

APUNTES PARA UNA PROGRAMACION DIDACTICA DE LA ASTRONOMIA

DOMENECH CARBO, A., DOMENECH CARBO, M.T., CASASUS LACOMA, M^a E.
y BELLA NICOLAS, M^a T.
Instituto de Bachillerato de Buñol (Valencia).

SUMMARY

Aims, stages and methodology programmed for a secondary school course on Astronomy are discussed. A didactic approach based on the guided-discovery method, exemplified by a model-activity series, is proposed. A model of introduction to the use of the formalisms in Position Astronomy, exemplified by the local celestial sphere, is also included.

INTRODUCCION

La introducción de la Astronomía como E.A.T.P. en el Bachillerato español representa una innovación importante en el contexto educativo general de nuestro país. Recientes trabajos ponen de manifiesto la importancia de la Astronomía en el curriculum de los niveles medios de enseñanza (Ten y Monrós, 1984) y estudian la aplicación de diferentes enfoques didácticos (Fernández Uría, Morales Lamuela, 1984).

No obstante, el material didáctico del que actualmente se dispone es más bien escaso en relación a los niveles de enseñanza que nos ocupan, por lo que parece de interés el diseño de una programación didáctica específica para los mismos.

1. PROPOSICION DE OBJETIVOS

Al margen de objetivos generales comunes a otras disciplinas (promoción del interés por las ciencias, adquisición de hábitos y técnicas de estudio, desarrollo de la capacidad de observación, análisis y síntesis,...) podemos concretar una serie de objetivos específicos de la Astronomía en la Enseñanza Media.

- Relación del alumno con el mundo físico que le rodea en una dimensión que excede de su entorno inmediato (nuestra situación en el universo).
- Enunciado de los diferentes modelos teóricos que enmarcan el desarrollo histórico de la Astronomía y revisión crítica de los mismos.
- Realización de observaciones sistemáticas que supongan el diseño, construcción y utilización de instrumentos sencillos.
- Descripción de las observaciones en base a los modelos formales (esfera celeste local y general, siste-

mas de coordenadas astronómicas,...).

- Emisión de hipótesis que permitan formular modelos capaces de interpretar las observaciones realizadas.
- Adquisición de una visión global de la estructura del universo basada en la revisión de los temas fundamentales de la Astronomía de posición y Astrofísica (escalas de distancias y tiempos, mecánica celeste, evolución estelar, estructura galáctica,...).
- Integración de los objetivos anteriores dentro de un proceso de aprendizaje que valore significativamente:
 - Metodología científica.
 - Desarrollo histórico de la Ciencia.
 - Interdisciplinariedad.
 - Participación activa del alumno en el aprendizaje.

Debemos remarcar el carácter mismo de objetivo que atribuimos al proceso de aprendizaje guiado por el método científico. El estudio de la Astronomía puede perseguir la adquisición de una visión descriptiva más o menos detalladas del universo, la formación de técnicos en las diferentes especialidades observacionales, desde la Astronomía de posición convencional hasta las más evolucionadas instrumentaciones de la Astrofísica, puede también proporcionar una guía básica para el estudio de la Historia de la Ciencia o sustentar estudios teóricos en Cosmología o Física de partículas; no obstante, respetando la importancia de estas implicaciones, la enseñanza de la Astronomía puede reportar un interés formativo más amplio. Esto supone evitar dos deformaciones extremas: una presentación exclusivamente descriptiva (en el sentido de presentar

datos y modelos completamente elaborados al alumno) y una presentación centrada en la realización de observaciones desprovistas del armazón teórico que las articula. Estas consideraciones suponen que debe prestarse una especial atención a la selección de niveles y a la metodología didáctica a emplear.

2. NIVELES Y METODOLOGIA

De entre las diferentes alternativas metodológicas para la enseñanza de las ciencias (Gil, 1982), la Astronomía puede integrarse adecuadamente en el esquema basado en el método del descubrimiento guiado. Núcleo básico de este enfoque es la confección de programas-guía (Furió y Gil, 1979) que suponen una estructuración de las actividades planteadas a los alumnos para tratar de reproducir, de acuerdo con los objetivos propuestos, el proceso científico de descubrimiento.

Si nos centramos en la Astronomía de posición, núcleo básico de cara a los niveles medios de enseñanza (McNally, 1982), podemos adelantar algunos criterios para la selección y secuenciación de las actividades:

— Papel fundamental de las observaciones en cuanto a suscitar problemas; las observaciones preliminares deben plantearse como una necesidad en función del descubrimiento autónomo de problemas (Ulmann, 1970).

— Interrelación continua de la emisión de hipótesis con las observaciones. En este sentido conviene insistir en la no rigidez de las secuencias observación/hipótesis, ni las observaciones pueden considerarse como meros intentos de comprobación de hipótesis, ni esas pueden reducirse a la proposición de fórmulas «ad hoc» para la interpretación de los datos empíricos (Bunge, 1972).

— Organización, clasificación y revisión de la información disponible de modo que permita el estudio de diferentes problemas separadamente, como paso previo al establecimiento de modelos que integren los estudios parciales en unificaciones significativas.

— Insistir en la necesidad de una revisión crítica tanto de los modelos teóricos como de los datos observacionales.

— Necesidad de plantear, entre los niveles de exigencia, la capacidad de formulación de los enunciados teóricos y datos empíricos en la terminología científica (Knoll, 1974), entendida en un doble sentido:

- a) Capacidad expositiva y de manejo de la terminología propia de la Astronomía y ciencias afines.
- b) Conexión expresa de las formulaciones abstractas con el entorno físico al que se refieren.

3. ACTIVIDADES PARA LOS PROGRAMAS-GUIA

Desde el punto de vista observacional, la Astronomía en los niveles medios se centra en la Astronomía de posición (Harris, 1982). Hay un importante soporte didáctico constituido por la construcción y utilización de aparatos sencillos (Ten y Monrós, 1984, id. 1985), (Mascellani, 1983). El manejo de tablas (Aitchison,

1982) o el empleo de una instrumentación más desarrollada (Annet, 1980), (Zanetti, 1982) puede completar la base disponible de observaciones. En cualquier caso, estos elementos deben integrarse en un proceso de aprendizaje que trascienda la sola capacidad de registro de observaciones y permite la elaboración de conceptos físicos. El siguiente listado de actividades se articula, en este sentido, en torno a aspectos parciales destinados a actuar como centros de interés previos al desarrollo de modelos más generales y formulaciones más elaboradas.

I.— Observaciones generales.

I-1.— Observamos el cielo varias veces a lo largo de un día despejado, cita las observaciones que encuentres de interés.

I-2.— Observamos el cielo, a una hora determinada, en una noche despejada. Enumera las observaciones más significativas.

I-3.— Repetimos la observación, esa misma noche, unas horas más tarde. ¿Podemos apreciar alguna variación respecto a las anteriores observaciones?.

II.— Rotación general del cielo, estrellas y constelaciones.

II-1.— Formular hipótesis acerca de la forma, tamaño, distancia y constitución de los objetos celestes observados.

II-2.— Observación del movimiento general de rotación del cielo con un antejo o «tubo de estrellas». Observación en particular de la estrella Polar.

II-3.— ¿Qué entendemos por constelación?. Identificar diferentes estrellas y constelaciones con ayuda de un planisferio celeste.

II-4.— ¿Qué entendemos por «eje del mundo»? ¿Va dirigido justamente hacia la estrella Polar?.

II-5.— Determinación de la dirección N-S. ¿Coincide con la dirección N-S magnética señalada por la brújula?.

II-6.— ¿Cómo podríamos definir un «reloj de estrellas»?.

II-7.— Formular hipótesis para interpretar el movimiento general de rotación del cielo.

II-8.— Observar algunas constelaciones en diferentes días. ¿Podemos detectar alguna variación significativa de unas noches a otras?. Matizar, de acuerdo con esto, la actividad II-6.

III.— Planetas y estrellas.

III-1.— Formular hipótesis para interpretar las diferencias de brillo que observamos entre diferentes estrellas.

III-2.— El brillo de la mayoría de las estrellas no varía a lo largo de una noche ni de diferentes noches; sin

embargo, hay algunas estrellas que ofrecen variaciones significativas de brillo de unas épocas a otras. Formular hipótesis para tratar de interpretar este hecho.

III-3.— Estas estrellas «extraordinarias» presentan además un movimiento diferente al de las restantes. Identificar estas estrellas y describir las diferencias observadas en relación al comportamiento general.

III-4.— La observación telescópica del cielo permite observar que estas estrellas singulares poseen forma discoidal, mientras que las estrellas corrientes siguen apareciendo como puntos luminosos. Verificar esta observación y formular hipótesis que puedan interpretarla.

III-5.— En determinadas condiciones, alguna de estas estrellas singulares presenta medio disco iluminado. ¿Cómo podríamos interpretar esta observación?

III-6.— Resumir las hipótesis realizadas hasta el momento en relación a la naturaleza, forma, tamaño y movimiento de los astros en el firmamento.

IV.— La Luna

IV-1.— ¿Qué podemos decir del aspecto de la Luna? ¿varía de unas noches a otras?

IV-2.— Describe el movimiento de la Luna a lo largo de una noche.

IV-3.— ¿Varía el tamaño aparente de la Luna? Tratar de confirmar esta posibilidad. ¿Cómo podría interpretarse?

IV-4.— ¿Qué entendemos por periodicidad? Cita fenómenos periódicos que conozcas.

IV-5.— ¿Qué periodicidades podemos asignar a la Luna? Describe las fases lunares.

IV-6.— Formula hipótesis para la interpretación de las fases lunares. ¿Presentan otros astros este fenómeno?

IV-7.— ¿Qué entendemos por eclipse? Describe los distintos tipos y haz un esquema para su interpretación. ¿Qué información podemos obtener de los eclipses?

IV-8.— Resume las hipótesis realizadas acerca del movimiento, distancia, etc. de la Luna.

V.— La Tierra

V-1.— ¿Qué podemos decir de la forma y tamaño de la Tierra?

V-2.— Señala pruebas en favor de la no planitud de nuestro planeta y específicamente en favor de su esfericidad.

V-3.— Revisión del método de Eratóstenes para la determinación del tamaño de la Tierra. Señala explícitamente las hipótesis empleadas.

V-4.— Comenta la aseveración de que la «materia terrestre» es distinta de la «materia celeste». ¿Podemos aportar pruebas empíricas para confirmar o rechazar esta afirmación?

V-5.— ¿Qué podemos decir en relación al tamaño de la Tierra y de los diferentes astros? Comenta alguno

de los procedimientos clásicos de medida de distancias y tamaños.

V-6.— Comenta críticamente algunos de los argumentos en favor de la inmovilidad de la Tierra. ¿Cuál es el significado de la «experiencia de la torre» de Galileo?

V-7.— Citar algunos de los fenómenos terrestres que pueden interpretarse como confirmación de la rotación del planeta. Comentar en particular la experiencia de Foucault.

VI.— El Sol

VI-1.— Proponer algún movimiento para estudiar el movimiento del Sol.

VI-2.— Estudio del movimiento solar mediante instrumentos sencillos (gnomon, polos, zócalo de Ptolomeo).

VI-3.— Estudio del movimiento solar a lo largo de un día. Estudio comparativo de los datos aportados por los diferentes instrumentos.

VI-4.— ¿En qué orientación y en qué momento alcanza el Sol su máxima altura sobre el horizonte?

VI-5.— Observación del movimiento solar en diferentes días. ¿Alcanza siempre la máxima altura a la misma hora? ¿La alcanza siempre en alguna orientación determinada?

VI-6.— Revisar las definiciones de día y año.

VI-7.— Estudia la duración del día y la noche en diferentes días del año. ¿Podemos observar alguna relación con las alturas del Sol sobre el horizonte?

VI-8.— Equinoccios y solsticios, definición y determinación.

VI-9.— Ecuación del tiempo, usos horarios, relojes de Sol.

VI-10.— Formular algún modelo que permita interpretar el movimiento diario y el movimiento anual del Sol.

4. EL TRATAMIENTO DE LOS MODELOS FORMALES

Uno de los problemas específicos de la Astronomía es la presencia de modelos que exigen un tratamiento matemático de una cierta complejidad (trigonometría esférica por ej.). No obstante, es indispensable la adquisición por el alumno de un determinado nivel de descripción y manejo de estos modelos, siempre bajo la perspectiva de su inserción en el contexto global de la programación.

A título de ejemplo podemos exponer el estudio del movimiento del Sol descrito en base al formalismo de la esfera celeste local. A destacar que puede utilizarse sin una previa exposición del modelo heliocéntrico, permitiendo la introducción de temas relacionados (oblicuidad de la eclíptica, ecuación de tiempo, ...). Enumeramos a continuación una serie de actividades con las que se pretende conseguir, como objetivos prioritarios:

OTROS TRABAJOS

- Adecuado manejo de la terminología.
- Conexión directa del modelo con sus bases observacionales.
- Formulación explícita de las hipótesis en que se basa.
- Estudio de posibles implicaciones: predicciones.
- Valoración crítica de observaciones y predicciones.

1.— ¿Qué problemas se plantean para describir el movimiento de los astros en el firmamento?. ¿Por qué usamos coordenadas angulares?

2.— ¿Qué entendemos por esfera celeste local?. ¿Qué sentido físico posee suponer que todos los astros se mueven sobre una esfera imaginaria en torno nuestro?.

3.— Explica el significado de los términos siguientes: zénit, nádir, celeste. Representalos en la esfera celeste local.

4.— ¿Qué entendemos por meridiano y por latitud de un lugar?.

5.— Señala sobre la esfera celeste local la latitud y los puntos cardinales.

6.— Representa el movimiento del Sol, a lo largo de un día determinado, en la esfera celeste local. ¿Sería válida esta representación en otro punto de la Tierra?.

7.— Representa el movimiento del Sol en los equinoccios y en los solsticios en la esfera celeste local.

8.— Repite esta representación para puntos situados en a) ecuador, b) polo N y c) 45° de latitud N.

9.— Repite esta representación para puntos situados en el trópico de cáncer (dato: el Sol se halla en el zénit a mediodía del solsticio de verano) y b) en el círculo polar ártico (dato: el Sol se encuentra todo el día sobre el horizonte en el solsticio de verano).

10.— En la figura adjunta se representa la esfera celeste local de un punto situado a latitud 40° N. Señala en ella la trayectoria solar en un día de primavera, verano, otoño e invierno.

(Las representaciones adjuntas corresponden a las trayectorias solares en los equinoccios y solsticios sobre la esfera celeste local de puntos situados a 40° de latitud N (fig. 1), ecuador (fig. 2), polo N (fig. 3), trópico de cáncer (fig. 4) y círculo polar ártico (fig. 5), obtenidas con un ordenador SHARP MZ808 con programa que se adjunta y realizadas como material de apoyo, con carácter interdisciplinar, en las E.A.T.P. de Astronomía e Informática en el I.B. de Buñol (Valencia).)

Fig. 1

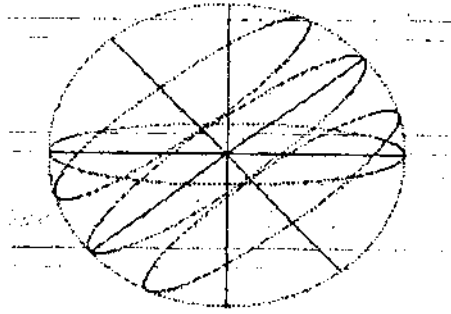


Fig. 2

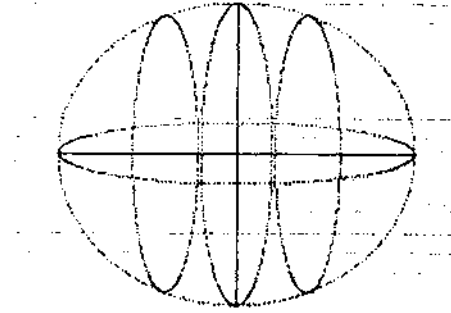


Fig. 3

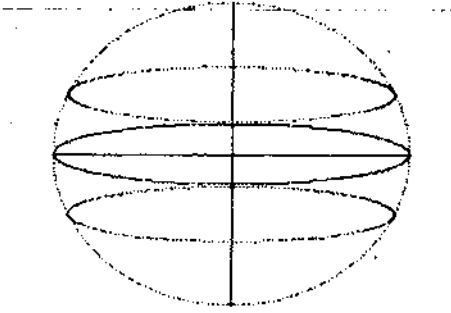


Fig. 4

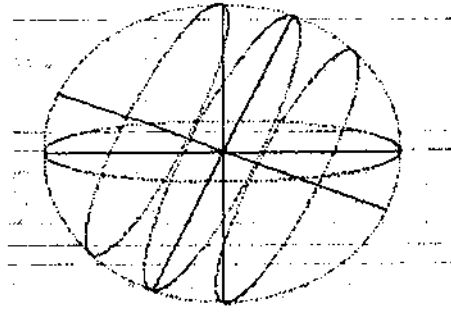
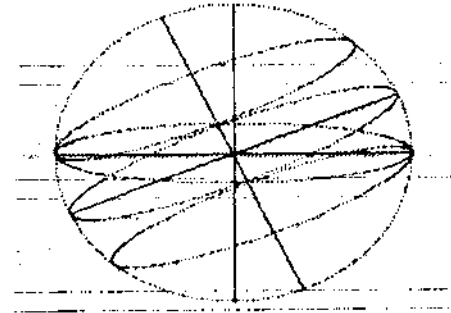


Fig. 5



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AITCHISON, R.E., 1982, The calendar. *Physics Education*. Vol. 17, pp. 186-188.
- ANNETT, C.H., 1980, Experience with a professionally oriented astronomy laboratory for nonscience majors. *American Journal of Physics*. Vol. 48, pp. 134-137.
- BUNGE, M., 1972, La investigación científica. (Ariel).
- FERNANDEZ ORIA, E., MORALES LAMUELA, M.J., 1984, La Astronomía en el Bachillerato: diferentes enfoques. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 2, pp. 121-124.
- FURIO, C., GIL, D., 1977, El programa-guía: una propuesta para la renovación de la didáctica de la Física y la Química (en «Didáctica de la Física y la Química, INCIE).
- GIL, D., 1982, Didáctica de las ciencias teóricamente fundamentada. Primeras Jornadas de investigación didáctica en Física y Química, ICE, Valencia.
- HARRIS, D., 1982. The place of astronomy at schools. *Physics Education*. Vol. 17, pp. 154-156.
- KNOLL, K., 1974. Didáctica de la enseñanza de la física. (Kapelusz).
- MARTIN ASIN, F., 1979, Astronomía. (Paraninfo).
- MASCELLANI, V., 1983, Resoconto su alcune esperienze di carattere astronomico in un corso di scienze per la scuola media. *La Fisica nella Scuola*. Vol. XVI, pp. 70-75.
- MCNALLY, D., 1982, Astronomy at school. *Physics Education*. Vol. 17, pp. 157-159.
- TEN, A.E., MONROS, M.A., 1984, Historia y enseñanza de la Astronomía. Los primitivos instrumentos y su utilización pedagógica. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 2, pp. 49-54.
- TEN, A.E., MONROS, M.A., 1985. Historia y enseñanza de la Astronomía II. La posición de los cuerpos celestes. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 3, pp. 47-56.
- ULMANN, G., 1970, Kreativität. Neue amerikanische Ansätze zur Erweiterung des Intelligenzkonzeptes, 2ª ed.
- ZANETTI, V., 1982, Astronomía y máquina fotográfica. *La Fisica nella Scuola*. Vol. XV, agenda nº 3.