelos del Universo.
- Teorías acerca del origen del Universo.

### ***Procedimientos***

1. Uso del planisferio para localizar y medir las posiciones estelares.
2. Aplicación de la trigonometría para el cálculo de distancias estelares.
3. Análisis de los movimientos propios de las estrellas para estudiar la evolución de las constelaciones.
4. Localización del Sistema Solar en nuestra galaxia.
5. Utilización de programas informáticos para conocer posiciones y propiedades estelares.
6. Utilización de material bibliográfico para realizar trabajos de recopilación, búsqueda de datos, síntesis, etc.

*Actitudes*

1. Perseverancia en la observación para la obtención de resultados satisfactorios.
2. Toma de conciencia de las enormes dimensiones del Universo en relación a nuestro entorno, y de nuestra situación poco preferente.
3. Respeto por las distintas teorías del Cosmos como interpretaciones de la realidad.
4. Valoración crítica de la diferencia entre la Astronomía y la Astrología.
5. Aprecio del papel desempeñado por la Astrología.
6. Interés por investigar la existencia de vida en el Universo.
7. Valoración de la coexistencia de diferentes teorías para explicar un mismo hecho.

# **ASTRONOMÍA. MATERIALES DIDÁCTICOS**

Javier Bergasa Liberal  
Fernando Jáuregui Sora  
Jesús Varea Agudo





# PRESENTACIÓN

## Propuesta de Organización de los contenidos

El Taller de Astronomía pretende aproximar a los alumnos y alumnas a algunos fenómenos cotidianos y al conocimiento de los distintos objetos visibles en el cielo, de forma que adquieran información y extraigan consecuencias útiles para su vida cotidiana. La profundización en alguna de las muchas posibilidades que ofrece la Astronomía queda para el interés particular. Para conseguir el propósito señalado hemos seleccionado tres ideas básicas que serán los ejes de esta propuesta:

- El conocimiento de los principales cuerpos celestes, algunas de sus características y su reconocimiento y localización en el cielo.
- La utilidad inmediata que se sigue de la observación del cielo: medida del tiempo, su organización en calendarios, ciclos estacionales, orientación, etc.
- Aportaciones culturales más destacadas resultantes de la evolución de la Astronomía en el seno de las sociedades.

La formulación de esas ideas en bloques de contenidos obedece a presupuestos propios de la Astronomía descriptiva y de posición, puesto que parecen los más idóneos para organizar los contenidos. Es por ello que su desglose concreto en los cuatro bloques elegidos responde al criterio de agrupar los cuerpos celestes según su proximidad e influencia sobre nosotros, porque de esa manera se atenderá primero a lo que nos es más cotidiano y nos será posible relacionar lo que vemos y lo que ocurre en el cielo con las características propias de nuestro punto de observación: un lugar en el planeta Tierra. De ahí que tales bloques aparezcan bajo los títulos de:

1. La Tierra y sus movimientos.
2. Sistema Sol-Tierra-Luna.
3. El Sistema Solar.
4. Las estrellas.

Esta división no significa una jerarquía en la presentación de los contenidos; se trata sólo de una división útil para ayudar a conocer y localizar fácilmente los contenidos que se presentan en esta programación.

El desarrollo de los cuatro bloques de contenidos que hemos enunciado dará lugar a una serie de unidades didácticas en cada una de las cuales se procurará integrar elementos de diferentes bloques, buscando así el mayor grado de interrelación y de equilibrio. Para cada una de las unidades se determinarán los contenidos concretos, su secuenciación y el alcance con que serán tratados, los objetivos didácticos, la metodología adecuada y las actividades.

La presente propuesta contiene siete unidades didácticas. Con el fin de delimitar el alcance de cada unidad en particular y de la materia optativa en general, pasamos a enunciar de manera esquemática los contenidos que se contemplan en cada una de ellas.

#### ***Unidad 1: La Tierra y la bóveda celeste.***

- La Tierra como planeta. Forma y dimensiones.
- Movimiento de rotación de la Tierra.
- La bóveda celeste como extensión de la “esfera” terrestre. Elementos.
- Movimiento del Sol en la bóveda celeste.
- Sistemas de coordenadas terrestres y celestes: longitud y latitud.

#### ***Unidad 2: La Tierra y el Sol.***

- La órbita de la Tierra.
- La Eclíptica.
- Las constelaciones zodiacales.
- Desplazamiento aparente del Sol en la Eclíptica. Estaciones.
- La observación del Sol.

#### ***Unidad 3: La medida del tiempo. La posición del observador.***

- El calendario.
- Orientación diurna y nocturna.
- Relojes de sol.
- La posición del observador.

#### ***Unidad 4: La Tierra y la Luna.***

- Movimientos de la Luna.
- La órbita lunar en la bóveda celeste.

- Fases de la Luna.
- Eclipses de Sol y de Luna.
- Observación de la Luna.

#### ***Unidad 5: El sistema solar.***

- Datos de las órbitas planetarias.
- Visiones geocéntrica y heliocéntrica de los planetas.
- Características de los planetas.

#### ***Unidad 6: Las estrellas.***

- El Sol como una estrella.
- Observación de las estrellas en las constelaciones.
- Introducción a la teoría de la evolución estelar.

#### ***Unidad 7: El Universo***

- La Vía Láctea, nuestra galaxia.
- Clasificación de las galaxias.
- Las galaxias más cercanas: el Grupo Local.
- El Universo: características, origen y evolución.

### **Tipos de actividades.**

El Taller de Astronomía pretende apoyarse en la realización de actividades que pongan en juego fundamentalmente contenidos de tipo procedimental, a través de los cuales se irán elaborando los de carácter conceptual. Esa decisión determina el tipo de trabajo que el alumnado realizará tanto en el aula como fuera de ella.

Las actividades serán preferentemente de tipo grupal; más raramente, se realizarán individualmente. Los grupos de trabajo serán poco numerosos (dos o tres personas) y variables en su composición. Con esto último se pretende potenciar situaciones de relación entre el alumnado y evitar dinámicas no deseables.

Las actividades a realizar, de acuerdo a su naturaleza, deberán promover diferentes habilidades. Esta intención propicia una gran variedad de actividades:

- Observación directa de fenómenos o de cuerpos, que puede hacerse tanto de día como de noche. Este tipo de actividades puede ser puntual, aunque en general interesará su repetición en diferentes momentos o épocas.

- Simulación de fenómenos a partir de modelos físicos, informáticos, audiovisuales u otros que ayuden a comprender situaciones que por su complejidad o lejanía, o por su propia dificultad para ser imaginados, no puedan ser observables directamente.
- Diseño y construcción de modelos, maquetas, instrumentos... que permitan el desarrollo de actividades de observación o simulación.
- Localización de puntos en el plano, en la esfera y en el cielo a partir de un sistema de referencia determinado.
- Estudio de situaciones concretas que permitan plantear y resolver problemas en el campo numérico o geométrico.
- Elaboración de informes relativos a aspectos históricos, sociales, culturales o propiamente astronómicos a través de la consulta de recursos bibliográficos, cartográficos o audiovisuales.
- Visitas didácticas a exposiciones, museos, planetarios, observatorios, etc.

Los alumnos y alumnas dejarán constancia de cada una de estas actividades en un cuaderno individual en el que queden explícitamente recogidas las distintas fases de su desarrollo (planteamiento, primeras ideas, realización, conclusión) así como las aportaciones nacidas de su propia experiencia y las ideas procedentes de los otros grupos.

### Metodología

Ya se ha señalado que el trabajo a realizar se fundamenta en el desarrollo de actividades que faciliten que el alumno o grupo se enfrente a distintas situaciones y le permitan obtener sus propias conclusiones que después contrastará con el resto de los grupos. No se pretende elaborar un listado de actividades inconexas con el objetivo de cubrir los periodos lectivos y mantener ocupados a los alumnos y alumnas, sino cumplimentar de forma participativa y activa una programación elaborada previamente en la que los contenidos procedimentales deben jugar un papel preponderante, sin olvidar los relativos a actitudes y valores.

Como se ha mencionado anteriormente, en esta propuesta damos prioridad al trabajo en grupo. Ello es así no sólo porque es el método de trabajo generalmente adoptado en disciplinas de tipo observacional debido a que permite obtener los mejores resultados, sino también porque el trabajo en grupo suscita entre sus miembros una dinámica que favorece aspectos integradores especialmente importantes en este periodo de la formación de las alumnas y alumnos. Ofrecemos a continuación algunas sugerencias para llevar adelante este método de trabajo:

- Formar grupos reducidos que realicen las tareas asignadas. Tales grupos variarán en su composición y tamaño y se procurará que sean lo suficientemente equilibrados en todos los sentidos.

- En unas ocasiones todos los grupos realizarán idéntica actividad. Otras veces cada grupo tendrá una tarea diferente, aunque complementaria de las de los demás en el logro de una meta común. En este caso la exposición de los resultados obtenidos permite la tutorización de unos alumnos respecto de los otros.
- Realizar puestas en común de las conclusiones de los grupos, incluyendo su discusión y la elaboración de una síntesis. En este caso, una buena moderación, que potencie la expresión de opiniones, el respeto a ideas diferentes de las propias y a las personas que las emiten, es fundamental para lograr una buena dinámica de trabajo conjunto.

La importancia que se confiere al trabajo en grupo, que prima el protagonismo del alumno en las actividades de enseñanza-aprendizaje, no está en contradicción con la necesidad de que en ciertos momentos el profesor o profesora reclame la atención de todo el grupo para fijar ciertos conceptos, despejar dudas, aclarar interpretaciones incorrectas, introducir un tema o actividad, etc.

El diseño, la construcción y el uso de modelos deben estar presentes de forma habitual en las diferentes actividades realizadas en este Taller. Con ello se pretende que el alumnado adquiera una visión más ajustada de cómo son realmente los fenómenos, elementos y cuerpos, e incorpore a su formación un nuevo método para el estudio de situaciones complejas. Esta forma de obtener la información es complementaria de la observación, e incluso la sustituye cuando esta última es muy difícil o imposible.

Actividades como visitas a museos, exposiciones, planetarios... no deben ser un fin en sí mismas, sino que deben responder a una preparación previa: presentación de las actividades y de los objetivos que se persiguen con ella; elaboración de un cuestionario que ayude al alumnado a fijar la atención en los aspectos especialmente interesantes y un seguimiento posterior a través de la reflexión; valoración y puesta en común de la información recogida o de datos o elementos que hayan suscitado mayor interés. Conviene que este tipo de actividades tenga un carácter interdisciplinar de forma que puedan relacionarse los contenidos de Astronomía con los de otras áreas y materias. Teniendo en cuenta su proximidad a los centros de esta Comunidad, la posibilidad de acudir al Planetario de Pamplona es especialmente interesante, puesto que una adecuada programación de visitas y la coordinación con sus responsables permitirán explotar al máximo las posibilidades pedagógicas que allí se ofrecen.

## **El papel del profesor**

### ***Relativo al trabajo fuera del aula***

- Programación general del curso: objetivos generales de la materia, secuenciación de contenidos, selección o elaboración de unidades didácticas, criterios de evaluación... Para este trabajo se debe contar tanto con las ideas propias, como con materiales curriculares ya elaborados adaptándolos a nuestras propias características.

- Preparación de las actividades que desarrollarán las unidades y que propondrá al alumnado.
- Valoración, al final de cada unidad o sesión, de la adecuación de las actividades a los objetivos previstos o a las posibilidades de los alumnos, y revisión en caso necesario.

### *Relativo al trabajo en el aula*

- Coordinar y formar, siguiendo unos criterios determinados, los diferentes grupos de trabajo dentro del aula.
- Introducir las actividades concretas con el material o información necesarios para su desarrollo autónomo.
- Motivar la realización de tareas, el interés del alumnado hacia los aspectos astronómicos o culturales objeto de estudio.
- Dinamizar en los momentos oportunos el trabajo de los grupos dando información suplementaria.
- Conocer las fuentes documentales pertinentes que permitan atender la curiosidad de los alumnos y alumnas referente tanto a la historia de la Astronomía como a sus avances más recientes.
- Corregir los errores que pueden originar falsos conocimientos, malas interpretaciones, etc.
- Realizar una evaluación formativa siguiendo el trabajo que se va realizando de acuerdo con unos criterios prefijados.

## **Recursos necesarios y organización del aula**

Debido a la cantidad y variedad de los materiales que se van a usar, a las dimensiones de algunos de ellos y a la necesidad de que los alumnos dispongan en cada momento de diferentes tipos de recursos, parece fundamental la existencia de un aula específicamente dedicada a la Astronomía. Ello se justifica también por la necesidad de realizar frecuentemente actividades cuya duración abarca más de un periodo lectivo, por lo que es imposible, o cuando menos inconveniente, desmontar, recoger y ordenar el aula al término de cada sesión. Disponer de un aula propia facilitaría la organización del espacio de modo que los grupos de trabajo podrían actuar de forma independiente.

Dicha aula debería contar con:

- Recursos audiovisuales: vídeo y televisión, proyector de diapositivas y de transparencias, colección de cintas de vídeo, diapositivas, etc.
- Material bibliográfico actualizado: libros, revistas, anuarios, atlas...

- Instrumentos de observación. Sería conveniente disponer al menos de prismáticos, cámara fotográfica y telescopio. Este último no resulta imprescindible, puesto que su uso no confiere a la observación un cambio cualitativo importante, sobre todo si tenemos en cuenta que los telescopios buenos son excesivamente caros. Sin embargo, puede ser interesante abordar la construcción de algún modelo sencillo que permita conocer las características de estos instrumentos y las propiedades físicas en las que se apoyan.
- Instrumentos de localización y medida: planisferios (al menos uno por grupo), brújulas, cintas métricas, medidor de ángulos, etc.
- Material didáctico como esferas terrestres y celestes, globos mudos, mapas, atlas geográficos y astronómicos, etc.
- Cartulinas, tijeras, panel, cinta adhesiva, cuerdas, y en general material de bricolaje para la realización de las distintas maquetas y modelos.

El grupo de astronomía debería tener acceso a un aula de informática. Entre el material disponible en el aula habrá que contar con el software que se adecue a las necesidades propias de este Taller de Astronomía.

## Evaluación

Debe entenderse la evaluación como un elemento más dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje y no como su culminación. La evaluación es el instrumento que permitirá conocer la adecuación del propio proceso a las características y necesidades de los alumnos y valorar en qué grado han adquirido las capacidades previstas. Se sigue de esto la necesidad de fijar previamente unos objetivos claros que faciliten en su momento la evaluación. En la presente propuesta se han señalado dieciséis objetivos generales que presiden la intención de esta materia. Estos objetivos deberán vertebrarse en otros más específicos en cada unidad, e incluso en cada actividad concreta cuando así convenga.

La evaluación consta de tres fases: inicial, formativa y sumativa. En la primera se atiende a los preconceptos que indican la situación de partida y que deberán ser potenciados o reconducidos a través de las actividades previstas. En Astronomía es muy frecuente la existencia de ideas previas, ideas que proceden tanto de diferentes fuentes de información carentes en general de estructuración, como de la imaginación de cada individuo para interpretar situaciones o hechos.

Con la evaluación formativa se pretende realizar un seguimiento del aprendizaje que van realizando los alumnos. Sirve para detectar interpretaciones erróneas y corregirlas, descubrir el grado de dificultad que a cada alumno le supone alcanzar los objetivos marcados, y obtener información sobre la motivación, la actitud ante las tareas y la posible falta de recursos. También se obtiene la información precisa para conocer la adecuación de los contenidos elegidos y la metodología seguida.

La tercera fase pretende medir el grado de adquisición por parte del alumnado de las capacidades y saberes objeto de las actividades de enseñanza y aprendizaje realizadas.

Puesto que el trabajo de grupo ocupa un destacado papel en el desarrollo de esta materia, uno de los objetos de evaluación será precisamente el funcionamiento del propio grupo, de su método de trabajo y de los logros que consiga. Ello sin olvidar que debe atenderse la evaluación individualizada que surge del seguimiento de un alumno concreto en cada uno de los distintos grupos de los que ha formado parte, junto a la realización de pruebas escritas.

En suma, la información que va a permitir evaluar a los alumnos puede provenir de las siguientes fuentes:

- Seguimiento del trabajo diario: como individuo y como integrante de un grupo.
- Cuaderno del alumno en el que se detallarán las actividades realizadas. En él debe atenderse tanto al resultado final como a los pasos, erróneos o no, que se han dado. Para ello deben darse instrucciones concretas acerca de cómo el cuaderno debe recoger todas las ideas que van surgiendo durante el trabajo:
- Métodos o ideas que se rechazan y por qué.
- Las dudas que aparezcan y su posterior solución.
- Posibles aplicaciones a situaciones diferentes de métodos o criterios vistos para un caso concreto, generalizaciones o particularizaciones.
- Crítica a los métodos seguidos o las conclusiones obtenidas.
- Realización y exposición de informes a partir de fuentes bibliográficas.
- Intervenciones en la exposición pública de aquellas actividades ya trabajadas por los grupos y que por su interés precisen de un tratamiento de mayor profundidad. El debate suscitado permitirá valorar la adecuación de los contenidos incorporados por los alumnos y reconducir aprendizajes erróneos.
- Pruebas individuales escritas y orales.
- Construcción y uso de mapas, modelos o instrumentos.
- Valoración del propio trabajo (autoevaluación) o del trabajo de otros compañeros a través de las exposiciones públicas.

En todos los casos deben valorarse los contenidos conceptuales y procedimentales, la actitud, el interés, la motivación, la solidaridad y la tolerancia que se muestran tanto en los trabajos como en la conducta individual y en el seno del grupo.



# UNIDAD 1. La Tierra y la bóveda celeste

## Introducción

Esta unidad pretende revisar algunos conocimientos que el alumnado posee y relacionarlos con los fenómenos astronómicos de los que derivan. Se trata de incidir en algunas cuestiones relativas a la forma y tamaño de la Tierra. Con ello se inicia el estudio de la tierra como planeta y se pretende analizar qué incidencia tiene el movimiento de rotación terrestre en aspectos tan variados como los puntos y líneas que destacamos en la Tierra, la secuencia día-noche, el movimiento aparente del Sol, etc. Por otra parte, se introduce el concepto de esfera celeste, fundamental como soporte que ayude a comprender la relación entre movimientos reales y aparentes.

La presentación y el trabajo sobre los conocimientos que corresponden a esta unidad se llevará a cabo a través de actividades que el alumnado realizará fundamentalmente en grupo. El papel del profesor o profesora consistirá en seleccionar, coordinar y organizar el trabajo, además de atender las demandas concretas que surjan: aclaraciones, dudas, errores... pues probablemente existan ideas previas muy marcadas que será preciso potenciar o corregir. El trabajo sobre elementos concretos (mapas, esferas, etc.) ayudará a que el alumnado tome una clara conciencia de la realidad frente a la apariencia.

En un mismo grupo conviven estudiantes con diferentes intereses, capacidades y motivaciones, lo que debe preverse a la hora de seleccionar las actividades que se realizarán. No hay duda de que es en el aula donde debe atenderse esa diversidad, por lo que el docente debe ser, más que dispensador de información, facilitador del aprendizaje, es decir, más que dirigir, debe catalizar y entrenar. Esto no sólo supone un cambio de talante a la hora de estar en el aula, sino que además obliga al docente a seleccionar y preparar los materiales que faciliten esa labor. Por ello, al final de esta unidad didáctica se presentan una serie de actividades que permiten “ver” la propuesta concreta de trabajo en el aula correspondiente a los contenidos y objetivos previstos.

## Estructura dada al proceso de enseñanza aprendizaje

### Primera fase

En esta primera fase de la unidad se pretende que el alumnado actualice algunos conocimientos que con seguridad ya ha adquirido en áreas como Ciencias Sociales o Ciencias de la Naturaleza. Junto a estos aparecerán otros que deben conducir a formalizar ciertos conceptos acerca del tamaño y forma reales de la Tierra y conocer y estudiar algunos métodos que permitieron obtener las medidas que dieron paso a tales determinaciones. Este primer contacto se realizará tanto a través de la consideración tridimensional del problema como del manejo de las representaciones planas, es decir, los mapas, y del análisis de éstos como solución a un problema complejo que ha permitido, a través de una evolución importante, manejar de una forma cómoda y rigurosa los distintos elementos de la superficie terrestre.

### Segunda fase

El siguiente paso consistirá en el estudio del movimiento de rotación terrestre, lo que determina la localización de polos y eje. Como resultado de este movimiento aparecerá el ecuador. Todos estos elementos, junto con los meridianos, tienen ya un sentido geográfico para el alumnado; se trata ahora de que poco a poco se asocien a un fenómeno astronómico.

El movimiento de rotación terrestre se relaciona de forma inmediata con el movimiento aparente del Sol respecto del lugar desde el que observamos. De ahí la conveniencia de analizar ambos movimientos de forma conjunta. De este estudio surgirán los puntos cardinales, la forma de orientarse en la Tierra y el horizonte.

Lo visto hasta aquí enlaza sin gran dificultad con los conocimientos del alumnado, pero introducir el concepto de esfera celeste conlleva un mayor grado de dificultad. Para intentar su contextualización se partirá de entenderla como una extensión de la “esfera terrestre” de manera que todos los elementos vistos en la Tierra (polos, eje, ecuador, meridianos, etc.) tienen su correspondiente en ella.

Análogamente a lo que se ha hecho para el estudio de la Tierra, se presentará el planisferio como una solución de gran interés para localizar puntos en la bóveda celeste y orientarse en ella. Se pretende que se entienda como un mapa, esto es, como la representación plana de la bóveda celeste. El manejo del planisferio para la localización de algunas constelaciones, en especial las zodiacales, permitirá iniciar al alumnado en el cielo nocturno. De nuevo existe una relación inmediata entre el movimiento aparente de las estrellas en el cielo y el de rotación de la Tierra, relación que queda patente en el uso del planisferio y que además da lugar a una serie de cuestiones de gran interés: regiones en el cielo, constelaciones visibles, etc.

El hecho de reparar especialmente en las constelaciones del Zodiaco se justifica tanto en su importancia en relación con el estudio de movimiento apa-

rente del Sol en la bóveda celeste como en la relevancia cultural que dichas constelaciones han tenido. Por eso es interesante entrar en el análisis de ciertos aspectos relacionados con su sentido astronómico, para que el alumnado pueda valorar el papel que la Astrología les ha dado. Este puede ser también un buen momento para hacer un estudio de la Astrología, de su importancia en el pasado y de la vigencia que mantiene en algunos sectores de la sociedad actual.

### Tercera fase

Terminará la unidad volviendo al globo terráqueo y localizando lugares a través de las coordenadas geográficas: longitud y latitud. La medida de distancias o la determinación de rutas servirán de apoyo al dominio de ese código de localización. La importancia de los elementos que sirven de origen a este sistema de referencia se potenciará a través del uso de las coordenadas y de la incidencia en aspectos como la presentación de mapamundis, el tiempo civil y algunas otras cuestiones derivadas de esa elección concreta.

Un sistema análogo de coordenadas se introduce en la esfera celeste a partir de considerar de nuevo que ésta es una extensión de la terrestre. De aquí surgirán la ascensión recta y la declinación. La localización de estrellas o puntos en el cielo servirá para adiestrar al alumnado en este código. Hay que tener en cuenta que las coordenadas ecuatoriales dan la ascensión recta en horas, de ahí que sea preciso o bien utilizar datos sólo en grados o bien señalar la relación entre grados y horas, que ya habrá surgido al trabajar sobre el mapamundi.

### Objetivos

1. Realizar observaciones tanto de las sombras del gnomon como de la posición del Sol y de otras estrellas.
2. Utilizar los datos de las observaciones para reconocer los diferentes movimientos objeto de estudio.
3. Alcanzar una imagen real de la Tierra y de su representación plana.
4. Reconocer algunas constelaciones y estrellas especialmente relevantes.
5. Reconocer el planisferio como imagen de la bóveda celeste y utilizarlo adecuadamente.
6. Asociar la secuencia día-noche con el movimiento de rotación de la Tierra.
7. Conocer y utilizar las distintas formas de localizar y situar puntos en las esferas terrestre y celeste.
8. Conocer y utilizar con precisión términos adecuados para referirse a elementos de la esfera celeste y terrestre.

## Contenidos

### *Conceptos*

1. La Tierra y la esfera celeste: elementos y principales características.
2. La Tierra como planeta: forma y dimensiones.
3. Orientación en la Tierra.
4. Movimiento de rotación de la Tierra. Día-Noche. Orto y ocaso del Sol.
5. Coordenadas geográficas: latitud y longitud.
6. Constelaciones del Zodiaco.

### *Procedimientos*

- Reconocimiento y descripción en una esfera de las principales líneas y puntos de la Tierra y de la bóveda celeste.
- Localización en una esfera terrestre de lugares de la Tierra conociendo sus coordenadas.
- Utilización de la fotografía astronómica para comprobar la rotación terrestre.
- Observación, toma de datos, representación gráfica e interpretación de la longitud de la sombra producida por un gnomon a lo largo del día y del año.
- Cálculo del radio terrestre según el método de Eratóstenes.
- Identificación sobre un horizonte natural y simulado de los puntos de salida y puesta del Sol comprobando su variación y simetría.
- Realización de gráficas con las horas de salida y puesta del Sol e interpretación de ellas para estudiar la duración del día y de la noche a partir de datos de Anuarios Astronómicos.
- Utilización de material bibliográfico para realizar trabajos de recopilación, búsqueda de datos, síntesis, etc.
- Uso del planisferio para localizar y medir las posiciones estelares.

### *Actitudes*

- Valorar la importancia de la observación, modelización y elaboración de conjeturas como el método de trabajo propio de la Astronomía.
- Apremiar la Astronomía como ciencia necesaria para la interpretación de fenómenos naturales.

- Respeto a las ideas y métodos utilizados por otros en los trabajos en grupo.
- Valorar críticamente la diferencia entre Astronomía y Astrología.
- Valorar la importancia del papel desempeñado por la Astrología como base para el desarrollo de la Astronomía.

## **Evaluación**

### ***Evaluación inicial***

Se señalan a continuación una serie de criterios que nos permitirán obtener información de aspectos importantes para esta unidad didáctica, y que en cierta forma constituyen el punto de partida del proceso de aprendizaje que va a promoverse. Es conveniente detenerse en este análisis y hacer consciente al alumnado de su situación al iniciarse el proceso de enseñanza/aprendizaje, de manera que pueda prestar una atención selectiva a aquellos aspectos de la unidad didáctica que inciden de forma especial en la modificación de sus esquemas de conocimiento.

1. Forma de la Tierra.
2. Puntos y líneas fundamentales en una esfera.
3. Coordenadas geográficas.
4. Unidades lineales, angulares y de tiempo.
5. Movimiento de rotación terrestre.
6. Movimiento aparente del Sol.
7. Papel de la Astrología.

### ***Evaluación formativa***

A lo largo del proceso de enseñanza/aprendizaje, el profesorado debe tener presente el sentido de cada propuesta y hará consciente del mismo al alumnado. Los indicadores que a continuación se reseñan van a permitir reconocer el aprendizaje para apoyarlo ofreciendo la ayuda necesaria, bien directamente o bien a través de la “tutorización” de otros compañeros que se encuentren en situaciones más aventajadas.

1. Localización de puntos y lugares en la superficie terrestre y en el horizonte.
2. Significado de la representación plana de la Tierra.
3. Utilización correcta de diversas formas de observación para sacar conclusiones sobre los fenómenos que realmente se producen.
4. Relación entre lo aparente y lo real.

5. Localización de puntos en la esfera celeste.
6. Manejo del planisferio.
7. Construcción y uso de modelos para explicar los fenómenos.
8. Precisión y claridad en la elaboración y exposición de informes.
9. Uso adecuado de los términos científicos utilizados.
10. Destreza en el uso de los recursos matemáticos al plantear y resolver problemas, elaborar una tabla de datos, interpretar gráficas, etc.
11. Relación entre Astronomía y Astrología.
12. Organización y desarrollo de los trabajos en grupo.

### *Evaluación sumativa*

A lo largo del proceso se tomarán datos en relación al logro de los objetivos perseguidos. Para ello se tendrán en cuenta:

El cuaderno de trabajo en el que cada alumno y alumna recogerá las conclusiones de las actividades individuales y de grupo, lo que permitirá valorar de forma global el trabajo realizado y la adecuación de los contenidos incorporados.

Exposición pública, por parte de los grupos, de los trabajos de documentación que se propongan o de algunas otras actividades que por su interés o complejidad necesiten de un tratamiento más profundo, como es el caso de la actividad 3.2 que trata del horizonte celeste.

Las construcciones realizadas y el uso que de ellas se haga para explicar fenómenos o situaciones. Por ejemplo, el modelo de esfera celeste de la actividad 4.2.

El uso de instrumentos, como el planisferio, o de otros recursos, como los atlas.

El método seguido para realizar observaciones (por ejemplo, con el gnomon) y la manera en la que se presenten (tablas más o menos completas) y las conclusiones que a partir de ellas se obtengan.

Pruebas individuales o de grupo que pongan de relieve los conocimientos adquiridos.

## ACTIVIDADES

Las actividades que se proponen a continuación son un ejemplo del tipo de propuestas concretas que alumnas y alumnos trabajarán en clase individualmente o grupo. Estas actividades conectan con las distintas fases de la unidad didáctica, como se ha visto en el punto *Estructura dada al proceso de enseñanza/aprendizaje*. No se pretende, desde luego, agotar las tareas a desarrollar en clase, sino marcar una pauta. Quien utilice este material puede introducir nuevas actividades para consolidar alguna de las fases, o desechar otras por no encontrarlas pertinentes. Finalmente, la experiencia personal y las características del alumnado determinarán las decisiones concretas que se tomen sobre cómo trabajar los contenidos previstos en esta unidad.

En algunas de las actividades se propone la realización de un trabajo de documentación y la posterior elaboración de un informe, concretamente en las 1.4, 1.6, 2.5, 3.5 y 6.2. Conviene que el aula de Astronomía esté dotada de los recursos para que el alumnado encuentre el material necesario para trabajar, pero también hay que animar y orientar al alumnado para que utilice otras fuentes.

Puede proponerse la misma actividad a todos los grupos o bien que cada grupo desarrolle una propuesta diferente. En cualquier caso, interesa que se haga una exposición oral de los trabajos utilizando apoyos como dibujos, esquemas, modelos... y recursos como proyector de transparencias, diapositivas, vídeos... de forma que el alumnado tenga la posibilidad de utilizar el vocabulario apropiado, diseñe y valore una exposición en público, reflexione de forma profunda sobre los conocimientos objeto del aprendizaje, respete las opiniones y el trabajo ajenos, etc.

Para hacer la actividad titulada “Cálculo del radio terrestre” se precisaría la colaboración de un grupo de trabajo de otro centro que la desarrolle de forma simultánea y que esté lo suficientemente alejado como para que las diferencias en los ángulos observados sean apreciables. Puede sustituirse tal colaboración por el uso de datos calculados previamente. Otra alternativa consiste en realizar una labor de documentación semejante a la de las actividades antes citadas para estudiar el problema, las ideas de las que se parte para abordarlo y el método, y posteriormente analizar la solución y estudiar su bondad tanto en sus aspectos cualitativos como cuantitativos. Pero se descarta rotundamente proponer esta

actividad como un simple problema de trigonometría, pues no sólo interesa desde el punto de vista de este Taller de Astronomía la solución y el método de trabajo, sino también los datos geográficos de los puntos de observación, el método de estimación de ángulos y los valores obtenidos.

La actividad “Péndulo de Foucault”, numerada como 2.5, puede desarrollarse a través de la construcción del citado péndulo. Si bien la idea es sencilla, se tropieza habitualmente con dificultades técnicas, como los grados de libertad que debe tener el anclaje. Si se encuentra una buena solución para esto, la construcción y la comprobación del movimiento de rotación terrestre resulta sencillo. Por ello se propone estudiar el problema desde un punto de vista documental y realizar una visita a alguno de los centros que disponen de tales péndulos y que además están especialmente preparados para realizar una fácil constatación del fenómeno.

Se propone en el apartado “Movimiento diurno” la construcción de un modelo de esfera celeste que en la actividad 4.2 se describe con detalle. Este modelo será de gran utilidad para la comprensión de algunos fenómenos y situaciones relacionados con el movimiento de rotación terrestre. Aunque el modelo propuesto no presenta ninguna dificultad para su construcción, puede sustituirse por algún otro que permita analizar la relación entre movimientos reales y aparentes prevista en la correspondiente fase de la unidad.

La representación plana de la esfera celeste, es decir, el planisferio, jugará un importante papel a la hora de conocer algunas estrellas y constelaciones y también permitirá profundizar en la idea de horizonte y en la influencia del movimiento de rotación terrestre en la región del cielo que puede ser observada. Por ello es preciso que el aula de Astronomía disponga de un número suficiente de planisferios para que todos los alumnos y alumnas (grupos, en su caso) dispongan de uno.

Las actividades de campo, sobre todo las nocturnas, pueden ser propuestas para su realización en momentos de tiempo libre, aunque es conveniente que se haga alguna salida organizada, en cuyo caso deben prepararse y organizarse las actividades u observaciones para aprovechar al máximo el tiempo que se pase al aire libre.

Las actividades que a continuación se presentan se han dividido en seis bloques para orientar qué tipo de contenidos se van a trabajar .

## **1. Medidas sobre diferentes representaciones de la Tierra**

En este apartado se presentan algunas actividades cuyo objeto es que el alumnado alcance una idea clara de la forma irregular de la Tierra y del interés que se sigue en asociarle un modelo geométrico sencillo que ayude a localizar puntos en ella y permita utilizar las propiedades de simetría, secciones planas, etc. Algunas de las actividades están dirigidas a conocer ciertos métodos de medida utilizados en diferentes épocas y que han sido verdaderos hitos desde el punto de vista científico y cultural, aunque la dificultad de darles un tratamien-

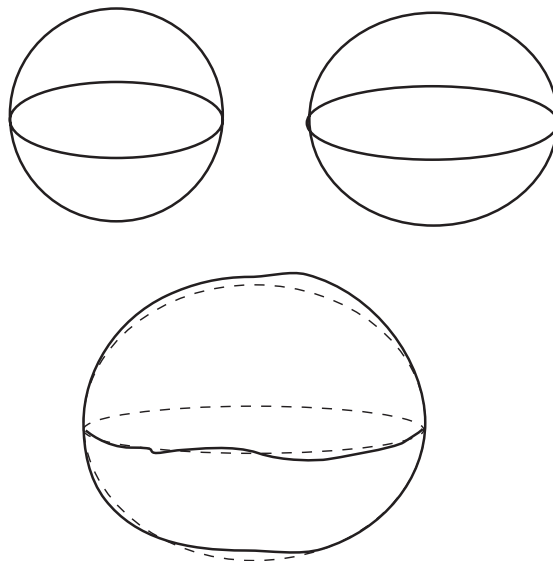


to adecuado impide que se les dé la consideración prioritaria que merecen y que tendrían en un ámbito de formación diferente.

Nos parecen fundamentales las actividades 1.1, 1.4 y 1.5. Las actividades 1.2 y 1.3 sirven para profundizar. La actividad 1.6 la presentamos como opcional; la decisión de realizarla o no depende de la programación concreta que se haga, del interés que pueda suscitar o de la disponibilidad de tiempo.

### 1.1. Forma y dimensiones de la Tierra

- Elabora una tabla con los datos más significativos de la Tierra: radio ecuatorial, radios polares, densidad, masa... Estos datos pueden obtenerse de libros de geología o de atlas.
- Aquí se muestran tres representaciones de la forma de la Tierra. Se trata de situar los valores de los radios anteriores en cada una de ellas.



### 1.2. Identificación de los distintos continentes, países y accidentes geográficos sobre un atlas o bola del mundo

Realización de un juego sobre geografía mundial. Se pretende que el alumnado discuta y fije las reglas de juego (forma de hacer las preguntas, forma de responderlas, puntuaciones, etc.). Básicamente se trata de que cada grupo disponga de un mapamundi físico mudo sobre el que tiene que localizar los accidentes geográficos (continentes, cordilleras, penínsulas, ríos, océanos, mares, golfos, etc.) que preguntan los otros grupos.

### 1.3. Cálculo del radio de la Tierra por el método de Eratóstenes

Realización de esta experiencia o estudio teórico de la misma. En cualquier caso estudiar la veracidad de las medidas utilizadas por Eratóstenes. La

realización práctica requiere la coordinación con un grupo de otro centro de un lugar lo más alejado posible en latitud.

#### 1.4. Medida del grado del meridiano

Elaborar un informe sobre cómo y con qué intención se hizo esta medida. Igualmente debe atenderse al momento histórico concreto, es decir, qué estados, instituciones y personas intervinieron en este estudio.

#### 1.5. Medida de distancias en distintas superficies

- Con un folio, construye un cilindro abierto (sin bases). Dibuja tres puntos en él. ¿Puedes medir sus distancias? Si desarrollas el cilindro te resultará mucho más fácil.
- Construye un cono. Dibuja tres puntos en él y mide sus distancias. ¿Cómo lo harías?
- Dibuja tres puntos sobre una pelota de ping pong. ¿Puedes medir ahora las distancias entre ellos como en los otros casos? ¿Por qué? ¿Se te ocurre alguna forma de hacerlo?

#### 1.6. Representación plana de la Tierra

- Consulta la bibliografía a tu alcance para hacer un esquema de los diferentes tipos de representación de una esfera en el plano. Describe las dificultades más importantes que aparecen.
- Se facilitará a cada grupo de alumnos mapamundis diferentes que utilizan representaciones distintas. Se propone que los alumnos decidan el tipo al que pertenece cada una de ellas y comprueben las propiedades métricas que verifican.
- Con una representación de Mercator de la Tierra, ¿podrías asegurar que el continente australiano tiene mayor superficie que la isla de Groenlandia?

## 2. Movimiento de rotación de la Tierra

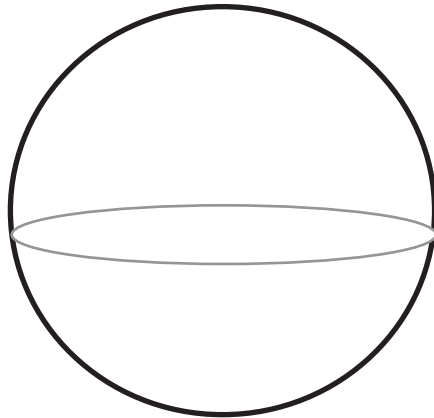
En un primer momento se presentan elementos básicos ya conocidos, como polos, meridianos y otros que van a ser utilizados habitualmente y que deben ser reconocidos con seguridad y nombrados con propiedad. Tales elementos serán trabajados en representaciones tridimensionales, vistas planas de la esfera, mapas y atlas. En este apartado se pretende también que se asocie la secuencia día-noche con el movimiento de rotación terrestre y además con un sentido concreto de giro. Las direcciones de orto y ocaso van a permitir una pri-

mera solución al problema de la orientación. Se trata de una aproximación, por lo que no debe insistirse en asociar esas direcciones con los puntos cardinales, puesto que se crearía una contradicción con conocimientos posteriores que irán refinando el concepto y los métodos de orientación.

Son fundamentales las actividades 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4, quedando como opcional la 2.5. Esta actividad podría complementarse con una visita a un centro de divulgación científica donde se exhiba uno de estos instrumentos (Casa de las Ciencias de La Coruña, Museo de la Ciencia de Barcelona, etc.).

### 2.1. Ecuador, paralelos y meridianos

Sobre la representación plana de una esfera, marca el Ecuador, los polos, el eje polar, los meridianos y los paralelos.



### 2.2. Ecuador, paralelos y meridianos en la esfera

- Sobre una pelota o globo esférico, representa el ecuador, el eje polar, los meridianos y los paralelos.
- Relaciona cada uno de los anteriores elementos con la rotación de la Tierra.

### 2.3. Determinación del sentido de giro de la Tierra

- Con ayuda de un globo terráqueo y una fuente de luz (bombilla, proyector de diapositivas, la luz de una ventana...), determina cuál de los dos posibles sentidos de giro realiza realmente la Tierra. ¿Qué tiempo invierte en realizar una vuelta completa?
- En este modelo, la parte iluminada por la fuente de luz representa la zona de la Tierra donde es de día, mientras que la parte en sombra representa la zona de noche. Sitúa un punto del globo en el que sea me-

diodía. En ese mismo instante, ¿dónde está amaneciendo? ¿Dónde anocheciendo? ¿Dónde es medianoche?

- Trata de reproducir los momentos del amanecer y del anochecer en el lugar donde vives.

#### 2.4. Los Puntos Cardinales en distintos lugares de la Tierra

- Localiza el Este y el Oeste para los puntos que has utilizado en la práctica anterior.
- Dibuja varias “*Rosas de los Vientos*” en papel adhesivo y pon una de ellas en la posición que ocupa tu ciudad en el globo terrestre. ¿En dirección de qué punto importante de la Tierra apunta la flecha del Norte? ¿En dirección de qué paralelo importante apunta la flecha del Sur? ¿Qué océano está al Oeste? ¿Qué mar al Este?
- Identifica la dirección de los cuatro Puntos Cardinales en el lugar en el que te hallas en este momento.
- Sitúa ahora “*Rosas de los Vientos*” en las siguientes ciudades del Hemisferio Norte terrestre: Estocolmo, Moscú, El Cairo, Tokio, San Francisco, Caracas y Tenerife. ¿Puedes identificar los accidentes geográficos más relevantes que quedan hacia el Este y hacia el Oeste de cada una de las ciudades anteriores?
- Ordena de Este a Oeste las ciudades anteriores empezando en Tenerife. Haz lo mismo empezando en Tokio.
- Busca en el globo la capital de Ecuador, Quito. Sitúa sobre ella una de tus rosas de los vientos. ¿Existe alguna diferencia con las que has colocado en las ciudades del Hemisferio Norte?
- Coloca una de tus rosas de los vientos en cada una de las siguientes ciudades del Hemisferio Sur terrestre: Ciudad del Cabo, Camberra, Lima, Buenos Aires, Santiago de Chile, y Wellinton. ¿En dirección de qué paralelo importante apunta la flecha del Norte? ¿En dirección de qué punto importante de la Tierra apunta la flecha del Sur? ¿Puedes identificar los accidentes geográficos más importantes que quedan hacia el Este y hacia el Oeste de cada una de las ciudades anteriores? Ordena de Este a Oeste las ciudades anteriores empezando por Buenos Aires.
- Existen dos puntos en la Tierra donde no sirven las rosas de los vientos que has dibujado. ¿Podrías identificarlos? Dibuja para cada uno de ellos la que le corresponde.
- Ordena de Norte a Sur todas las ciudades anteriores.
- Transporta todo lo anterior a una representación plana de la Tierra.

**Material necesario:**

- Un globo del mundo por cada grupo de trabajo.
- Papel adhesivo.
- Tijeras.
- Mapamundis planos.

**2.5. Estudio del péndulo de Foucault**

El péndulo de Foucault estableció la primera prueba de que la Tierra tiene un movimiento de rotación, prueba basada en la observación de un sistema situado en la propia Tierra.

- Realiza un estudio sobre los fundamentos, las características y la relevancia científica de este interesante experimento.

**3. La bóveda celeste**

Este grupo de actividades está destinado a entender la bóveda celeste como una esfera enorme cuyo centro es el mismo que el de la Tierra y que, por lo tanto, los puntos y círculos estudiados en la Tierra se pueden introducir en la nueva esfera y que además van a tener un papel similar para localizar puntos, orientarse o reconocer movimientos. Interesará también que tales elementos se reconozcan en representaciones espaciales, en vistas planas de éstas y en representaciones planas, tanto en atlas de estrellas como en el planisferio. Este aparece por vez primera, pero va a convertirse en un instrumento de gran importancia; de ahí que se le dedique una especial atención.

Son fundamentales las actividades 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5. La actividad 3.2 es de gran importancia, porque introduce el concepto de horizonte, pero conlleva dificultades el reconocimiento de dicho plano; por ello se insiste en señalarlo en diferentes posiciones.

Las actividades 3.6 y 3.7 son de profundización. La 3.6 es muy interesante, pues ofrece la oportunidad de relativizar ciertas ideas (signos del Zodiaco) que la Astrología maneja de forma habitual y que están muy difundidas en la sociedad. La propuesta 3.7, y otras similares, no persigue que la observación sea una actividad relacionada con el trabajo académico de esta materia, sino que puede plantearse como una actividad voluntaria de tiempo libre. Es importante que el alumnado cree sus propios deseos de saber y tenga los conocimientos básicos y los medios necesarios para satisfacer su curiosidad intelectual.

**3.1. Extensión de la esfera terrestre al cielo**

- Sabiendo que la Bóveda Celeste se define como una esfera de radio muy grande, y centrada en la Tierra, dibuja los principales elementos

de la bóveda celeste en una esfera: Ecuador Celeste, paralelos celestes, meridianos celestes, polos celestes (Norte y Sur), etc.

- Dibuja dos esferas concéntricas. La más pequeña representa a la Tierra y la más grande a la bóveda Celeste. Identificando los puntos y líneas más importantes sobre la esfera terrestre, te resultará muy fácil la extensión a la celeste.

### 3.2. El horizonte en la bóveda celeste

#### a) *En el Polo Norte*

- Repite el dibujo de la práctica anterior, pero exagerando las dimensiones de la esfera celeste (que sea mucho mayor que la terrestre). Dibuja una línea recta perpendicular al eje de rotación de la Tierra y que pase por el Polo Norte Terrestre. Prolóngala hasta la Esfera Celeste. Si la esfera celeste tuviera un radio infinitamente grande, los dos puntos en los que esta línea la intersecta se encontrarían sobre un paralelo muy especial: ¿sobre cuál?
- Imagina ahora que estás en el Polo Norte de la Tierra. Sitúa mentalmente el ecuador terrestre y el eje de rotación de la Tierra. La dirección del eje de rotación de la Tierra coincide con la vertical del Polo Norte Terrestre. ¿A qué altura sobre el horizonte se encontraría el Polo Norte Celeste? En la esfera celeste, el punto más alto se denomina cenit y está justamente encima de nuestras cabezas. En el caso concreto de un observador situado en el Polo Norte Terrestre el cenit y el polo Norte Celeste son el mismo punto.
- Llamamos Horizonte del lugar al círculo imaginario sobre la bóveda celeste que resulta de unir todos los puntos que se encuentran a  $90^\circ$  del cenit. Este círculo coincide con la prolongación a la bóveda celeste de la línea del horizonte terrestre. ¿Sabrías decir con qué círculo importante de la bóveda celeste coincide el horizonte del lugar para un observador situado en el Polo Norte Terrestre?

#### b) *En el Polo Sur*

Repite la práctica anterior pero ahora imagina que estás en el Polo Sur de la Tierra. ¿Dónde situarías ahora el cenit? ¿Con qué línea coincide ahora el horizonte del lugar?

#### c) *En el Ecuador*

Vuelve a dibujar las dos esferas concéntricas (una mucho mayor que la otra). En la que representa a la Tierra dibuja como siempre el Ecuador y los polos. En la que representa a la esfera celeste dibuja el ecuador celeste y los polos celestes Norte y Sur. Imagina que te encuentras en un lugar de la Tierra que se encuentra en el Ecuador (por ejemplo en Quito). ¿Sobre qué línea dibujarías el

cenit? ¿Sabrías dibujar el horizonte del lugar de alguien situado en Quito? ¿Por qué dos puntos importantes de la bóveda celeste pasa el horizonte del lugar de alguien que vive en el ecuador de la Tierra?

*d) En tu ciudad*

- Repite una vez más el dibujo de las dos esferas concéntricas. Sitúate en tu ciudad y marca sobre la esfera celeste el cenit y el horizonte del lugar correspondientes.
- Como puedes comprobar, el cenit y el horizonte del lugar son elementos de la bóveda celeste que varían con la posición del observador sobre la Tierra. ¿Ocurre lo mismo con los polos celestes y con el ecuador celeste?

El punto de la bóveda celeste que se encuentra en la dirección opuesta al cenit se llama nadir. Así como el cenit se encuentra sobre nuestras cabezas, el nadir se localiza en la dirección de nuestros pies.

El horizonte del lugar es una línea muy importante, ya que determina los astros que se ven y los que no, en un lugar y en un momento determinado. Solamente podrán verse aquellos astros situados por encima del horizonte. Además, cuanto más cerca del cenit se sitúen los astros, mejores son sus condiciones de visibilidad.

- ¿Sabrías identificar los elementos con los que has estado trabajando en la bóveda celeste real que tienes encima de tu cabeza? (Quizá sea interesante salir a un espacio abierto con un horizonte lo más despejado posible).

### 3.3. Representación plana de la bóveda celeste. El planisferio.

Una de las representaciones planas de la esfera celeste más utilizada es la que se usa en los instrumentos llamados *planisferios*. Como veremos, este instrumento se utiliza para la localización e identificación de las estrellas y las constelaciones que se encuentran en la parte de la bóveda celeste visible en un lugar y momento dados.

- Utilizando la parte fija de un planisferio, busca los elementos de la bóveda celeste que ya conoces: ecuador celeste, polo norte celeste y cenit. Localiza también los puntos cardinales y el horizonte del lugar.
- La línea recta que pasa por el cenit, por el polo norte celeste y por los puntos cardinales norte y sur se llama *Meridiano del Lugar*. ¿Sabrías identificarla en la bóveda celeste?

### 3.4. Descripción y uso del planisferio

Repartir un planisferio a cada grupo de alumnos.

Como se puede ver, un planisferio consta de dos partes bien diferenciadas: por un lado está el disco fijo en el que se representan las estrellas y las constelaciones así como algunos de los elementos más importantes definidos sobre la esfera celeste. Además, en la parte externa del disco encontramos una escala donde se representan los días y los meses del año. Por otro lado vemos el disco móvil de plástico, con una ventana transparente y una parte opaca, que gira respecto al disco fijo sobre un pequeño remache situado en el centro del instrumento. En este disco móvil puedes ver alguno de los elementos de los que hemos hablado en las prácticas anteriores (cenit, puntos cardinales, meridiano del lugar, etc.). En la parte más externa del disco puedes ver una escala con las horas que tiene el día.

El Planisferio es un instrumento que sirve para identificar los astros que son visibles en un lugar y a una hora determinados. La mayoría de los planisferios que se venden en nuestro país son válidos para lugares cuya latitud se sitúa en torno a los 40° Norte, por lo que los podemos utilizar para nuestros fines. No obstante, es conveniente asegurarse de que el planisferio que estamos utilizando es válido para nuestra latitud.

Para “poner en hora” nuestro planisferio basta con hacer coincidir la fecha en que nos encontramos (buscarla en el exterior del disco fijo) con la hora a la que vamos a observar (en el extremo del disco móvil). La hora en la que debemos fijarnos es la **hora solar** (no la del reloj). Así, a la que marca nuestro reloj tendremos que restarle una hora en horario de invierno y dos en horario de verano. Hecha esta operación, la parte del disco fijo que queda dentro de la ventana del disco móvil es la parte de la bóveda celeste que tenemos en ese momento sobre nuestras cabezas.

- Trata de obtener la parte de la bóveda celeste que está en este momento sobre el horizonte. ¿Qué estrellas acaban de salir por el Este? ¿Qué constelación está en el cenit? ¿Cuáles se van a poner por el Oeste? ¿Reconoces alguna estrella o constelación en la zona del Norte? ¿Dónde crees que está la Estrella Polar? ¿Cómo sería un planisferio válido para un observador situado en el Polo Norte?
- Fíjate ahora con cuidado en la disposición de los puntos cardinales en tu planisferio. Dibuja una rosa de los vientos e intenta hacerla coincidir con los puntos cardinales del planisferio. ¿Notas alguna irregularidad?
- Ahora, localiza los puntos cardinales en el lugar en el que te encuentras e intenta orientar tu planisferio. ¿Qué dificultad encuentras? ¿Se te ocurre una manera de que los puntos cardinales del planisferio coincidan con los reales?

El porqué de esta forma tan curiosa de utilización del planisferio hay que buscarlo en su finalidad. El planisferio no es un instrumento pensado para ser utilizado en un aula o sobre una mesa; es un instrumento “de campo”, para usarlo en el lugar donde se va a realizar una observación astronómica. Por lo tanto, ya que la observación de los astros la realizamos siempre “mirando hacia arriba”, es comprensible que también el planisferio haya que utilizarlo “mirando



hacia arriba” (si no estuviera pensado de esta forma, se ocasionarían grandes conflictos de lateralidad al intentar identificar las constelaciones dibujadas en el planisferio con las que estamos viendo en el cielo).

- Sitúa el planisferio en la fecha correspondiente al día de hoy, mueve el disco móvil de tu planisferio de manera que por este día las horas vayan pasando hacia adelante (por ejemplo, si es el día 13 de noviembre a las 15:00 hora solar, mueve el disco de forma que sobre este día se coloquen las 16:00 primero, las 17:00 después, etc.). Realizando este movimiento suavemente, fíjate en lo que ocurre con las estrellas del disco fijo respecto de la ventana de visibilidad. ¿Por qué zona se ocultan las estrellas? ¿Por qué zona aparecen otras? ¿Qué ocurre con la estrella Polar? ¿Qué movimiento de la Tierra crees que estás representando de esta manera?

### 3.5. El Zodíaco y la astrología

Seguro que sabes cuál es tu signo del Zodíaco y que está relacionado con la fecha de tu nacimiento. Haz un trabajo en el que se describan las siguientes cuestiones: símbolo de cada signo del Zodíaco, fechas que corresponden a cada uno de ellos, origen de los signos y símbolos del Zodíaco, fundamentos astronómicos y papel de la Astrología a lo largo de la Historia.

### 3.6. El Zodíaco y el planisferio

- Si has mirado las constelaciones que aparecen en el planisferio, seguro que hay unas cuantas de ellas cuyos nombres te resultan familiares: Leo, Virgo, Libra, etc. Se trata de las constelaciones del Zodíaco. Búscalas todas en tu planisferio. La mayoría de los planisferios tienen dibujada una línea que pasa por todas ellas. El nombre de esta línea es *Eclíptica* (más adelante volveremos sobre ella) y representa la trayectoria aparente que sigue el Sol, respecto del fondo de estrellas, a lo largo de un año. El Sol, la Luna y los planetas del sistema solar se sitúan siempre en una estrecha franja centrada en la Eclíptica.
- Pero para que distingas claramente la diferencia entre *Constelaciones del Zodíaco* y *Signos del Zodíaco* te sugerimos la siguiente práctica. Haz coincidir la línea del meridiano del lugar (que se corresponde con las 12:00 horas) con el día de tu nacimiento. Fíjate en qué punto se corta esta línea con la eclíptica. Ese punto es el lugar en el que se encuentra el Sol en el día del año en que tú naciste. ¿En qué constelación se encuentra este punto? ¿Coincide con tu signo del Zodíaco? (Hace dos mil años sí que hubiera coincidido, pero un movimiento del eje de rotación de la Tierra llamado de *Precesión*, ha hecho que en estos años la posición relativa del Sol respecto del fondo de estrellas haya cambiado, por lo que los Signos del Zodíaco ya no sirven para fijar la posición del Sol respecto de las estrellas). La constelación que

has encontrado es aquella en la que realmente se encontraba el Sol el día que tú naciste, y no en la constelación que te dice tu signo del Zodiaco.

- ¿Qué opinión te merecen ahora los horóscopos?

### 3.7. Práctica de campo con el planisferio

A pesar de que un planisferio puede ser utilizado para muchas actividades, la función principal para la que está pensado es la de reconocimiento de constelaciones. Busca en tu planisferio las constelaciones que puedes ver esta noche en tu ciudad. ¿Conoces alguna de ellas? Aprovecha las noches despejadas para salir a un lugar oscuro (lo más alejado posible de las luces de la ciudad) y poner en práctica la localización de constelaciones y estrellas utilizando el planisferio.

## 4. Movimiento diurno en la bóveda celeste. Día y noche

Desde esta sección se pretende estudiar de forma detallada el movimiento de rotación que ya ha sido presentado con anterioridad y algunas situaciones que de él se derivan, como el movimiento aparente del Sol o las diferentes regiones del cielo.

La actividad 4.1 tiene carácter básico, siempre que se disponga de los elementos adecuados para desarrollarla. Si manejamos fotografías ya realizadas, pierde bastante interés y podría introducirse con carácter de profundización al final de esta parte. Las actividades 4.2, 4.3 y 4.5 son fundamentales y la construcción del instrumento que se describe en 4.2 es imprescindible, puesto que va a ser utilizado en diferentes unidades y además permite visualizar y comprender de forma sencilla movimientos y hechos que de otra manera serían de difícil presentación. La actividad 4.4 es de profundización.

### 4.1. Fotografía del movimiento diurno en las estrellas

- Con una máquina fotográfica réflex (a ser posible) que disponga de cable disparador y un trípode para que la máquina quede anclada el tiempo suficiente, realiza una o varias fotos del cielo nocturno con una exposición de diferente duración (entre uno y quince minutos). Asegúrate de que el enfoque esté en infinito y el diafragma abierto al máximo.
- Si en alguna de las tomas tienes la precaución de apuntar a la estrella Polar, observarás que las demás estrellas describen arcos de circunferencia concéntricos con ella. ¿Cómo explicarías la causa de este fenómeno?

**Material necesario:**

- Cámara de fotos Réflex con cable disparador.
- Trípode para cámara fotográfica.
- Película de alta sensibilidad. (Para lugares con el cielo muy oscuro se recomienda por encima de 400 ASA).

**4.2. Construcción de un modelo de esfera celeste**

Se trata de construir un modelo que sirva para explicar los movimientos que tienen lugar en la bóveda celeste.

**Material necesario:**

- Esfera hinchable.
  - Cartón grueso.
  - Listones de madera.
- Cortad una circunferencia gruesa en el cartón (figura 1). Esta circunferencia va a hacer las veces de meridiano y servirá también para sujetar la esfera hinchable por sus dos polos.
  - Construid también con el cartón un plano como el que aparece en la figura 2. Se trata de un cuadrado con un círculo hueco en medio (donde irá alojada la esfera hinchable) con dos entrantes en los que se alojará el meridiano. Es conveniente reforzar los bordes de este plano con listones de madera pegados

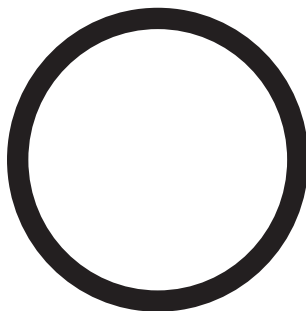


Figura 1

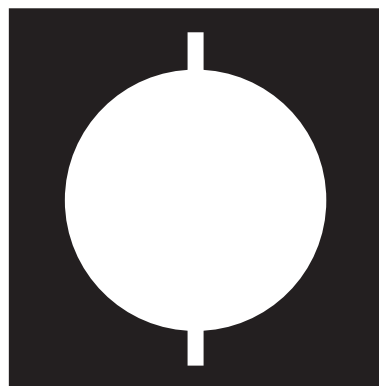


Figura 2

- El punto más complicado de este modelo consiste en diseñar un modo de enganchar la esfera hinchable al meridiano, de forma que esta pueda girar libremente en torno a un eje. Nosotros sugerimos que se incrusten en la parte interior de dos puntos opuestos del meridiano dos

taponos de plástico, los cuales sujetarán la esfera hinchable por presión (el propio tapón de la esfera puede quedar dentro de uno de estos dos taponos de plástico impidiendo que se salga al girar).

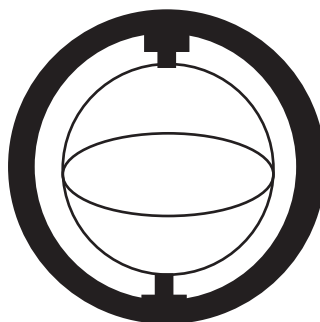


Figura 3

- Como se ve en la Figura 4, el plano hace las veces de Horizonte del Lugar, por lo que en él hay que marcar los cuatro Puntos Cardinales: el Norte se sitúa en el punto más cercano a la posición del eje de giro que queda por encima del horizonte y los demás a 90°.

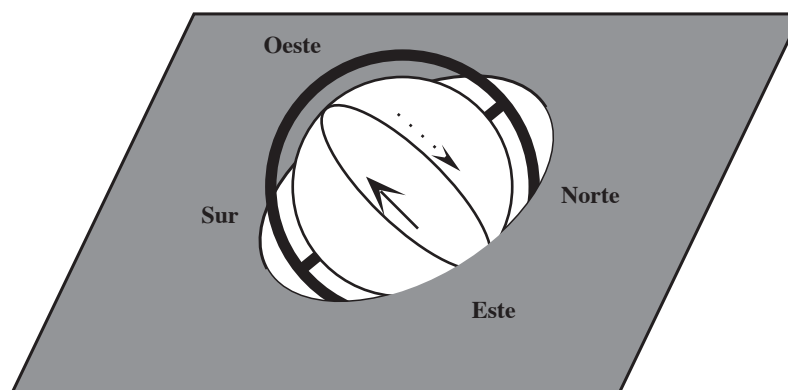


Figura 4

- Girando la esfera hinchable en la dirección que marcan las flechas, podemos representar el movimiento de la esfera celeste como consecuencia de la rotación terrestre.
- Una cinta adhesiva de color a mitad de distancia de los dos polos puede hacer las veces de Ecuador Celeste.
- Además, si hacemos variar la inclinación del eje de rotación, podemos simular la esfera celeste en distintas latitudes: si el eje de rotación es perpendicular al plano que representa el horizonte, estaremos en el Polo Norte (o en el Sur); si el eje de rotación se encuentra en el plano del Horizonte, ¿en qué lugar de la Tierra nos encontraríamos? Busca en un atlas la latitud de tu ciudad y haz que la inclinación de tu esfera celeste coincida con ese ángulo (te resultará más fácil si marcas una

escala graduada en la circunferencia de cartón que hemos utilizado de meridiano).

#### 4.3. Movimiento del Sol en la bóveda celeste durante 24 horas

A lo largo del año, el Sol no pasa por todos los puntos de la bóveda celeste. En realidad describe una circunferencia que llamamos *Eclíptica*. Esta circunferencia está inclinada con respecto al ecuador celeste unos  $23^\circ$  y medio, pero lo corta en dos puntos diametralmente opuestos. Utiliza cinta adhesiva para marcar la Eclíptica en tu esfera celeste. Verás cómo la mitad de la eclíptica queda en el hemisferio Norte celeste y la otra mitad en el Sur. Hay dos días al año en que el Sol se encuentra en la Eclíptica y en el Ecuador a la vez: son los Equinoccios de Primavera y Otoño.

- Recorta un círculo de papel adhesivo (que hará las veces de Sol) y pégalo en uno de estos puntos. Si giras tu esfera celeste hasta que dé una vuelta completa, habrás reproducido el movimiento del Sol en uno de los equinoccios. ¿Sabrías decir con qué línea de las que tienes en tu esfera coincide esta trayectoria?
- Sitúa el Sol en un punto cualquiera de la eclíptica y gira la esfera de forma que dé una vuelta completa. Han transcurrido 24 horas. En este movimiento, ¿cuándo es de día y cuándo de noche?
- Si pones tu círculo que representa al Sol en un lugar de la eclíptica que esté por debajo del Ecuador, ¿qué será más largo, el día o la noche? ¿Qué ocurre si pones el Sol en un punto de la eclíptica por encima del ecuador? ¿Y si lo pones en uno de los equinoccios?
- Situando el sol en diversos puntos de la Eclíptica, fíjate por qué puntos sale y por cuáles se pone. ¿Siempre lo hace exactamente por los puntos cardinales Este y Oeste? ¿Cuándo lo hace más al Norte y cuándo más al Sur? Si en un día el Sol sale más al Norte del Punto Cardinal Este, ¿por dónde realizará la puesta, más al Norte del Punto Cardinal Oeste, más al Sur o justamente sobre el Oeste?
- A la vista de lo anterior, elabora una lista de conclusiones.

#### 4.4. Regiones en la bóveda celeste: región circumpolar Norte, región no circumpolar y región circumpolar Sur

- Vamos a utilizar nuestra esfera celeste para señalar algunas regiones importantes. Primero posicónala a una latitud que coincida más o menos con la de tu ciudad. Girándola en torno a su eje de rotación, comprobarás que la mayoría de los puntos salen por encima del horizonte (más o menos por la zona del Este) y después se ponen (más o menos por la del Oeste). ¿Encuentras algún punto que no realice este proceso de salida y puesta? ¿Podrías delimitar con una cinta adhesiva la región

en la que se encuentran todos estos puntos? Esta región se denomina circumpolar Norte y contiene estrellas que se ven todas las noches del año.

- ¿Sabrías delimitar la región circumpolar Sur? ¿Cuándo serían visibles estas estrellas?
- ¿Qué ocurre con las estrellas que quedan en la región intermedia?
- Fíjate cómo cambian estas regiones si cambias la altura del polo norte celeste sobre el horizonte (o lo que es lo mismo, la latitud del lugar de observación).
- ¿Sabrías decir cuáles son las regiones circumpolares para un observador situado en el Polo Norte de la Tierra?
- ¿Y para uno que está en el Ecuador?
- ¿Qué estrellas no vería nunca un observador de la ciudad de Buenos Aires? ¿Cuáles vería todas las noches despejadas?

#### 4.5. Movimiento de la sombra del gnomon

Se llama gnomon a un palo o varilla perpendicular al suelo.

- Con un gnomon, estudia la variación de la dirección y longitud de la sombra a lo largo del día haciendo observaciones periódicas. Dibuja los resultados y traza la curva que permite seguir el recorrido de la sombra.
- Realiza esta experiencia en distintas épocas del año, por ejemplo una vez al mes. Son interesantes los días de cambios de estación.
- Guarda los resultados de cada día de observación y compáralos.
- ¿Qué observas? ¿A qué crees que obedecen las diferencias entre las curvas?

### 5. Medidas en la tierra y en la bóveda celeste

Se pretende en esta sección recordar algunas cuestiones que el alumnado ya conoce a través de las diferentes áreas curriculares y que recibirán más adelante un tratamiento más detallado. Se trata del manejo de medidas angulares, unidades de tiempo y unidades de longitud.

Las actividades 5.2 y 5.3 son básicas. La 5.1 es de profundización y la 5.4 queda como opcional, aunque resulta interesante y útil que se conozcan los sencillos métodos que en ella se proponen para medir ángulos de forma aproximada.

### 5.1. Unidades de medida en la Tierra

Como sabes, acostumbramos a medir distancias entre ciudades en kilómetros. Decimos que Madrid está a 400 kilómetros de Pamplona o que Zaragoza se encuentra a 180 km.

Cuando las ciudades están relativamente cerca unas de otras (en comparación con las dimensiones de la Tierra), la medida de la distancia que las separa se realiza teniendo en cuenta el camino recorrido por la carretera más directa entre ambas. Sin embargo, cuando las dos ciudades están muy lejos una de otra, medimos la distancia que las separa siguiendo el camino más corto. En un plano, el camino más corto que une dos puntos es la línea recta que pasa por ellos, pero en una esfera tenemos que utilizar líneas curvas (circunferencias). De todos los arcos de circunferencia que unen dos puntos de una esfera, el más corto es aquel que tiene su centro en el mismo sitio que la propia esfera (círculos máximos). Los meridianos terrestres son círculos máximos, pero los paralelos no.

- Calcula las distancias entre las siguientes ciudades:

Londres-Castellón

Londres-Accra (Ghana)

Estocolmo-Ciudad del Cabo

Tokio-Adelaida (Australia)

Quebec-Santiago de Chile

Quito-Singapur

San Petesburgo-Anchorage (Alaska)

### 5.2. Husos horarios en la Tierra

Busca en un atlas un mapa del mundo con los diferentes husos horarios marcados.

- ¿Cuál es la diferencia horaria entre España y Japón? ¿Cuál entre España y Panamá?
- ¿Dónde crees que sale antes el Sol, en España o en Japón?
- ¿Qué diferencia horaria existe entre España y Sudáfrica?
- ¿Existe diferencia horaria entre la ciudad de La Coruña y Roma? ¿En cuál de estas dos ciudades crees que sale antes el Sol?
- ¿Crees que hay diferencia en la hora de puesta del Sol entre las ciudades de La Coruña y Barcelona? ¿Hay diferencia horaria entre ambas?
- Londres está en el meridiano 0. Cuando en Londres sea mediodía ¿en Berlín habrá pasado ya el mediodía? ¿Y en Pekín? ¿Y en Nueva York?
- Si es el mediodía en Las Palmas, ¿qué hora marcará tu reloj en Pamplona?

- Si en Pekín son las 10 de la mañana, ¿qué hora sería en Sao Paulo? ¿Y en Castellón?
- Cuando sea mediodía en Sao Paulo ¿qué hora es en tu ciudad?
- ¿Barcelona y La Coruña están en el mismo huso horario? ¿Deberían tener la misma hora?

### 5.3. Medidas en la Bóveda Celeste

- Utiliza la figura para determinar cuántos grados recorre el Sol en cada una de las constelaciones por las que pasa a lo largo del año.
- Expresa el resultado también en días.





#### 5.4. Separación angular entre dos puntos de la bóveda celeste

Con el brazo extendido, el grosor de tu dedo pulgar cubre dos grados de la esfera celeste. El puño cerrado cubre  $10^\circ$  y la mano extendida  $20^\circ$ .

- Comprueba la validez de estas afirmaciones en el campo, ayudándote de un atlas de estrellas. Por ejemplo, el pulgar tapa completamente el disco solar ya que éste abarca medio grado en la bóveda celeste. ¿Ocurre lo mismo con la luna llena?
- Planifica y realiza algunas mediciones que involucren a estrellas.

### 6. Sistemas de coordenadas terrestres y celestes

Se trata aquí de volver sobre las coordenadas geográficas en las distintas representaciones de la Tierra e introducir un sistema de localización para los cuerpos celestes como ampliación del ya conocido en la Tierra.

Serán básicas las actividades 6.1, 6.2 y 6.5, mientras que la 6.3 y la 6.4 servirán para profundizar en los contenidos tratados.

#### 6.1. Sistema de referencia en la esfera

En una esfera en la que has señalado el ecuador y un meridiano, realiza las operaciones siguientes:

- Sitúa un punto cualquiera.
- Dibuja su meridiano y su paralelo.
- Describe verbalmente su situación en el globo y anota el criterio que has utilizado.
- Indícale a tu compañero los datos necesarios para la localización de ese punto y que él lo represente en su esfera.
- ¿Coinciden los dos puntos? ¿Los criterios de referencia son los mismos?
- Pon en común con tus compañeros tu sistema de localización de puntos en la esfera y decidid cuál es el más conveniente.

#### 6.2. El meridiano de origen

- Busca en algún libro o atlas el mapamundi de Ptolomeo. Esa es la imagen que se tuvo de la Tierra durante muchos siglos. Localiza en él los puntos y líneas fundamentales de la Tierra: ecuador, paralelos, meridianos... De los elementos que ya conoces, ¿cuáles echas de menos en este mapa?

- Para localizar puntos, se utilizaban como referencia el ecuador y el meridiano que aparece dibujado más a la izquierda. Según este sistema, ¿cuáles serían las coordenadas de Hispalis, Alejandría, Roma, Londres y de la aldea de Asterix?
- ¿Cuáles son las coordenadas de estas ciudades en el sistema de referencia actual?

### 6.3. Coordenadas terrestres en la esfera

- Sobre una esfera o globo, señala el ecuador, los polos y un meridiano que consideramos origen. Representa los siguientes puntos:

P (longitud  $45^{\circ}\text{E}$ , latitud  $60^{\circ}\text{S}$ ).

Q (longitud  $60^{\circ}\text{O}$ , latitud  $30^{\circ}\text{N}$ ).

R (longitud  $0^{\circ}$ , latitud  $45^{\circ}\text{N}$ ).

S (longitud  $120^{\circ}\text{O}$ , latitud  $10^{\circ}\text{S}$ ).

T (longitud  $180^{\circ}\text{E}$ , latitud  $90^{\circ}\text{N}$ ).

- Dibuja otros puntos en la esfera y que tu compañero les asocie sus coordenadas aproximadas.

### 6.4. Desplazamiento en la esfera. Rumbo

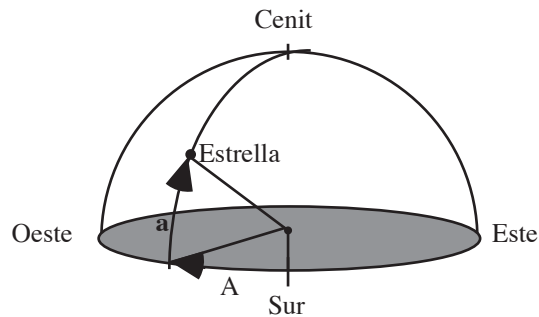
- Tres pilotos de avión se encuentran en el aeropuerto de Quito. Sus coordenadas son:  $0^{\circ}$  de Latitud,  $75^{\circ}$  Oeste. Sitúa ese punto en una esfera o globo en el que previamente has señalado los mismos elementos que en la actividad anterior.
- Uno de ellos decide dirigirse siempre en dirección Norte, otro en dirección Oeste y el tercero en dirección Sureste. Dibuja en tu esfera las trayectorias de cada uno de ellos. Señala los accidentes geográficos más importantes que sobrevolarán y determina (si puedes) los puntos probables de aterrizaje de cada uno de ellos.
- Repite lo anterior sobre un mapa del mundo plano.

### 6.5. Coordenadas en la bóveda celeste

En Astronomía se utilizan varios tipos de coordenadas. Algunas de ellas se obtienen como una extensión natural a la bóveda celeste de las coordenadas que hemos visto en la Tierra. Nosotros vamos a trabajar con un tipo de coordenadas astronómicas relacionadas con el lugar de observación y que utilizan como referencia el horizonte. Para fijar la posición de un punto en la bóveda celeste, se utilizan dos ángulos (igual que en la Tierra) que llamaremos altura y

azimut. La altura mide los grados que un punto se separa del horizonte. Este ángulo se mide sobre una circunferencia que pasa por el punto y por el cenit y es perpendicular al horizonte.

Por su parte, el azimut nos indica cuánto se separa un astro de la dirección Sur y se mide sobre el horizonte como se indica en la figura.



- ¿Cuáles son las coordenadas del Sol en este momento? ¿Qué coordenadas tendrá en el momento del ocaso?
- ¿Qué coordenadas tendría una estrella situada en el cenit? ¿Cuál es la estrella Polar?
- Esta noche, localiza en el cielo los siguientes puntos:
  - Altura  $45^\circ$ ; azimut  $90^\circ$ .
  - Altura  $90^\circ$ ; azimut: el que quieras.
  - Altura  $60^\circ$ ; azimut:  $180^\circ$ .
  - Altura  $30^\circ$ ; azimut  $270^\circ$ .
- Utiliza el planisferio para identificar la constelación en la que está cada uno de estos puntos.



## UNIDAD 3. La medida del tiempo y la posición del observador

### Introducción

A pesar de que su título parece indicar una ruptura respecto de las dos primeras unidades, esto sólo es cierto en parte. Si bien a lo largo de esta unidad se tratará la solución a la medida del tiempo como resultado de los esfuerzos por recoger de forma sencilla los movimientos de la Tierra y de la Luna y como un bien cultural de capital importancia, no podremos soslayar la necesidad cotidiana de conocer el momento del día en el que estamos o las horas de luz que restan. Estas necesidades básicas las tenemos hoy resueltas a total satisfacción y la información al respecto es continua en la calle o en los medios de comunicación e incluso llevar un reloj se ha convertido en una necesidad casi primaria. Pero es preciso que levantemos la vista hacia los astros y nos preguntemos por la relación que hay entre sus movimientos (reales y aparentes) y la posición de las manecillas o los dígitos que aparecen en muchos relojes. Esto supone dar utilidad práctica a buena parte de los conocimientos que han ido introduciéndose en las dos primeras unidades ya citadas.

Por otra parte, el conocimiento de la hora es un problema local y está estrechamente relacionado con la orientación. Por ello la localización de los puntos cardinales, del norte en especial, será uno de los objetivos prioritarios en esta unidad didáctica. Aunque ya se atendió al problema de la orientación desde la primera unidad, se pretende que aquí se consiga un importante avance.

El reloj de sol será la solución ofrecida para conocer la hora local. Esto nos obligará a insistir en la observación y su método y a extraer información de ella. Se pretende que el alumnado que curse esta optativa se familiarice con los relojes de Sol, con su precisión, uso, características, tipos, universalidad, etc. El mejor medio para adentrarnos en tales características es la construcción de algún reloj, e incluso podríamos proponer montar uno para uso del centro educativo. Cuestiones ligadas a la medida del tiempo, como son la ecuación del tiempo, los husos horarios o el tiempo civil (según atendamos a cuestiones astronómicas o de convenios y organización de las distintas sociedades y estados) deberán estar presentes para completar el panorama de los factores que intervienen en la determinación de la hora, aunque algunas de estas cuestiones ya hayan sido traba-

puestas en situaciones análogas. Plantear la posibilidad de que un reloj de sol sirva para todo lugar y momento del año nos permitirá analizar la importancia que tiene la posición desde la que se observa y la relación existente entre los datos recogidos y las coordenadas geográficas.

Puesto que habitualmente se trabajará en equipo, el reparto de tareas entre los grupos, el modo en que cooperan sus miembros y la forma de realizar las exposiciones de los informes deberán decidirse previamente, de manera que el alumnado conozca la dinámica de trabajo y sepa que todos estos aspectos serán objeto de evaluación. Al final de la unidad se presenta un apartado con diferentes actividades con las que se pretende aclarar la propuesta de esta unidad y sugerir un modo de trabajar los contenidos seleccionados para lograr los objetivos.

### **Estructura dada al proceso de enseñanza aprendizaje**

Distinguiremos tres fases en el desarrollo de esta unidad, que corresponden a otros tantos momentos de avance. De esta forma marcaremos la presentación de los contenidos y podremos realizar un seguimiento más preciso de las dificultades y progresos de los alumnos y alumnas. Estas fases corresponden, respectivamente, a la relación entre la rotación y la traslación terrestre, la medida del tiempo a través del estudio de sombras, y la validez de los métodos estudiados para conocer la hora según el lugar de la Tierra en el que se sitúa el reloj.

#### **Primera fase**

Comenzará la unidad tratando las distintas soluciones que se ha dado al problema del calendario, prestando atención al significado científico de la solución que actualmente manejamos y a los aspectos culturales que contiene, tanto en lo que respecta a su articulación en meses, días, etc., como a la evolución que ha sufrido y al proceso que se ha seguido desde épocas remotas hasta darle la forma actual. La relativización del concepto “calendario” obliga a analizar otras formas de solución vigentes hoy en día en otros ámbitos culturales y a estudiar propuestas alternativas que respondan a criterios que el alumnado considere importantes: uniformidad en la duración de los meses, ajuste al sistema decimal, otras soluciones al problema de la intercalación de bisiestos cada cuatro años, etc.

Las actividades relacionadas con esta fase consisten en general en la elaboración de informes a partir de fuentes documentales de fácil acceso, como pueden ser las enciclopedias, u otras más especializadas. En el último de los apartados de la unidad aparecen algunos ejemplos en un bloque que recibe el título genérico de “El calendario”.

#### **Segunda fase**

La determinación de la hora supone un avance en el problema de la medida del tiempo. Es éste un problema local y su solución más universal está ínti-

mamente ligada al estudio de las sombras del gnomon; por ello esta fase supone profundizar en la observación que comenzó en la unidad primera y en la utilización para el cálculo de la hora de un método de trabajo que allí pretendía simplemente atender al movimiento aparente del Sol en el horizonte y a su explicación a partir del movimiento de rotación. El estudio de algún reloj de sol ya construido (alguno que exista en alguna plaza, una fotografía de un reloj de sol de los que abundan en las torres de nuestras ciudades y pueblos, un reloj de sol de bolsillo de los que se venden en tiendas de recuerdos o de regalos) será la mejor manera de entrar en relación con los elementos que intervienen en su construcción y con las medidas que se precisan para desarrollar la propia idea del reloj. Sólo después de analizar un ejemplo nos plantearemos la construcción de alguno o algunos de ellos. Profundizar en la idea de qué es un reloj de sol nos llevará a estudiar su validez y precisión en diferentes épocas del año, es decir, incidir en la idea de estaciones y, por lo tanto, en el movimiento de traslación. En este sentido, es importante proponer que el reloj pueda usarse en diferentes lugares.

Deberá también prestarse atención a otros medios de conocer la hora. Puesto que el conocimiento de la hora es un problema local y está ligado al conocimiento de las direcciones de los puntos cardinales, la orientación formará parte de las necesidades a considerar en esta fase. Para conseguir este propósito serán de nuevo importantes la observación del cielo diurno y nocturno y la consideración de la influencia estacional en el día y la noche. No deben olvidarse algunas técnicas de orientación derivadas del uso de instrumentos sencillos.

Al final de la unidad, en el bloque “Relojes de Sol en nuestra ciudad”, se presentan ejemplos del tipo de actividades que permiten desarrollar los contenidos de esta fase.

### **Tercera fase**

El análisis de la universalidad de la hora marcada por un reloj de sol será el punto de partida para considerar que la posición del observador en la superficie terrestre es determinante a la hora de obtener datos y resultados. Con ello se pretende insistir en los contenidos vistos en las dos primeras unidades, tanto sobre el uso de coordenadas como sobre los movimientos de la Tierra y manejo de los husos horarios y de la hora civil.

Se pueden encontrar algunos ejemplos de actividades para esta fase en el tercer bloque del apartado dedicado a actividades y titulado “La posición del observador”.

### **Objetivos**

1. Conocer y utilizar con precisión términos adecuados para referirse a elementos y conceptos astronómicos, en particular los relacionados con la medida del tiempo, la orientación y la posición.

2. Conocer el calendario por el que nos regimos.
3. Conocer y utilizar el método para la observación de la sombra del gnomon.
4. Apreciar y conocer que los datos de la observación de los astros varían con la posición desde la que se efectúa.
5. Reconocer algunas estrellas.
6. Orientarse.
7. Reconocer y valorar la Astronomía como una ciencia próxima y útil para la vida cotidiana.
8. Conocer las características de los relojes de Sol pero utilizarlos correctamente.
9. Desarrollar habilidades manuales mediante la construcción de relojes de sol.
10. Alcanzar una notable solvencia a la hora de utilizar mapas, atlas y bibliografía.
11. Mejorar la expresión oral y escrita y promover habilidades para la comunicación de información y de datos a través de la elaboración y exposición de informes.

## Contenidos

### *Conceptos*

- Día solar medio y día solar verdadero. Ecuación del tiempo.
- Tiempo solar: hora local y civil.
- Husos horarios.
- El calendario.
- La posición del observador como factor determinante de los fenómenos observados.

### *Procedimientos*

- Observación, toma de datos, representación gráfica e interpretación de la longitud de la sombra producida por un gnomon a lo largo del día.
- Construcción y uso de relojes de Sol.
- Construcción y uso de modelos y maquetas para explicar fenómenos.
- Localización de los puntos cardinales en diferentes situaciones y por distintos medios.



- Interpretación de la gráfica de la ecuación del tiempo.
- Utilización de material bibliográfico para realizar informes.
- Uso del planisferio.

### *Actitudes*

- Asumir la importancia de la perseverancia en la observación para la obtención de resultados satisfactorios.
- Valorar la modelización como un medio eficaz para explicar fenómenos.
- Apreiciar la Astronomía como ciencia necesaria para la interpretación de fenómenos naturales y para su aplicación a la vida cotidiana.
- Respeto a las ideas y métodos utilizados por otros en los trabajos en grupo.

## **Evaluación**

### *Evaluación inicial*

Se señalan a continuación una serie de criterios que nos permitirán obtener información de aspectos importantes para esta unidad didáctica y que en cierta forma constituyen el punto de partida del proceso de aprendizaje que va a promoverse. Es conveniente detenerse en este análisis y hacer consciente al alumnado de su situación al iniciarse el proceso de enseñanza/aprendizaje, de manera que pueda prestar una atención selectiva a aquellos aspectos de la unidad didáctica que inciden de forma especial en la modificación de sus esquemas de conocimiento.

1. Unidades para la medida del tiempo.
2. Día solar.
3. Calendario.
4. Coordenadas geográficas.
5. Métodos de observación y de recogida de datos.
6. Orientación.
7. Utilización del planisferio.
8. Observaciones del cielo y de la variación de la duración de la noche en viajes realizados a lugares alejados de la residencia habitual.

### *Evaluación formativa*

A lo largo del proceso de enseñanza/aprendizaje, el profesorado debe tener presente el sentido de cada propuesta y hará consciente del mismo al alumnado. La división de la unidad en tres fases pretende facilitar la labor de seguimiento de los aprendizajes realizados y del grado en que han sido incorporados. Los indicadores que a continuación se reseñan van a permitir reconocer el aprendizaje para apoyarlo ofreciendo la ayuda necesaria, bien directamente o bien a través de la “tutorización” de otros compañeros que se encuentren en situaciones más aventajadas.

1. Planificación, elaboración y presentación de informes.
2. Rigor y precisión en las técnicas utilizadas para la observación y construcción de instrumentos.
3. Organización de los datos procedentes de la observación.
4. Relación entre lo aparente y lo real.
5. Rigor, destreza y precisión en la construcción de modelos, maquetas e instrumentos.
6. Precisión en la orientación, lectura y correcciones necesarias para utilizar relojes de Sol.
7. Destreza en el manejo de modelos para describir y explicar fenómenos.

### *Evaluación sumativa*

Deben tomarse datos a lo largo del desarrollo de la unidad didáctica para conocer y valorar de forma global el trabajo realizado y la adecuación de los contenidos tratados. Las observaciones realizadas se harán sobre los siguientes elementos:

El cuaderno de trabajo que cada uno de los alumnos y alumnas va elaborando. Está será una fuente interesante para conocer los progresos realizados.

Exposición pública de temas que aparecen en las actividades de tipo documental, como las que se incluyen en la parte relativa al calendario, o de aquellas que por su interés o dificultad precisen de un tratamiento especial, como puede ser la actividad en la que se trata de la influencia de la posición del observador en la observación.

Construcción, conocimiento de las características y uso de relojes de sol.

Manejo del planisferio para localizar estrellas y orientarse.

# ACTIVIDADES

Se presentan a continuación algunos ejemplos de las actividades que pueden plantearse al alumnado a fin de desarrollar los contenidos propuestos en la presente unidad. Se pretende que se trabajen en grupo, aunque puede optarse por tratar algunas en forma individual. Completar totalmente alguna de ellas conlleva ciertos niveles de dificultad, por lo que su consecución depende en gran medida del interés y capacidad de cada alumno o alumna. De ahí que el trabajo en grupo se prevé como una fórmula para la tutorización y motivación entre sus miembros. No obstante, será la persona encargada de llevar este taller quien debe decidir qué actividades y para quiénes.

Se han dividido en tres bloques que se corresponden con cada una de las tres fases marcadas en el desarrollo de los contenidos.

## 1. El Calendario

Las actividades de este primer bloque proponen la elaboración de informes sobre nuestro calendario actual y su evolución, sobre calendarios distintos que se utilizan en otras culturas y sobre distintos métodos para conocer y asociar los movimientos periódicos del Sol y de la Luna. Estos trabajos deberán ser expuestos al resto de los compañeros. Para ello pueden optar por presentarlos en forma de póster o panel informativo, o por hacerlo oralmente. En este caso es interesante que utilicen el mayor tipo de recursos a su alcance: proyector de transparencias o diapositivas, vídeo, esquemas...

Consideramos fundamentales las actividades 1.1 y 1.2. Las actividades 1.3, 1.4 y 1.5 son de profundización. La 1.5 queda como opcional.

### 1.1. Unidades para la medida del tiempo

- En la vida diaria utilizamos diferentes medidas para el tiempo, desde algunas muy pequeñas hasta otras muy grandes. Confecciona una lista de todas ellas y consigue su o sus definiciones, así como una explica-

ción de las relaciones que existen entre ellas. Busca ejemplos de fenómenos cuya duración se asocie a cada uno de esos periodos de tiempo.

- Existen algunas técnicas para realizar dataciones de objetos y restos antiguos. Reúne la información que puedas acerca de ellas.
- Compara los resultados que has obtenido con los de tus compañeros y compañeras y analiza las diferencias que puedas observar.

## 1.2. Nuestro calendario y sus antecedentes

El calendario por el que nos regimos en la actualidad tiene algunas características muy conocidas: número de meses o de días, por ejemplo. Pero tiene otras menos difundidas, como pueden ser: qué años son bisiestos, por qué hay que añadir esos días o cómo relacionar la fase lunar con el año. Realiza un estudio del calendario y sus características. Incluye en tu trabajo el origen de nuestro calendario remontándote a los calendarios griegos y romanos si lo crees preciso. Señala las distintas vicisitudes y cambios sufridos a lo largo de la Historia. No olvides buscar el origen de los nombres de los meses y de los días de la semana.

## 1.3. Otros calendarios

Además del calendario por el que nos regimos hoy en día, existen otros vigentes en la actualidad en diferentes países y culturas. Intenta localizar qué calendarios coexisten con el nuestro y qué sistema utilizan.

## 1.4. El nuevo calendario

Propón un nuevo calendario distinto del actual. Puedes realizar los cambios que estimes oportunos: número de meses y de días de la semana, forma de organizar la introducción de días bisiestos, etc. Se trata de buscar una alternativa al actual intentando que sea mejor; por lo tanto, debéis explicar las razones que os han llevado a introducir las variantes.

## 1.5. El calendario perpetuo

Localiza un “calendario perpetuo”. Si te parece complicado, tu profesor o profesora quizá tenga uno. Estudia las características que debe tener y construye uno comprobando que atiende a todas las reglas.

## 1.6. Más sobre calendarios

En épocas remotas los habitantes de diferentes regiones del planeta realizaron construcciones con las que intentaban medir los periodos de distintos fenómenos celestes, es decir, utilizaban calendarios. Algunos ejemplos los tene-

mos en las construcciones megalíticas de Bretaña y de Inglaterra y Gales. Uno muy conocido es el de Stonehenge del que todavía quedan abundantes restos.

- Realiza un trabajo de investigación acerca de estas ruinas; consigue una imagen o un croquis y sitúa en él las direcciones de observación más importantes así como la explicación que hoy en día se da a la utilización de las diferentes piedras.

## 2. Relojes de sol en nuestra ciudad

En el segundo bloque se presentan actividades que se refieren a la orientación y al manejo y construcción de relojes de sol, lo que nos va a permitir introducir conceptos y destrezas básicas. Por ello se proponen actividades de campo, de construcción, de observación, de lectura de gráficas, de elaboración de tablas de datos y de manejo de instrumentos, incluido el planisferio. La relación entre el reloj de sol y la orientación no es a primera vista muy evidente. Por eso se plantea una actividad como la 2.5, que propone el estudio de los diferentes elementos que componen un reloj de sol. Esta actividad es muy interesante, pero quizá pueda plantear el problema de encontrar un reloj de sol de fácil acceso. En Pamplona existen algunos de gran tamaño que permiten un estudio sencillo y detallado.

Se consideran básicas las actividades 2.1, 2.2 y 2.3 y de profundización la 2.4.

### 2.1. Orientación en el aula

- Imagina que la pizarra de tu aula se encuentra en la pared norte. Indica las orientaciones de las otras tres paredes.
- Sitúate de frente a la pizarra. ¿Dónde queda la pared este? ¿Dónde la oeste?
- Ahora sitúate de espaldas a la pizarra. ¿Qué pared tienes a tu izquierda? ¿Cuál a tu derecha?
- Si miras a la pizarra, ¿por qué pared saldría el Sol: por la de tu derecha o por la de tu izquierda? ¿Y si miras a la pared sur?
- Discutid la orientación más aproximada de las paredes del aula en la que estáis haciendo esta práctica.

### 2.2. Orientación diurna

- Recorta un círculo de papel adhesivo que va a representar al Sol. Pégallo en el disco fijo de tu planisferio, en el punto de la Eclíptica correspondiente al día de hoy. Girando el disco móvil, haz pasar las ho-

ras desde la salida del Sol hasta el mediodía y hasta la puesta de Sol. Contesta a las siguientes cuestiones:

¿A qué hora sale el Sol según el planisferio?

¿Qué hora marcará tu reloj?

¿Ha salido exactamente por el Este? Si no es así, indica aproximadamente cuál ha sido la desviación en grados respecto del Este. Ayúdate del ecuador celeste.

¿Hay alguna relación entre el lugar por donde ha salido el Sol y la estación en la que te encuentras?

- Gira el disco móvil del planisferio hasta que el Sol se encuentre a igual distancia de los puntos cardinales Este y Oeste. ¿Cuál es el punto cardinal más próximo al Sol ahora? ¿Qué hora es, según el planisferio? ¿Qué hora marcaría tu reloj? ¿A qué hora se pondrá hoy el Sol? ¿Lo hará exactamente por el Oeste? Si no es así, ¿a qué distancia angular de este punto cardinal se pondrá?
- Es el día de tu cumpleaños y el momento del mediodía solar: ¿qué punto cardinal está más próximo al Sol? ¿Sabrías encontrar los otros puntos cardinales?
- Imagina ahora que estás de viaje de estudios en Moscú. Es el mediodía solar. ¿Sabrías encontrar el Sur? ¿Depende de la época del año? ¿Sabrías orientarte?
- Y si el viaje de estudios fuera a Hollywood, ¿sabrías cómo orientarte? ¿Y si fuera a Buenos Aires?
- Utiliza lo que has visto aquí para orientar la escuela, tu casa, etc.

### 2.3. Orientación de noche

- Pon tu planisferio a la fecha de hoy. Busca la estrella Polar. Girando el disco móvil, ¿puedes conseguir que desaparezca por debajo del horizonte en algún momento? ¿Significa esto que es visible las veinticuatro horas del día? ¿Por qué?
- ¿Cuál es el punto cardinal más cercano a la estrella Polar? ¿Depende de la fecha? ¿Y de la hora?

Como has visto, la estrella Polar nos sirve para localizar el norte. En el planisferio, es muy fácil encontrar esta estrella, ya que siempre se encuentra debajo del remache central, pero en el cielo no es tan evidente, puesto que no es especialmente brillante. Una regla habitual para su localización es la siguiente:

- Identificar en el planisferio el carro de la Osa Mayor.
- Medir con una regla la distancia que separa las estrellas *Dubhe* y *Merak* (las dos del extremo del cuadrado).

- Comprobar que la Polar se encuentra en línea recta a una distancia igual a cuatro veces la que has medido antes.
- Localiza la estrella Polar en cuanto se haga de noche. Utilízala para orientarte. Aprovecha para orientar también tu casa, la escuela, etc. ¿Coincide esta orientación con la que has realizado antes?

#### 2.4. Orientación con instrumentos

Utiliza instrumentos como la brújula, el reloj de agujas y los diagramas de las curvas de la sombra del gnomon que has realizado, para comprobar las orientaciones que has llevado a cabo en las actividades anteriores.

#### 2.5. Estudio de un reloj de sol

Localiza en tu ciudad un reloj de sol accesible para estudiar: su orientación, inclinación de su aguja, plano sobre el que se miden las sombras, divisiones angulares, materiales de los que está hecho y funcionamiento. Si no encuentras uno accesible, utiliza uno de bolsillo.

#### 2.6. Construcción de un reloj de sol Ecuatorial

- Divide un círculo en sectores circulares iguales de  $15^\circ$  y sitúa en el centro un gnomon perpendicular al plano del círculo.
- Inclina el círculo hasta que forme con el plano horizontal un ángulo igual a la latitud del lugar.
- El reloj de sol así construido se llama ecuatorial, ya que la sombra del gnomon se proyecta sobre un plano paralelo al ecuador.
- Para conocer la hora, debes colocar el reloj de sol en un lugar soleado y lo debes orientar de tal forma que el gnomon apunte a la estrella polar.
- ¿Donde estará la sombra al mediodía? ¿Qué dirección señala esa sombra?
- ¿La hora que leemos en el “ecuatorial” es la misma que la que señala tu reloj? ¿Cómo podrías conseguir que ambos relojes marcaran la misma hora?
- ¿Por qué crees que se utilizan divisiones de  $15^\circ$ ?
- Con las indicaciones seguidas, ¿puedes utilizar el reloj para saber la hora en cualquier estación?
- ¿Cómo podrías conseguir que funcione en cualquier momento?

## 2.7. Construcción de un reloj de sol horizontal

- Para resolver el problema estacional del reloj de sol ecuatorial, pensemos en un reloj que señale las sombras en el plano horizontal. Ahora será la varilla la que deberá inclinarse respecto al plano en el que se observan las sombras (plano horizontal). El ángulo será igual a la latitud del lugar en el que vaya a ser usado.
- Para señalar las divisiones horarias, que esta vez no son iguales a lo largo del día, se utiliza el siguiente método:
  - Construye un triángulo rectángulo de forma que uno de sus ángulos agudos sea la latitud del lugar.
  - En la hipotenusa, coloca el gnomon. Apoya en el plano horizontal el ángulo recto y el ángulo agudo igual a la latitud.
  - En una hoja, divide un semicírculo en sectores de  $15^\circ$ .
  - Coloca el semicírculo en el cateto opuesto a la latitud, con el centro en el gnomon. Prolonga los rayos del semicírculo hasta el plano horizontal.
  - Une estos puntos con el punto de apoyo de la varilla. Las líneas que has obtenido sobre el plano horizontal son las direcciones horarias.
  - Quita el semicírculo y ya tienes construido un reloj de sol horizontal.
- Sabiendo que la varilla debe apuntar al norte, señala la dirección de los cuatro puntos cardinales sobre el plano horizontal. Para poder usarlo, debes cuidar que la orientación sea la correcta.
- Cuando la sombra de la varilla coincida con la línea central ¿Qué hora será? ¿Qué hora marcará tu reloj de pulsera? ¿Qué dirección indicará la sombra?

## 2.8. Exactitud del reloj de sol: la ecuación del tiempo.

Los relojes de sol que has construido tienen algunas limitaciones de uso según el lugar en el que se encuentren. Podréis comprobar, observando las sombras en las horas exactas de tu reloj de pulsera, que dichas sombras no coinciden exactamente con las líneas horarias señaladas.

Analícemos ahora su exactitud:

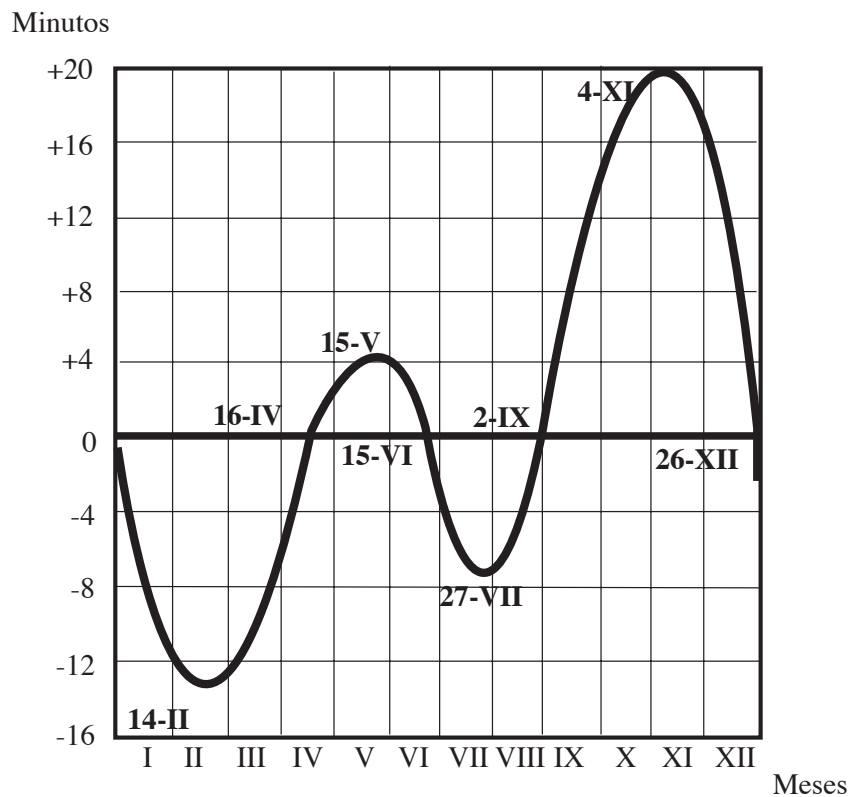
- Cuando según tu reloj de pulsera son las 12 hora solar, ¿coincide exactamente la sombra con la línea horaria correspondiente? ¿Qué diferencia observas? ¿Es la misma diferencia todos los días? Haz una tabla anotando los resultados durante un período de tiempo.



- Representa esas diferencias en la gráfica siguiente (en el eje horizontal se representa la fecha de la observación y en el vertical los minutos que se adelanta o atrasa):



- ¿Piensas que la gráfica puede corresponderse con una recta?
- A continuación tienes la gráfica que aproximadamente corresponde a esas observaciones. Se llama **ecuación del tiempo**. ¿En qué días del año no existe diferencia?
- ¿En qué épocas el reloj de sol adelanta al de pulsera? ¿Cuándo es mayor la diferencia? ¿En que época se atrasa? ¿Qué día se atrasa más?



## 2.9. Otros relojes de sol

Construcción de otros relojes de sol: vertical, cilíndrico, portátil, analémico, etc.

Sugerencia: las actividades relacionadas con los relojes de sol pueden permitir la construcción de uno para el centro.

## 3. La posición del observador

La tercera fase de la unidad pretende poner de manifiesto que la situación geográfica del observador influye en lo que ve en el cielo o en cuándo lo ve. El trabajo sobre mapas será fundamental para analizar diferentes situaciones, como la influencia de la longitud o la latitud en las observaciones realizadas. En este momento se llevará a cabo una profundización de conocimientos como los relacionados con la localización de puntos en la esfera terrestre, husos horarios o duración del día y de la noche vistos en la primera unidad.

Se consideran básicas todas las actividades aquí presentadas.

### 3.1. El reloj de sol en distintas latitudes

Los relojes de sol que hemos construido en el apartado anterior estaban pensados para tu ciudad. Veamos ahora su validez para otros lugares.

- ¿Un reloj ecuatorial en La Coruña y otro en Barcelona se construirían de la misma forma?
- ¿Señalarían en un mismo instante la misma hora?
- Londres y Castellón de la Plana están en el meridiano cero. ¿Señalarían la misma hora en el mismo instante? ¿Por qué?
- Si llevas a otra ciudad el reloj de sol horizontal que has construido, ¿puedes asegurar que marcará exactamente la misma hora? ¿Por qué?
- Indica alguna ciudad en la que sirva tu reloj.
- ¿Se puede utilizar tu reloj en la ciudad en la que viven tus antípodas para conocer la hora con exactitud?

### 3.2. La Longitud. Husos horarios.

- Busca en la biblioteca un atlas, mapa o libro donde aparezcan los husos horarios definidos en la Tierra. Verás que cada uno abarca 15°. Por

ejemplo, el huso horario en el que nos encontramos va desde 7° 30' Este hasta 7° 30' Oeste, con el meridiano de Greenwich en el centro. A la hora correspondiente a cada huso horario se le llama *Hora Civil*. No obstante, algunos países han decidido fijar su *Hora Oficial* diferente a la civil que por su longitud les corresponde.

- ¿Nuestra hora oficial es la que nos corresponde según nuestro huso horario? ¿Qué otros países de nuestro mismo huso horario tienen diferente hora oficial que nosotros? ¿Hay países con la misma hora oficial que nosotros en husos horarios distintos? Indica alguno de ellos.
- ¿Crees que la latitud influye en la hora civil de un lugar? ¿Cómo explicamos que en un mismo huso horario haya diferentes horas oficiales?
- Si son las nueve de la noche en el reloj de un moscovita, ¿qué hora marcará en el de un neoyorkino? ¿Y en el de un habitante de Jerusalén? ¿Y en el de uno de Nairobi?
- Un fin de semana próximo al equinoccio de otoño se anuncia el cambio de hora oficial. Nos dicen que a las 3 de la madrugada volverán a ser las dos, y añaden que, por lo tanto, esa será la noche más larga del año. ¿Te parece correcto este comentario? ¿Por qué?

### 3.3. Influencia de la longitud en la observación

#### a) Durante el día

- Es el día del equinoccio de primavera y mediodía solar en tu ciudad. ¿Qué hora marca tu reloj? Si te dicen que en Nueva Orleans está amaneciendo en ese mismo momento, ¿te lo creerías? ¿Por qué? ¿Qué hora marcará el reloj de los habitantes de esta ciudad?
- Un amigo tuyo se ha ido de vacaciones a Bangkok y te dijo antes de irse que te llamaría el 21 de Marzo a la una del mediodía. No te quedó claro a la hora de qué país te llamaría: ¿cuándo puede producirse su llamada? Si efectivamente recibes la llamada a la una del mediodía de tu reloj, ¿qué hora es entonces en Bangkok? ¿Allí es de día o de noche?

#### b) Durante la noche

- Ya sabes que tu planisferio es válido para lugares situados más o menos en la misma latitud. Señala una ciudad asiática y otra americana en las que puedas utilizarlo. Sitúa la ventana de tu planisferio a las 10 de la noche de hoy (hora civil). ¿Cuál es la estrella más cercana al cenit? ¿En qué constelación está? ¿Será visible esa estrella en las ciudades que has señalado, en ese mismo instante? ¿Podrá verse cerca del cenit en algún momento en esas ciudades? ¿Qué hora marcará tu reloj entonces?

- ¿Será visible esa estrella a las 10 de la noche (hora civil de tu lugar de observación) en el cielo de Estambul? ¿Será la más cercana al cenit? En caso negativo, ¿hacia dónde tendrán que mirar para verla, hacia el Este o hacia el Oeste? En ese momento, ¿qué estrella tendrán en el cenit? ¿Hacia dónde tendremos que mirar nosotros para verla, hacia el Este o hacia el Oeste?

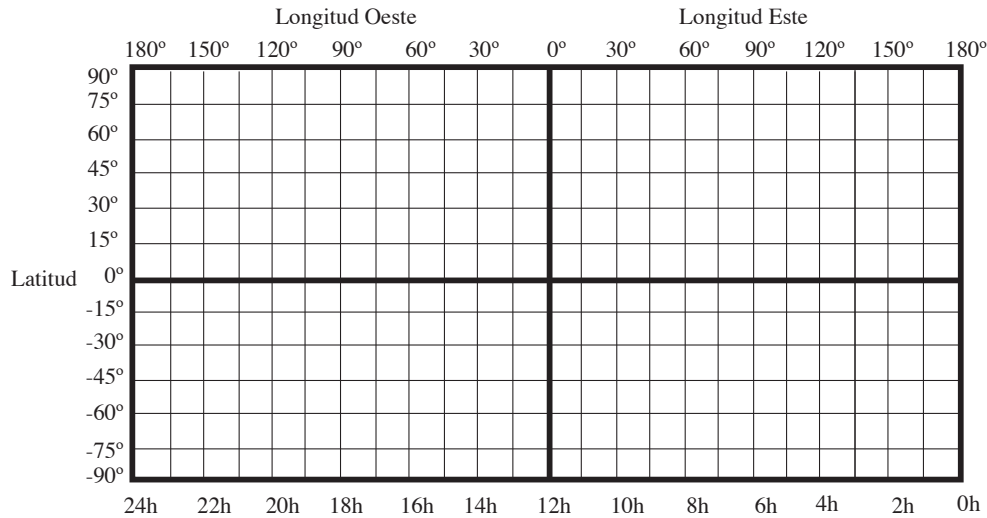
### 3.4. La duración del día según la latitud

Para realizar la siguiente práctica necesitas un globo terráqueo con meridianos cada  $15^\circ$  y una fuente de luz (proyector de diapositivas, linterna potente, flexo, etc.).

- Coloca la fuente de luz a la misma altura que el globo terráqueo de manera que el sistema simule el solsticio de verano. Al encender la fuente de luz se produce una línea en la Tierra que separa la parte de día de la que está de noche.
- Construye una tabla de datos en la que aparezcan, cada  $15^\circ$  de latitud, las longitudes Este y Oeste de los puntos de esa línea luz-sombra. Puede ser interesante que orientes el globo terráqueo de forma que el meridiano cero esté enfrentado a la fuente de luz. La tabla podría tener la forma siguiente:

LATITUD	LONGITUD OESTE	LONGITUD ESTE
$90^\circ$	---	---
$75^\circ$		
$60^\circ$		
$45^\circ$		
$30^\circ$		
$15^\circ$		
$0^\circ$		
$-15^\circ$		
$-30^\circ$		
$-45^\circ$		
$-60^\circ$		
$-75^\circ$		
$-90^\circ$		

- Representa ahora los datos de la tabla anterior en la gráfica siguiente:



La línea que has obtenido en la gráfica anterior tiene dos lecturas diferentes. Por un lado, nos indica los lugares de la Tierra en que es de día y de noche en un momento determinado. Por otro, nos puede servir para determinar la duración del día y de la noche, según la latitud, en el solsticio de verano.

Además, para los lugares situados sobre el meridiano de Greenwich, nos dice la hora (en Tiempo Universal) a la que sale y se pone el sol en ese día del solsticio de verano. Para ello, basta con que leas las abscisas de la parte de abajo de la gráfica, en la que se marcan las horas.

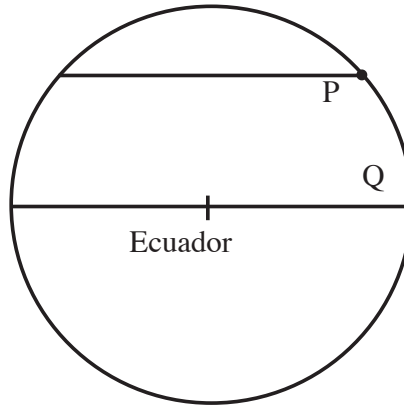
- ¿A qué horas sale y se pone el sol en Londres este día del Solsticio de Verano? ¿A qué hora lo hace en Castellón? ¿Y en Accra?
- ¿Cuánto duran el día y la noche en cada una de esas ciudades? Busca un lugar sobre este meridiano en donde puedas tomar el sol las veinticuatro horas del día y otro en el que la noche dure veinticuatro horas.
- Pekín y Castellón tienen la misma latitud (40° Norte). ¿Cuánto duran el día y la noche en Pekín en el Solsticio de Verano? ¿Cuánto tiempo antes del mediodía de Pekín sale el sol allí?
- Repite el ejercicio con el día del solsticio de invierno y en uno de los equinoccios. Contesta a las mismas preguntas en cada una de estas nuevas situaciones.

### 3.5. La altura de la Estrella Polar

- Utilizando los métodos que ya conoces para medir ángulos, determina en el campo la altura de la Estrella Polar sobre el horizonte. Si dispones de algún instrumento para medir ángulos (teodolito, semicírculo

con plomada, ballestilla, cuadrante, etc.) utilízalos para realizar esta medición.

- En la figura siguiente, dibuja las direcciones de la vertical y de la estrella polar en los puntos P y Q.



- ¿Qué altura tendrá la Estrella Polar en P? ¿Y en Q? ¿Y en el Polo Norte?

# **BIBLIOGRAFÍA Y OTROS RECURSOS**





# Bibliografía

## Mitología

- GRAVES, R.: *Los mitos griegos*, Alianza, Madrid, 1985.

Se trata de una obra enciclopédica, con abundancia de detalles y referencias de gran erudición.

- KADNER, Ute: *Quién es quién en el firmamento*, Planetario de Madrid, 1988.

Libro de consulta para conocer los entresijos de las historias y personajes que pueblan la bóveda celeste.

- MARTOS RUBIO, Alberto: *Historia de las constelaciones*, Sirius, 1992.

Obra de 6 tomos. Viaje a través de la Historia destacando el papel desempeñado por la Astronomía en las distintas culturas. Se acompaña con simulaciones realizadas en ordenador de los mapas celestes en diferentes épocas.

## Guías de campo

- DETLEV BLOCK: *Manual del astrónomo aficionado*, Barcelona, Ceac, 1988.

Tras hacer una breve historia de la Astronomía y presentar los conocimientos básicos de esta ciencia, el libro se adentra por el Sistema Solar y el Universo para enseñarnos a conocer e identificar planetas, estrellas y constelaciones.

Su lenguaje es asequible para el no iniciado. Se complementa con buen número de fotografías y dibujos explicativos.

- FAVERO, Giancarlo: *Estrellas, galaxias y planetas*, Anaya, 1985.

Guía para introducir al aficionado en las observaciones de los cuerpos celestes. La obra consta de distintas tablas y mapas tanto de la Luna como de la bóveda celeste, acompañados de gran número de fotografías.

- LACROUX, Jean: *Manual de observación y fotografía astronómica*, Barcelona, Omega, 1988.

Guía para iniciarse en la fotografía astronómica. Introduce también en el manejo de los distintos instrumentos y en la construcción de herramientas utilizables en la fotografía astronómica.

- MENZEL, DONALD H. y PASSACHOFF, Jay: *Guía de campo de las estrellas y los planetas de los hemisferios Norte y Sur*, Barcelona, Omega, 1986 (2ª edición).

Guía de campo fundamental para el astrónomo aficionado. Sus abundantes cartas celestes y descripciones la hacen una de las más clásicas referencias de campo para el amante de la observación astronómica.

- SUGIURA, KOHEI, KITAMURA, MASATOSHI: *El libro de las estrellas en tres dimensiones*, Aliorna, 1988.

Este libro permite ver el Cielo en relieve poniendo de manifiesto las distintas formas espaciales de las constelaciones, las distancias estelares y su brillo. Contiene una pequeña guía con algunas prácticas interesantes.

- VALLIERES, J.: *Guía del astrónomo aficionado*, Madrid, Alhambra, 1986.

Como su título indica, es sobre todo una guía para realizar observaciones astronómicas. Explica de forma escueta y con poco rigor científico los conocimientos básicos de la Astronomía necesarios para dichas observaciones.

### Astronomía General. Astrofísica

- ASIMOV, I: *El Universo*. Madrid, Alianza, 1985.

Se describe la Tierra, el Sistema Solar, galaxias, estrellas, etc. siguiendo los pasos y dificultades que a lo largo de la Historia se han encontrado para comprender sus distintas naturalezas, composición, distancias, etc.

- BATTANER, Eduardo: *Física de las noches estrelladas*, Barcelona, Tusquets, 1988.

Entretenido libro de lectura sobre la Física y sus consecuencias en casos concretos de nuestras vidas. Escrito en estilo dialogado, su lectura es amena y muy interesante.

- FABREGAT, J; GARCÍA, M. y OTROS: *Curso de Astronomía. Teoría y Práctica*, Valencia, Ecir, 1986.

Libro de texto para un curso de Secundaria. Consta principalmente del estudio de la astronomía de posición y de la descripción del sistema solar y de sus miembros. Desarrolla al final de cada tema una serie de cuestiones y prácticas sencillas. Contiene un anexo donde se describe

los distintos tipos de telescopios y monturas, acabando con los planos para la construcción de un telescopio del tipo Dobson.

- HERRMANN, J: *Atlas de Astronomía*, Madrid, Alianza, 1983.

Es una obra clásica de consulta que puede ser útil para muy diferentes niveles. No presenta desarrollos, sino descripciones, tablas y clasificaciones. Los diferentes temas se explican de forma ágil y concisa y van acompañados de gráficos y esquemas que facilitan su comprensión.

- KOHLER, Pierre: *El cielo y el espacio*, Zaragoza, Edelvives, 1992 (Col. Preguntas y respuestas - Junior).

Este libro responde de una forma escueta y asequible para los adolescentes a una serie de preguntas de diversa naturaleza: ¿qué es un cometa?, ¿cuál es el planeta más caliente?, ¿qué es un eclipse de Sol?, etc. Es interesante como obra rápida de consulta muy adecuada para los alumnos.

- OSTER, L: *Astronomía moderna*, Barcelona, Reverté, 1984.

Se puede definir en pocas palabras como un libro de texto para estudiantes universitarios. Libro interesante para el profesor, pero inaccesible para los alumnos de Secundaria.

- RONAN, Colin: *Los amantes de la astronomía*, Barcelona, Blume, 1982.

En este libro se describe la esfera celeste y sus elementos de forma muy asequible para los alumnos. Todos los capítulos van acompañados de fotografías y gráficos que hacen más agradable su lectura. Asimismo se describen algunas actividades sencillas de realizar. Es casi imprescindible en nuestra biblioteca.

- SAGAN, Carl: *Cosmos*, Barcelona, Planeta, 1983.

Fascinante. Cada capítulo reúne una gran cantidad de información sobre aspectos y materias diferentes que se presentan al lector muy hábilmente relacionados en torno a un tema. Las abundantes referencias históricas, curiosidades e ilustraciones lo convierten en un placentero paseo por muy diferentes paisajes del conocimiento científico. La edición en vídeo puede ser un buen complemento para acompañar a la lectura de esta obra.

- SEEDS, Michael A.: *Fundamentos de Astronomía*, Barcelona, Omega, 1989.

Completo curso de Astronomía general dividido en cinco partes: el cielo, las estrellas, el universo, el Sistema Solar y la vida. Escrito en un lenguaje sencillo y huyendo de toda complejidad matemática, el autor ha construido una obra sencilla de consultar y de leer, pero al mismo tiempo muy completa y rigurosa. Al final de cada capítulo se hace un pequeño sumario del mismo, un vocabulario con los términos más destacados, un apartado de cuestiones, otro de problemas y una muy completa sugerencia de lecturas adicionales recomendadas.

- VARIOS: *El Universo*, SARPE, 1982.

Enciclopedia de varios volúmenes, que trata de temas muy diversos: exploración del universo, su evolución con las principales teorías cosmológicas, la influencia de los fenómenos astronómicos en nuestras vidas, etc. Los temas están desarrollados con profundidad y rigor. Se tratan también temas transversales relacionados con la Astronomía. Gran variedad de esquemas, dibujos y fotografías en color que hacen muy agradable su consulta.

- VARIOS: Biblioteca de divulgación científica. Equipo Sirius. Madrid, 1991 en adelante.

Colección de libros de Astronomía escritos por destacados profesionales y aficionados, que abordan temas específicos de disciplinas muy variadas. Por su concisión y pequeño formato, resultan fáciles de leer.

### Didáctica.

- ASIMOV, Isaac: Biblioteca Asimov del Universo, Madrid, SM, 1989- 1991.

En treinta pequeños volúmenes muy bien presentados con ilustraciones muy sugestivas, hace un repaso de todo el saber astronómico. Escrito pensando en los más pequeños, esta colección consigue dar satisfacción a la curiosidad y desarrollar la imaginación con un lenguaje muy cuidado y preciso, característico de este autor.

- MARTÍN ASÍN, Fernando: *El camino del Sol por el Zodiaco*, Madrid, 1994.

Escrito en un lenguaje sencillo y con una cuidada presentación, repasa las doce constelaciones del zodiaco, así como los cuerpos del Sistema Solar que se pueden ver sobre ellas. Termina con una útil referencia al movimiento de precesión.

- MARTÍN ASÍN, Fernando: *Astronomía para niños*, edición del autor, 1985.

Introducción sencilla con un lenguaje apropiado para alumnos de Primaria o primeros años de Secundaria. Se adjunta con el libro un sencillo reloj de sol de cartón.

- OTTEWELL, Guy: *The Astronomical Companion*, edición del autor, 1983.

Se trata de un ameno recorrido por los tópicos más clásicos de la Astronomía de posición. Cabe destacar la originalidad de las ilustraciones que contiene. En la última parte se realiza un interesante recorrido a través de la escala de distancias del Universo.

- VARIOS: *La revolución científica*, Madrid, Alhambra, 1986.

Trabajo interdisciplinar, realizado en un instituto de bachillerato, que estudia los distintos modelos cosmológicos. Cada capítulo tiene una extensa colección de cuestiones y ejercicios comentados, así como una prueba de autocontrol.

- VARIOS: *Matemáticas desde la astronomía*, Vicens-Vives, 1987.

Carpeta con ejercicios de aplicación de las Matemáticas a la Astronomía. Trigonometría, resolución de triángulos, cónicas, leyes de Kepler, etc. Trae también una carpeta con diversos modelos astronómicos.

## Talleres

- ARRIBAS, Antonio y RIVIERE, Vicente: *Taller de Astronomía*, Madrid, 1993.

Descripción de sencillas construcciones de material astronómico (reloj de sol, polos, etc.). Estas construcciones van acompañadas de una introducción que hace que el alumno comprenda la utilidad del instrumento que va a construir. Los materiales que utiliza son de uso corriente y fáciles de adquirir.

Este libro está escrito expresamente para un Taller de Astronomía.

- BROMAN, Lars; ROS, Rosa y OTROS: *Experimentos de Astronomía*, Madrid, Alhambra, 1988.

Descripción de 27 experimentos de distinta dificultad y naturaleza. Contiene una descripción detallada para la construcción de relojes de sol, así como varias actividades de fotografía astronómica. La última experiencia es la construcción de un planetario desde la cúpula hasta el proyector de estrellas.

- CORBERO, M<sup>a</sup> Victoria y OTROS: *Trabajar mapas*, Madrid, Alhambra, 1989.

Se trata de un libro destinado a conocer y utilizar mejor todo tipo de mapas. No obstante, conecta en muchas ocasiones con situaciones que resultan próximos a la Astronomía propiamente dicha, como la orientación o la observación. Presenta esquemas y explicaciones de gran utilidad e incluye cuestiones y ejercicios que se refieren a los contenidos.

- DE LA HERRÁN, José: *Construya su telescopio*, Madrid, 1993.

Descripción de los pasos a seguir para la construcción de un telescopio, desde la óptica hasta la montura.

- ROS, Rosa M<sup>a</sup> y MORENO, Javier: *El sextante. Guía para su construcción y utilización*, Madrid, Equipo Sirius, 1993.

A través de la construcción de un sextante, se elabora una serie de ejercicios para realizar con este instrumento. Se inicia también en la orientación y en la navegación tanto con mar como sin él.

- ROS, Rosa M<sup>a</sup> y OTROS: *Astronomía: Fotografía y telescopio*, Zaragoza, Mira, 1993.

Descripción de 9 prácticas para realizar con la ayuda de la fotografía astronómica. No sólo consiste en realizar la fotografía, sino en la resolución de ejercicios sobre ella; por ejemplo: cálculo de distancias y al-

turas en la Luna. Contiene muchas fotografías, en blanco y negro, de los ejercicios que se proponen.

- SEYMOUR, Percy: *Aventuras con la astronomía*, Barcelona, Labor, 1987.

Libro cuyo objetivo principal son las construcciones caseras de instrumentos utilizados por un astrónomo aficionado.

Realiza, para cada una de estas construcciones una pequeña explicación y/o justificación científica de la misma. Es un buen complemento en nuestra biblioteca y muy interesante para un Taller de Astronomía.

Como último detalle, es un libro que no necesita continuidad en su lectura, se puede leer la parte que interese en cada momento sin necesidad de leer los capítulos anteriores.

## Historia

- ABETTI, G: *Historia de la Astronomía*, México, Fondo de Cultura Económica, 1978.

Se trata de un rápido recorrido, justificado por la magnitud de su propósito, a través de la historia de la Astronomía desde la antigüedad hasta mediados del siglo XX. Interesante la época más reciente en la que participó su autor, astrónomo profesional. Se le nota el paso de los años, puesto que fue escrita en 1949.

- AVERBUJ, Eduardo: *La astronomía a través de la historia*, Madrid, Ed. de la Torre, 1990.

Realiza el autor un ágil recorrido por la historia de la Astronomía. Astrónomos muy importantes en el desarrollo de esta ciencia le sirven como hilo conductor para ir presentando el proceso por el que se ha llegado al actual conocimiento acerca de los objetos celestes y las leyes, modelos y teorías que se han utilizado a lo largo de la historia para explicar el universo. Indicado para niveles de iniciación.

- BERRY, Arthur: *A short history of astronomy*, New York, Dover Publications, 1961.

Esta obra es un clásico de la historia de la Astronomía. Es utilizada habitualmente como libro de texto o de apoyo en la enseñanza de esta materia en niveles superiores. En ella no sólo se preocupa su autor de informar sobre hechos y personas, sino que detalla la validez de las teorías a la luz de los conocimientos astronómicos de su época. El autor publicó su obra en 1898, por lo que la obra recoge la historia de la astronomía desde la época antigua hasta el siglo XIX.

- HOYLE, F: *De Stonehenge a la cosmología contemporánea*, Madrid, Alianza, 1986.

Se reúnen cuatro conferencias dictadas por el autor a comienzos de los años 70 en la que se tratan temas tan diversos como la astronomía del

neolítico, a través de su teoría para explicar la disposición de las piedras de Stonehenge, o las más recientes teorías sobre el universo en cuya elaboración ha participado activamente como profesor y director del Instituto de Astronomía Teórica de Cambridge. Termina el autor este libro con un apéndice sobre Copérnico que obliga a Hoyle a analizar los modelos de Aristarco y Einstein, amén del propiamente copernicano.

- DREYER, J. L. E.: *A history of astronomy from Thales to Kepler*, New York, Dover Publications, 1953.

Es ésta una de las obras más difundidas sobre la astronomía antigua. Realiza su autor una seria presentación y un profundo análisis de los progresos realizados por esta ciencia. La astronomía griega y los periodos copernicano y kepleriano son los apartados a los que se presta mayor atención. Se pueden encontrar aquí datos concretos y explicaciones de los principales modelos astronómicos.

- KRUPP, E.C.: *En busca de las antiguas astronomías*, Madrid, Pirámide, 1989.

Introducción a la arqueoastronomía, estudio de la Astronomía a través de los hallazgos arqueológicos. La obra recoge una serie de conferencias acerca de la astronomía antigua: los megalitos de Bretaña e Inglaterra, en especial Stonehenge, restos a los que dedica un capítulo completo, astronomía de los pueblos americanos y de los egipcios. Todos los capítulos van acompañados de fotografías, croquis y dibujos que permiten acercar al lector fenómenos, datos y lugares a los que se refiere el texto.

- KUHN, T. S.: *La Revolución copernicana*, Barcelona, Ariel, 1978.

Interesante trabajo sobre historia de la Astronomía de este autor cuyas aportaciones teóricas han influido fuertemente en la manera de entender y trabajar en historia de la Ciencia. Se remonta en este libro a los diferentes modelos que se utilizaron entre los griegos para explicar el universo. Realiza un detallado recorrido por los diferentes autores de la astronomía renacentista y sus precedentes más destacados para presentar el modelo copernicano y sus avatares posteriores, valorando el papel que la sociedad y las instituciones jugaron en su crítica, persecución, difusión...

- TATON, R.: *Historia General de las Ciencias*, Orbis, 1988 (Destino 1971).

Trabajo fundamental para adentrarse en la historia de la ciencia, en particular de la Astronomía. Sin alcanzar un alto grado de especialización, imposible por la enormidad del proyecto, aporta datos históricos acerca de personas, instituciones y sociedades, sobre la evolución de las teorías, etc., manteniendo un difícil equilibrio entre información y erudición. Es una extensa obra en la que colaboraron prestigiosos especialistas de las distintas ramas de la ciencia y los diferentes momentos históricos. Presenta gráficos y notas explicativos y lleva varios índices que facilitan la tarea de localizar nombres, temas, datos, etc.

## Fuentes de Datos

- *Almanaque Náutico*. Instituto y observatorio de la Marina. San Fernando.

Son imprescindibles para cualquier aficionado a la astronomía. Contienen todos los datos necesarios para la realización de las distintas actividades ya sean de observación o de seguimiento de los distintos planetas, eclipses, etc.

También se pueden encontrar en las distintas revistas especializadas en esta materia, entre las cuales destacamos:

- *Anuario del observatorio astronómico*. Instituto Geográfico Nacional. Madrid.
- *Astronomía, Astrofotografía y Astronáutica*. Sadeya.
- *Astrum*. Agrupación Astronómica de Sabadell. Sólo para asociados.
- *Sky and Telescope*. En inglés. Editada mensualmente por el Sky Publishing Co.
- *Tribuna de Astronomía*. Editada mensualmente por el Equipo Sirius.
- *Universo, Astronomía y Astronáutica*. Editada mensualmente por Antares.

## La humanidad y el Universo. Astronáutica. Cosmología.

- EBBIGHANSEN, E. G.: *Astronomía*, Barcelona, Labor, 1974.

El libro ofrece un resumen de los elementos fundamentales de esta ciencia. El lenguaje es claro para los ya iniciados en Astronomía. Para el que se inicia es accesible en líneas generales, pero algo duro en algunos momentos. Aunque un poco antiguo (1974), no por ello deja de ser interesante.

- JASTROW, Robert: *La exploración del espacio*, Barcelona, RBA, 1993.

El autor, reconocido físico teórico que fue durante varios años colaborador de la NASA, presenta datos y hechos de una de las ramas más recientes de la Astronomía, la relativa a viajes espaciales. Están presentes, por supuesto, los descubrimientos más recientes sobre teorías y objetos espaciales y analiza la posibilidad de “vida cósmica”.

- SHKLOVSKI, Iossif: *Universo, Vida, Intelecto*, Moscú, Mir, 1977.

En este trabajo, el eminente físico y astrónomo ruso pretende presentar el estado actual de la Astronomía y analizar el papel que el ser humano ocupa en el Universo. Tiene un interés especial el hecho de que en él se recojan los resultados de la 1.<sup>a</sup> reunión soviético-norteamericana dedicada al problema de los contactos con civilizaciones extraterrestres, que tuvo lugar en 1971. Especialmente útil para localizar in-



formaciones y datos que no son fáciles de encontrar en los tratados más usuales sobre el universo.

- TOMILIN, A. N.: *Algo ameno e interesante acerca de cosmogonía*, Moscú, Mir, 1979.

Se presentan las diferentes teorías que han intentado explicar el Universo conocido en las diferentes etapas de la historia: por qué surgen y por qué son desechadas las diferentes hipótesis, técnicas para observación de fenómenos, la relación de estos con las transformaciones climáticas y biológicas terrestres. Los temas son tratados con bastante desenfado, pero también con una gran aportación de datos e informaciones. Interesante para iniciarse en la cosmología aunque no está dirigido a la enseñanza.

- WEINBERG, S.: *Los tres primeros minutos del Universo*, Alianza Universidad, 1979.

Libro de lectura sobre el modelo estándar del Big Bang. A pesar de que las teorías sobre el origen del Universo han avanzado mucho desde su aparición, pervive hoy como una obra clásica en el género de la divulgación de la ciencia.



## Otros recursos

Además de los recursos bibliográficos aquí mencionados y de otros de todo tipo que se describieron al hablar de cómo debe ser el aula de Astronomía, parece conveniente mencionar más explícitamente algunos recursos que en aquel momento sólo se nombraron. Nos referimos al software informático y a las colecciones de diapositivas y vídeos.

### Programas

Aquí hay algunos ejemplos de lo que existe en el mercado. Pueden resultar de más utilidad los que simulan un planetario, puesto que son más versátiles.

- *Sky windows*. Diseñados para ser utilizados en Windows.
- *Red shift*. Están en CD-ROM tanto para PC como para Macintosh.
- *Voyager*. Para Macintosh
- *Dance of the planets*. Para PC
- *Skycatalog 2000*. Para GWBASIC y PC.
- *Acalc*. Para PC. Recoge información exclusivamente sobre calendarios.

### Diapositivas

Existe una enorme variedad de colecciones. Conviene recurrir a los catálogos que aparecen en las revistas de Astronomía. Los planetarios y Museos de la Ciencia suelen disponer también de ellas. A este respecto, conviene tener pre-

sente que las sondas, los satélites artificiales y las diferentes misiones, tripuladas o no, así como el telescopio espacial Hubble, van mejorando y actualizando el fondo fotográfico, por lo que cuanto más recientes sean las colecciones mayor será su interés.

### Vídeos

Además de la colección *Cosmos*, dirigida y presentada por Carl Sagan, van apareciendo diferentes colecciones. Por ejemplo:

- *Astronomía*.
- *Viaje a través del Universo*. Folio. Lleva un libro que edita Life-Time.

