

A p E A

Boletín de la ASOCIACION para la
ENSEÑANZA de la ASTRONOMIA

NUMERO 3

PRIMAVERA-VERANO 1997

editorial

El tiempo pasa volando y ya esta finalizando un nuevo curso y como viene siendo habitual desde nuestros comienzos en este mundo de la enseñanza, este año, al igual que todos, ha estado lleno de novedades y monotonías. Monotonías que en nuestro caso podemos haber roto con mayor facilidad que el resto de nuestros compañeros con la enseñanza de la Astronomía, más aún un año como este en el que el cometa Hale-Bopp nos ha proporcionado un bellissimo espectáculo en el cielo difícil de que se vuelva a repetir a lo largo de nuestras cortas vidas.

A las líneas anteriores sobre el soberbio visitante de este año, me gustaría lanzar a los socios una sugerencia. Estoy segura de que somos muchos los que hemos aprovechado esta visita para coger nuestras cámaras de fotos y lanzarnos a un lugar apartado con poca luminosidad y plasmar la imagen del cometa que superó en tamaño y luminosidad con creces al tan esperado Halley en 1986. Por ese motivo y como pienso que la mayoría de nosotros nos veremos el próximo mes de septiembre en Pamplona, os propongo que improvisemos allí una exposición con todas nuestras fotografías. Estoy segura que la organización, aunque no esté en el programa, no tendrá ningún inconveniente en buscar unos paneles para poder montar esta mini exposición. ¡Anímaros todos!

Respecto a los Segundos Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía me gustaría que tuvieras presente que el éxito depende exclusivamente de la colaboración de todos nosotros, los socios, y que aunque la convocatoria sale muy tarde, en septiembre todos tenemos ya pocos planes de salidas y vacaciones, pues quien más quien menos ya llevaremos por lo menos una semana incorporados a nuestros puestos de trabajo y no resulta muy difícil planificar una corta escapada.

Por otro lado querría recordaros que el boletín es de todos y que en él debemos participar cuantos más mejor. Sabéis que es semestral y a muchos de vosotros no os costaría demasiado escribir en un par de páginas vuestras experiencias y enviárnoslas. En mi opinión, no es conveniente que los trabajos que se publican estén siempre firmados o lleguen a nosotros a través de las mismas personas. Yo agradezco profundamente la colaboración que estoy recibiendo de estos pocos compañeros porque de lo contrario me resultaría imposible poder sacar el boletín, pero si participamos todos su publicación resultará más fácil. ¡Nos vemos!

LAS SOMBRAS DEL GNOMON

Las cuatro curvas que aparecen en las secciones cónicas (circunferencia, elipse, parábola e hipérbola) figuran con alguna frecuencia en los temas astronómicos. Cuando se sitúa una varilla vertical sobre un plano horizontal tal y como se indica en la figura 4 y se van anotando las posiciones del extremo de la sombra que produce la varilla a lo largo de un día, se obtiene una curva como la que aparece en dicha figura.

El propósito de estas líneas es mostrar que, para nuestras latitudes boreales medias, estas curvas son ramas de hipérbola en cualquier día del año excepto en los equinoccios, días en los que se obtiene una línea recta.

(Continúa en la página siguiente)

s u m a r i o

Editorial	1
Las sombras del Gnomon	1
Cámaras CCD	4
Contando cráteres: Un método para datar superficies planetarias	6
Encuesta sobre la enseñanza de la Astronomía	10
Información general. Notas y noticias	12
Taurus	13
Bibliografía	16

La figura 1 muestra la esfera terrestre. G es el centro de la Tierra; P y P' son los polos. Se ha dibujado, exageradamente grande, un gnomon situado en un punto de latitud φ y las líneas paralelas al ecuador y al eje terrestre que pasan por el extremo de la varilla del gnomon. El ángulo φ (la latitud) vuelve a aparecer en la posición que se indica.

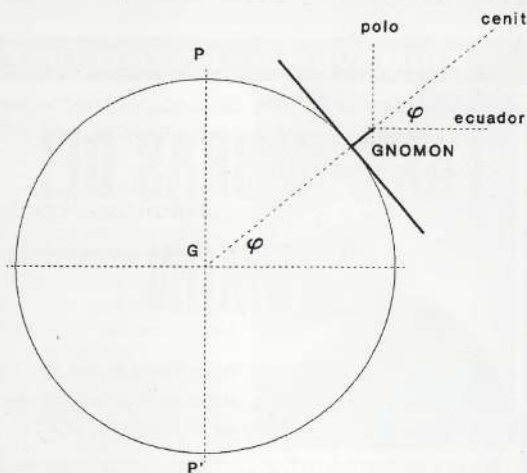


Figura 1.

Supongamos, pues resulta más sencillo así, que estamos utilizando y aceptando el modelo astronómico antiguo que imaginaba la Tierra estática y todos los demás astros, entre ellos el Sol, girando cada día a su alrededor, describiendo paralelos celestes en torno al eje polar.

La situación descrita en la figura 2 corresponde a un día intermedio del otoño o del invierno (5 de noviembre o 5 de febrero aproxi-

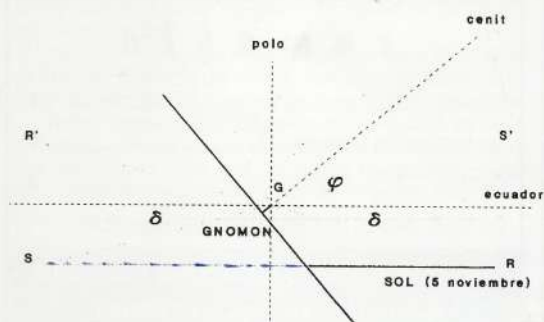


Figura 2.

madamente). Tal día el Sol se encuentra por debajo del ecuador, su declinación δ es negativa y, por tanto, recorrerá un paralelo, como el RS, situado algo por debajo del ecuador.

La figura 2 sólo es una sección, un perfil sin relieve, de la situación que intentamos explorar. La línea RS representa toda una circunferencia: el paralelo recorrido aparentemente por el Sol ese día.

Si unimos cada uno de los puntos de la circunferencia RS con el extremo G de la varilla del gnomon se obtiene una superficie cónica (GR o GS serían generatrices). Prolongando este cono desde G hacia arriba se obtiene la otra mitad (GR'S') de la superficie cónica completa.

Este segundo cono GR'S' contiene justamente las líneas que van desde el extremo de la varilla del gnomon hacia el plano del horizonte o plano del gnomon donde queremos dibujar las sombras (véase la figura 3). La intersección del cono GR'S' con el plano del gnomon nos dará la línea que estamos buscando.

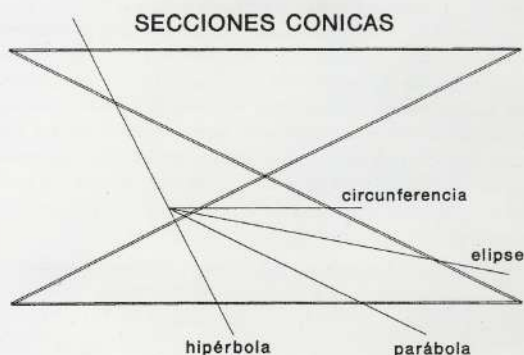


Figura 3.

Pero esta intersección de una superficie cónica con un plano es, naturalmente, una cónica, más concretamente una rama de hipérbola, teniendo en cuenta la inclinación respectiva de la generatriz (RGR'), que viene dada por la declinación δ del Sol, y del plano del gnomon o plano del horizonte, que viene determinada por la latitud del lugar (φ).

Para otras latitudes u otros momentos del año (otras declinaciones) hay que recomponer la figura 2, ajustando las inclinaciones de la generatriz y del plano del horizonte.

Por ejemplo, en un equinoccio el Sol recorre exactamente el ecuador ($\delta = 0$). Entonces la superficie cónica se reduce a un plano tan sólo, plano que pasa por el extremo G de la varilla de gnomon y la línea de sombra se obtiene como la intersección de dos planos (el del gnomon y el del ecuador que recorre el Sol), es decir, será una línea recta.

En los polos terrestres ($\varphi = 90^\circ$, plano del gnomon paralelo al ecuador) las curvas que se

obtendrían serían circunferencias cualquier día del año, al ser el plano del gnomon perpendicular al eje polar (eje de la superficie cónica).

Mientras que en lugares de un círculo polar se obtendrían elipses (los días que el Sol no se pone), una parábola (el último —o el primer— día que el Sol no se pone, cuando $\delta = 90 - \varphi$) e hipérbolas (aquellos días en los que el Sol tenga orto y ocaso).

En lugares del ecuador se obtendrían ramas de hipérbolas equiláteras, pues el plano del gnomon sería paralelo al eje de la superficie cónica (eje polar).

Antonio Arribas

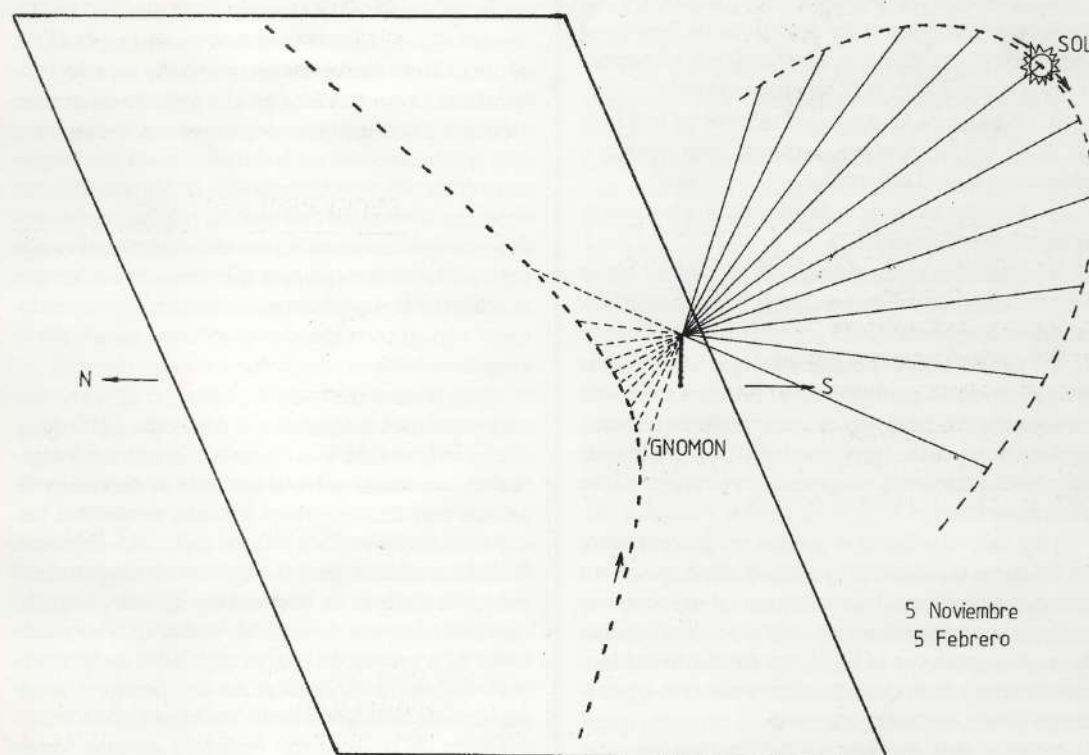


Figura 4.

Cámaras CCD

ven y cuéntalo.

En el Instituto de Enseñanza Secundaria "Txorierrri", en Derio, pueblo del valle de Asúa, justo al lado de Bilbao, se celebró durante el segundo fin de semana del mes de noviembre, un curso con el título de "INTRODUCCIÓN AL USO DE CÁMARAS CCD Y SU UTILIZACIÓN DIDÁCTICA EN LA ESO Y ESPO". La organización fue por cuenta de la ApEA, a través de Eduardo Zabala y Julen Sarasola, con ayuda económica del Ministerio de Educación. El curso fue dirigido por el profesor Javier Bustamante, y a él asistimos 11 participantes, 9 de ellos del mismo País Vasco y nosotros dos de Madrid y Alicante.

Los objetivos pretendidos en este curso eran:

1. Dar a conocer a los profesores de Enseñanza Secundaria interesados en la astronomía una herramienta revolucionaria para la observación del cielo.
2. Explicar los fundamentos teóricos de las cámaras CCD, así como el equipamiento astronómico e informático que su uso implica.
3. Estudiar las técnicas de adquisición y tratamiento digital de imágenes CCD.
4. Discutir su uso didáctico en el aula, así como preparar un conjunto de actividades basadas en la utilización de las cámaras CCD.
5. Demostrar las posibilidades que las autopistas de la información permiten como recursos didácticos para esta materia: búsqueda de información astronómica, consulta de bases de datos de la NASA, uso remoto de telescopios y captura de imágenes del telescopio Hubble a través de Internet.

Hay otro objetivo que aunque no aparece entre los del curso, la asociación promueve como una de sus principales funciones. Nos referimos, al de poner en contacto a profesores o interesados por la enseñanza de la astronomía, con el fin de que éstos intercambien experiencias y toda clase de información que ayude al desarrollo de sus tareas docentes.

A pesar de la premura que dan las 20 horas en las que se desarrolló el curso, así como lo apretado de las sesiones, los objetivos se fueron cumpliendo gracias al interés y dedicación del profesor y organizadores, y por qué no decirlo, también de los participantes.

Como vemos en los objetivos, dos fueron las principales líneas de trabajo: las cámaras CCD y las autopis-



tas de información. La cámara CCD consiste básicamente en un dispositivo electrónico, que recoge fotones de una fuente de luz en una pequeña superficie de fotodiodos, los transforma en una señal de electrones, y éstos a su vez son convertidos en valores digitales, para que los procese un ordenador como una imagen electrónica. Para la utilización de la cámara CCD, es necesario además del instrumento que superficialmente acabamos de describir, un instrumento óptico, que suele ser un telescopio, para que concentre la luz que se recibe en la superficie de los fotodiodos, y un ordenador con su correspondiente software para tratar la imagen recibida.

El aprovechamiento de una cámara CCD, junto con sus inseparables compañeros el telescopio y el ordenador, es muy variado, y va desde la captación de imágenes de superficies planetarias hasta la detección de galaxias muy débiles, debido a su alta sensibilidad, por supuesto muy superior a la de las películas fotográficas. Se utilizan, además, para la medición de magnitudes y espectros estelares de objetos muy débiles, y todas las consecuencias que de éstas se derivan (como puede ser la de la estimación precisa de la edad de las estrellas). Debido a la dedicación del profesor Javier Bustamante a la astronomía de observación, como miembro de la asociación madrileña de astrónomos aficionados, pudimos comprobar lo importante que resultan estos instrumentos en la detección de supernovas, el mismo Javier ha sido codescubridor de una de ellas.

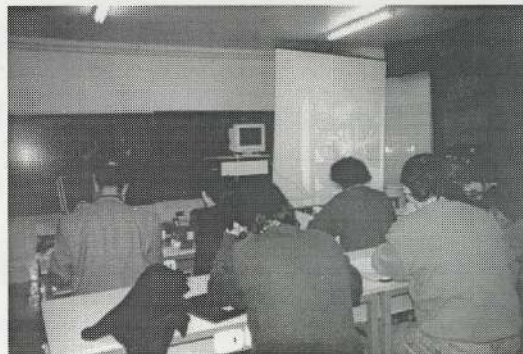
Por otra parte, sus ventajas respecto a la fotografía parecen definitivas, si nos referimos a su rendimiento

(15 % de recogida de luz en el caso de la película fotográfica, contra el 90 % de la cámara CCD), su rango de registro (registra además de luz visible, desde longitudes de rayos X hasta el infrarrojo), tiempo de exposición (más cortos, lo que evita algunos de los errores producidos por el seguimiento de objetos), y la del proceso de imágenes (nada de laboratorio fotográfico, basta con un "laboratorio informático", el ordenador), aunque también tiene inconvenientes, y nos referimos al ruido electrónico (producido por los propios componentes, que en cierta forma alteran la imagen recibida), el campo de visión (mucho menor; de manera que en él no entran objetos como la Luna, el Sol y nebulosas grandes), y cómo no, el precio (parece necesario en este momento un desembolso de unas 200.000 pesetas). Se hizo por parte del profesor especial hincapié en la ventaja que supone con una cámara CCD filtrar determinadas longitudes de onda producidas por los focos y luces de las ciudades. Es decir, parece que estas cámaras vienen a solventar un problema que hace tiempo sufrimos: la contaminación lumínica. Según el título de uno de los artículos leídos en el curso, "Las cámaras CCD reviven la astronomía urbana".

Durante el curso pudimos observar el funcionamiento de una cámara CCD instalada en un telescopio y conectada a un ordenador; aunque eso sí, no vimos con ella ni una sola estrella. Recuerdo que nos encontrábamos en pleno País Vasco, donde las nubes hacen acto de presencia con más frecuencia de la que astrónomos y participantes en cursos relacionados con la astronomía desearían. Eso sí, pudimos tratar con un programa de proceso de imágenes, algunas de las ya obtenidas previamente.

Además de a estas sofisticadas cámaras, dedicamos buena parte del curso a recibir información sobre las posibilidades de las nuevas autopistas de información y de una manera muy especial a la llamada red INTERNET. Vimos cómo conectarse a la red y algunos de los recursos que ésta tiene y que están relacionados con la astronomía. Resulta sorprendente como, desde tu instituto o casa, puedes acceder a bases de datos de la NASA, IAC y hasta de la misma ApEA en cuestión de segundos o quizá minutos. A través de la conexión telefónica del instituto en el que desarrollamos el curso, estuvimos navegando (que así se llama a husmear; cuando se hace en soporte informático) por algunas de estas bases de datos.

Una de las conclusiones a las que llegamos en lo que se refiere a estas redes de información, es que quizá sería conveniente estudiar la posibilidad de que la misma ApEA, dispusiera de un espacio dentro de Internet, en el que poder intercambiar experiencias o proyectos en común.



De todo lo propuesto entre los objetivos del curso, echamos de menos la discusión sobre el uso didáctico en el aula de las cámaras CCD y de las redes de información. Tampoco pudimos preparar un conjunto de actividades basadas en la utilización de ambos instrumentos. Sabemos que es imposible conseguir todos los objetivos propuestos en tan poco tiempo, aunque nos gustaría haber trabajado algo en este sentido. Quizá menos información detallada sobre las posibilidades didácticas.

Para terminar con los temas específicos del curso, queremos decir que entendemos las posibilidades de las cámaras CCD y de la astronomía informática que pueden representar redes como Internet, y que vemos que esta última puede encontrarse más cerca de las aulas, en este momento, que las primeras. No en vano, en "territorio MEC", muchos centros ya podemos acceder a ella, con conexión a cargo del Ministerio de Educación. Por lo que se refiere a las cámaras CCD, la mayor de las ventajas que vemos en nuestro trabajo se refiere a la manera en que éstas intentan resolver un problema importante para la observación de nuestros alumnos: la contaminación lumínica de las ciudades. A pesar de eso, creemos que la solución a este problema está más por la concienciación por parte de autoridades públicas a la hora de diseñar el alumbrado de las ciudades.

No queremos acabar este relato, sin señalar lo importante que resultan estos encuentros entre profesores de astronomía. En ellos se intercambian experiencias, informaciones, se preparan nuevos proyectos de trabajo, se vuelve a ver a antiguos amigos, se hacen nuevos y, cómo no, se disfruta, aunque eso sí, muy rápido, de otros lugares. Queremos agradecer, por último, las muchas atenciones y el fantástico recibimiento que hemos tenido por parte de todos, y cumpliendo con el eslogan, allí estuvimos y aquí lo contamos. Deseamos volveros a ver muy pronto.

PEDRO GRANADOS y MANUEL TRIVES

Contando cráteres:

Un método para datar superficies planetarias.

Counting craters: a method for dating planetary surfaces.

Jorge Anguita y Miguel Angel de la Casa (*)

RESUMEN:

La datación de superficies planetarias por conteo de cráteres es una técnica ampliamente usada para estudiar la evolución de los cuerpos sólidos del Sistema Solar. En este trabajo se describe el método usando un ejemplo y se proponen dos ejercicios de datación de regiones de la cara visible de la Luna.

ABSTRACT:

Dating of planetary surfaces with the help of the crater counting technique is widely used in Planetary Sciences to study the evolution of the solid bodies in the Solar System. In this paper we describe the crater counting technique with an example and we propose as an exercise the dating of two regions of the Moon's near side.

Palabras clave: cráter, imagen, datación, estadística.

Keywords: crater, image, dating, statistics.

A continuación transcribimos íntegramente otro artículo aparecido en la Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT), volumen 3, número 2, de diciembre de 1995.

Introducción:

Un aspecto importante de las misiones planetarias es la gran cantidad de datos que éstas proporcionan, algo fundamental para algunos científicos. Las sondas hacen barridos de radar, toman medidas del campo magnético, flujo de calor, campo gravitatorio, imágenes en diferentes zonas del espectro... estas últimas, las imágenes, son gratificantes para el público y para los aficionados al tema, ya que les hacen sentirse como si estuvieran allí; también son una importante fuente de información para el planetólogo sobre el planeta, satélite, cometa, cualquier cuerpo del Sistema Solar.

Aquí se describirá un método de investigación usado desde el principio de la exploración del Sistema Solar. Lo único necesario son algunas imágenes planetarias y un poco de paciencia. El objetivo es hallar la edad de la superficie de una región de la Luna, el cuerpo mejor estudiado del Sistema Solar. Gracias al programa Apolo y a los Lunar Orbiter (sondas no tripuladas) hay muchos datos e imágenes de la Luna. Durante años, en los sesenta y setenta, se dedicó un gran esfuerzo a intentar comprender

el origen y la historia de nuestro satélite, y este método de datación es una consecuencia de ello.

La técnica requiere un cierto grado de manipulación numérica, y aunque para llevarla a cabo basta con una calculadora con funciones logarítmicas, no parece adecuada para alumnos de niveles inferiores al Curso de Orientación Universitaria. Dadas, por otra parte, las limitaciones para realizar actividades fuera de programa en la Geología del C.O.U., es mejor concebir esta práctica para cursos universitarios.

El fundamento teórico:

La técnica se denomina «contaje de cráteres». La idea principal es que del estudio de la densidad de cráteres en una zona y del tamaño de aquéllos se puede deducir la edad de esa región.

La existencia de superficies saturadas de cráteres y formadas por rocas muy antiguas, junto a otras

(*) Seminario de Ciencias Planetarias. Facultad de Ciencias Geológicas. Univ. Complutense. 28040 Madrid.

más recientes y con menos cráteres, ha llevado a pensar que el flujo de impactos (la cantidad de cuerpos que han impactado en un planeta por unidad de tiempo) no es aleatorio, sino que ha decrecido exponencialmente a lo largo del tiempo. Es de notar que muchos fenómenos físicos en los que interviene la estadística siguen comportamientos de este tipo. Otra suposición inicial (que se podrá confirmar en este ejercicio) es que hay mayor cantidad de cráteres pequeños que grandes, y de hecho la frecuencia de craterización en función del tamaño es también una exponencial decreciente.

El método:

Hay que tener en cuenta dos cosas importantes: se calcularán logaritmos decimales de los datos obtenidos en la imagen para que la curva exponencial que se estudia se proyecte como lineal (de una recta más fácil obtener información); además, se deben usar logaritmos decimales y no neperianos (los resultados numéricos para neperianos son diferentes de los que aparecen en el ejemplo y en las soluciones de los ejercicios).

En primer lugar se mide el área total A de la región estudiada para hallar las densidades de craterización. Seguidamente, en una imagen de escala conocida se anota el diámetro de todos los cráteres mayores de 5 Km. En las imágenes de este trabajo la escala viene dada por el tamaño de alguno de los rasgos más importantes, como los cráteres.

La representación y el tratamiento se facilitan si los datos se agrupan de la siguiente manera:

- a) Se cuenta el número de cráteres entre 5 y 7 ($= 5 \sqrt{2}$) Km.
- b) Se cuenta el número de cráteres entre 7 y 10 ($= 5 \sqrt{2} \sqrt{2}$) Km.

y así sucesivamente. Al diámetro menor de cada grupo le llamamos D_a y al mayor D_b . Un modo útil de organizar los datos es hacer una tabla en la que tengamos en cada columna el número de grupo, diámetro mínimo, diámetro máximo y número de cráteres que entran en ese grupo. Es recomendable ordenar los grupos de mayores a menores diámetros; esto es debido a que hay que calcular un parámetro llamado «número acumulativo», que denominaremos n_c :

El n_c de un grupo es el número de cráteres con diámetro mayor o igual que el D_a de ese grupo (o sea, que sumamos los cráteres de ese grupo y los de grupos de diámetro superior).

Con estos datos vamos a obtener la gráfica. Para ello representamos sobre papel milimetrado $\log(D_a)$ sobre el eje horizontal y $\log(n_c / A)$ sobre el eje vertical. Hay métodos estadísticos que dan la recta que

pasa más cerca de una serie de puntos, pero en este caso puede bastar con dibujar éstos en papel milimetrado y dibujar la recta que más parezca acercarse a todos ellos.

Una vez se tiene la recta de la densidad de cráteres, se calcula (gráficamente) el «índice de zona», que es la ordenada correspondiente a un diámetro de 25 Km. Este número no tiene nada de especial, pero la ecuación en la que se usa se ha calculado para los 25 Km. y no para otro diámetro. La ecuación ha sido determinada elaborando contajes y usando las edades medidas por datación radiométrica de las muestras traídas en el programa Apolo. El hallar esta ecuación no es muy complicado, pero requiere bastante tiempo y trabajo cuidadoso. Por ello la proporcionamos como herramienta para la datación.

La ecuación a usar es:

$$\text{EDAD} = 1000 (1,59^* \text{índice} + 10,61)$$

El valor se obtiene en millones de años.

Datemos el área de alunazaje del Apolo 14:

Armados con una calculadora capaz de resolver logaritmos, vamos a practicar el método con un caso real. La foto (Fig. 1) usada pertenece a la zona de Mare Imbrium, una gigantesca cuenca en la zona noroeste de la cara visible de la Luna. Además, es la zona de aterrizaje del Apolo 14.



Figura 1.

Zona de la formación Fra Mauro. Los cráteres más importantes son Fra Mauro (F; 95 Km.), Bonpland (B; 60 Km.), Parry (P; 48 Km) y Gambart (G; 25 Km.)

El pie de foto proporciona ya el tamaño de alguno de los cráteres. Esto debe servir además para determinar la escala de la foto. Para ello se debe usar el cráter cuyas paredes se vean más definidas. En este trabajo se tomó el diámetro de un cráter como la distancia entre el punto más alto de paredes opuestas; este punto más alto se encuentra en la frontera luz-sombra que suele existir en las paredes de los cráteres. Si midiendo diferentes cráteres se encuentran diferentes escalas, se puede hacer una media.

También hay que calcular el área total. En esta imagen se obtiene 67100 Km² (se puede redondear al centenar de km², ya que una mayor precisión complica las cifras pero no altera el resultado final).

Lo siguiente es hacer una lista de todos los cráteres con diámetro mayor de 5 Km, anotando el tamaño de cada uno. Se debe tener cuidado de considerar sólo las estructuras claramente circulares, ya que a veces hay formaciones que pueden confundirse con un cráter de impacto sin serlo.

A continuación se agrupan los cráteres. En la tabla 1 aparecen los grupos de cráteres ordenados de mayor a menor diámetro y el número de cráteres de cada grupo.

Tabla 1.			
Grupo	D_a	D_b	N. ^o cráteres
1	80	112	1
2	56	80	1
3	40	56	1
4	28	40	1
5	20	28	1
6	14	20	3
7	10	14	1
8	7	10	4
9	5	7	8

Tabla 2.			
Grupo	$X [\log(D_a)]$	n_c	$Y [\log(n_c/A)]$
1	1,90	1	-4,83
2	1,75	2	-4,52
3	1,60	3	-4,35
4	1,45	4	-4,22
5	1,30	5	-4,13
6	1,15	8	-3,92
7	1,00	9	-3,87
8	0,84	13	-3,71
9	0,70	21	-3,50

Ahora se calculan los puntos de la exponencial que se supone cumplen. La X del primer punto es $\log(80)$ y la Y es $\log(1/A)$ donde A es el área calculada antes; el segundo punto tiene $X = \log(56)$ e $Y = \log(2/A)$ (el número de cráteres de diámetro mayor o igual que 56 es 2: uno del grupo 2 y otro del grupo 1). Estos datos componen la tabla 2.

Para obtener el índice se representan los puntos en papel milimetrado. La escala en los ejes debe permitir representar el segundo decimal. El paso posiblemente más delicado de la datación sea encontrar una recta que pase lo más cerca posible de todos los puntos. Existen métodos matemáticos para hacerlo (como el de los mínimos cuadrados) pero sólo son adecuados para alumnos universitarios. Si se dibuja cuidadosamente una recta en papel podrá obtenerse una buena aproximación. Una vez hecho esto se calculará el índice de la imagen, o sea, la ordenada de $X = \log(25) \approx 1,40$.

En la figura 2 se presenta el gráfico que se construyó en el ejemplo. El índice resultó ser 4,22.

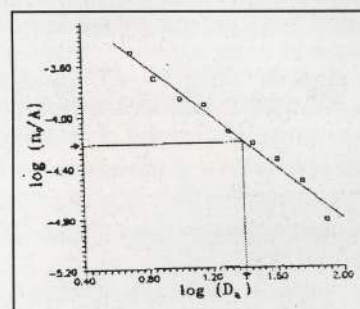


Figura 2. Gráfico de los puntos de densidades de cráteres en función de sus diámetros. La línea recta es la aproximación de los autos. Marcados con flechas: los valores $\log(25)$ en el eje X y -4,22 (el índice de la zona) en el eje Y.

Sustituyendo en la ecuación de la edad, obtenemos que el terreno de la imagen tiene una antigüedad de 3.900 millones de años.

Por último, proponemos ejercitar el método sobre otras dos imágenes (Figuras 3 y 4). Una de ellas es una zona cercana a la del ejemplo, en la cuenca Imbrium, y la otra es una zona mucho más joven, al lado del impresionante cráter Copérnico. Ambas, más el ejemplo, están representadas sobre una fotografía de la Luna, en la Figura 5.

Soluciones a los ejercicios propuestos

Figura 3: el índice es -4,17 y la edad 3.970 millones de años.

Figura 4: el índice es -4,66 y la edad 3.200 millones de años.

Bibliografía

Baldwin, R. B. (1987). On the relative and absolute age of seven lunar front face basins, II: From crater counts. *Icarus*, 71, 19-29.

Crater Analysis Working Group (1978). Standard techniques for presentation and analysis of crater size-frequency data. NASA Techn. Memo., 7930, 20 p.

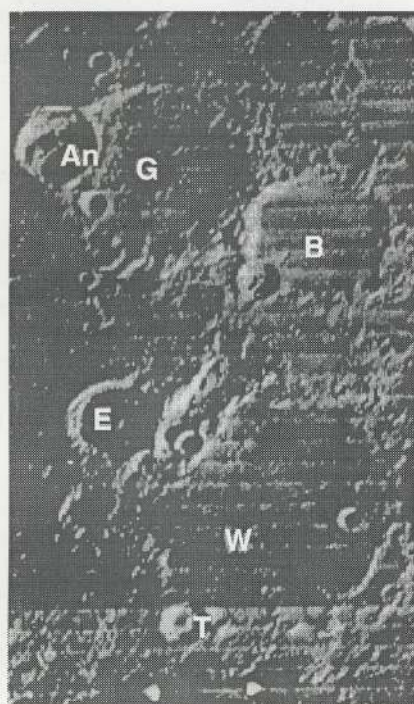


Figura 3.

Zona craterizada anterior a la formación de la cuenca Imbrium. W. Bond (W; 158 km), Goldschmidt (G; 120 Km), Barrow (B; 93 Km), Epígenes (E; 55 Km), Anaxágoras (An; 51 Km) y Timaueus (T; 33 Km) son los cráteres más importantes de la imagen.

Las fotografías de la Luna están reproducidas del libro de Don Wilhelms «The geologic history of the Moon», publicado en 1987 por el Servicio Geológico de Estados Unidos como el número 1348 de la serie Professional Papers.

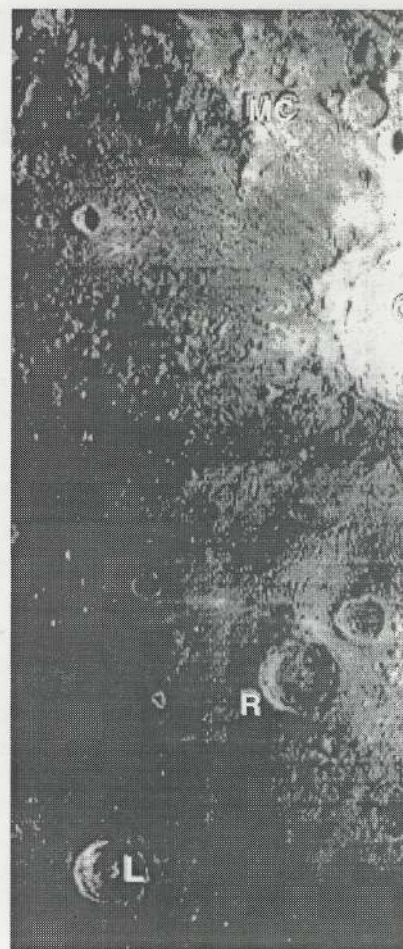


Figura 4.

Zona de aterrizaje del Apolo 12 (en la flecha). Destaca el cráter Copérnico (C). Otros cráteres son Reinhold (R; 43 Km) y Lansberg (L; 39 Km.). Los Montes Cárpato (MC), forman parte del borde de la cuenca Imbrium, separan Mare Imbrium (encima) de Mare Insularum (debajo).

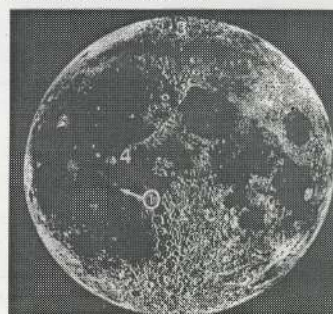


Figura 5.

La cara visible de la Luna. Mosaico de un cuarto creciente y otro menguante realizado por el Observatorio Lick. 1 es la zona del ejercicio resuelto; 3 y 4 son los ejercicios propuestos en las figuras de esa numeración.

ENCUESTA SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA

Agustín Laviña Orueta

Durante el curso 94/95 y 95/96 se decide, como experiencia piloto, aumentar la plantilla de algunos CPR con objeto de que profundicen en un área determinada. En concreto el CPR de Coslada se especializa en la materia de Ciencias Naturales. Entre otras líneas de actuación se escoge la enseñanza de la Astronomía como prioritaria.

Con tal motivo nos proponemos iniciar una pequeña investigación sobre la enseñanza de esa materia en Secundaria, ya sea como EATP en BUP, como optativa en ESO o simplemente como Taller o actividad extraescolar.

El número total de respuestas es de 78. La mayoría de ellas corresponde a profesores que han impartido la materia en el pasado curso escolar 1995/96. No obstante, 6 de ellas corresponden a profesores que la han impartido en cursos anteriores o la pretenden dar el curso actual o la trabajan al margen de la enseñanza secundaria; exposiciones,

EGB, etc. Por ello, el número de respuestas no es igual en cada una de las preguntas.

Sabemos que hay más compañeros y centros que imparten el Taller de Astronomía. Por una parte ha sido realmente difícil conseguir un listado de los Centros a través del MEC o de las Consejerías de Educación, las Comunidades de Cataluña, Andalucía y Galicia no nos han podido facilitar esta información. Por otra no hemos recibido respuesta de todos los Centros implicados.

El resultado del análisis de la encuesta es el siguiente:

Características del profesorado

El número de profesores analizado es de 91, ya que hay que tener en cuenta que en algunos Centros son varios los que imparten la materia. El análisis por departamentos y licenciaturas es el siguiente:

Departamento		%	Licenciatura		%
Biología y Geología	23	25	Biología	19	22
Física y Química	30	33	Geología	3	3
Matemáticas	33	36	Física	16	18
Dibujo	1	1	Química	19	22
Tecnología	1	1	Exactas	24	28
Filosofía	1	1	I. Agrónomo	1	1
Latín	1	1	I. T. Minas	1	1
Automoción	1	1	I. T. Electricidad	1	1
			Dibujo	1	1
			Filosofía	1	1
			Diplomado 1.º ciclo	1	1

En cuanto a la experiencia es la siguiente:

57 tienen experiencia en ESO	1 en REM
35 en BUP	1 en actividades de COU
6 como taller extraescolar	1 en actividades de Tecnología
3 en una experiencia piloto sobre un Museo ambulante de la Ciencia	

La media de años impartiendo la materia es de 4,3 años

N.º de grupos y alumnado

El número total de grupos es de 126, que corresponde a un total de 2.448 alumnos.

	Grupos	Alumnos	Media
3.º ESO	34	672	20
4.º ESO	36	775	22
2.º BUP	26	423	16
3.º BUP	24	426	18
Taller	6	152	25
TOTAL	126	2.448	19

Temas o unidades programadas

Sobre un total de 71 respuestas, prácticamente todos señalan como unidades programadas: La bóveda celeste, El sistema Solar y La Tierra y sus movimientos. También destacan otras que son las siguientes:

La bóveda celeste	70
El Sistema Solar	71
La Tierra y sus movimientos	66
El Universo; Astrofísica y Cosmología	44
Historia de la Astronomía	13
Constelaciones y estrellas	3
La carrera espacial	2
El horizonte	2
Nociones de óptica	2
Vida en el Cosmos	2
Astrofotografía	2
El tiempo y su medida	2
Astronomía de posición	2
Construcción de aparatos	1
Explorar el Universo	1
Relojes de Sol	1
Arqueoastronomía	1
Sistema Tierra-Luna	1
Mitología	1
Métodos en astronomía	1
Evolución estelar	1
Astronomía-Astrología	1
Satélites y sus aplicaciones	1
Movimientos del Sol	1
Galaxias	1
Efemérides astronómicas	1
Interpretación de mapas	1
Topografía terrestre	1

Actividades de Taller

La inmensa mayoría realizan actividades consideradas de Taller, sólo 9 de los profesores encuestados manifiesta no desarrollar este tipo de actividades. En cuanto al tiempo es variable, la mayoría emplea de un 10 a un 30 %, algunos elevan el porcentaje hasta el 50 % y 2 profesores emplean un 80 % del tiempo total.

Como se indica a continuación, destaca la construcción de relojes de Sol, ya sean verticales, horizontales o de bolsillo. En la mayoría de los casos son de pequeño tamaño, aunque en varios casos se realizan relojes más grandes para instalarlos en el patio del Instituto. Entre las construcciones realizadas destacan:

Relojes de Sol	54
Planisferios	21
Gnomon	20
Cuadrantes	16
Maquetas del Sistema Solar	15
Ballestillas	12
Maquetas, murales de Constelaciones ..	11
Murales	7
Nocturlabios	7
Plintón de Tolomeo	6

En menor medida hay que señalar Simuladores de eclipses, Medidores de Azimuts y ángulos, Maquetas Tierra-Luna, Contadores de estrellas, Telescopios...

Uso del telescopio

Un elevado porcentaje del profesorado, el 64 %, utiliza el telescopio como recurso didáctico. De éstos la mayoría es propiedad del centro, 85 %, frente a aquellos que es propiedad del CEP, 6 %, del propio profesor 3 % o en préstamo por el Ayuntamiento 2 %. Destacan los telescopios reflectores, 65 %, frente a los refractores, 35 %. Los modelos y marcas son muy variados, destacan los de Celestron y Vixen.

Otros recursos

Otros recursos utilizados en gran medida son:

Planisferio	74
Programas informáticos	64
EZC Cosmos, Sky y en menor medida La Danza de los planetas, Orbits, Planets, INCA y Voyager	
Diapositivas	58
casi todas de producción propia	

Prismáticos	58
Videos	31
Astrofotografía	22

Presupuesto

La mayoría no tiene un presupuesto fijo asignado (depende de las necesidades del Centro) o se incluye dentro del departamento correspondiente (Matemáticas, Física y Química...). La cantidad asignada a los Talleres que sí disponen de presupuesto es de unas 30.000 ptas. En algunos casos el Centro asignó una cantidad extra para un presupuesto en concreto como es la compra de un telescopio.

Se han recibido ayudas de instituciones en 22 casos. Estas provienen de los planetarios (Gijón y Pamplona), MEC, Comunidades Autónomas (Madrid, Castilla-León, País Vasco), Ayuntamientos, APAs, CEP (a través de Seminarios permanentes), Caja de Ahorros de Extremadura y Fundación Omega.

Salidas extraescolares

Del total de respuestas, 71, el 85 % de profesores, 61, realiza salidas de observación frente a un 14 % que no las hace, 10. Respecto al número de éstas varía desde 1 (14 %) hasta 10 y 15 salidas al año, la media es de 3/4.

La duración de las mismas puede variar desde 45 minutos o 1 hora hasta un día completo. La media de

tiempo empleado es de 2/3 horas. En muchos casos se realizan acampadas con el objetivo de una observación durante toda la noche. Respecto a los objetivos que se intentan perseguir con estas salidas son:

Observación de:

Constelaciones y de estrellas	31
Bóveda celeste, conocer el cielo	27
Planetas y la Luna (eclipses)	25
Uso del telescopio, sus tipos	7
Cometa Hyakutake	7
...objetos con prismáticos	6
Análisis de estrellas	6
Cielo profundo	5
Diurna, el Sol	3
Visita a un planetario	17
Orientación	5
Visita de un observatorio	4
Aplicar lo aprendido	4
Utilización del planisferio	4
Astrofotografía	3

Si quieres alguna aclaración puedes ponerte en contacto conmigo dirigiéndote a mi Centro actual, cuya dirección te indico a continuación:

IES Doctor Marañón Alejo Carpentier, 1
28806 Alcalá de Henares - Madrid

INFORMACION GENERAL

Notas y Noticias

ApEA y EAAE

En primer lugar quiero recordaros que los Segundos Encuentros para la Enseñanza de la Astronomía tendrán lugar en Pamplona el próximo mes de septiembre del día 10 al 13. Como es posible que este boletín lo recibáis por las mismas fechas que la convocatoria, que se ha retrasado por motivos ajenos a la organización, os recuerdo que la inscripción para participar en los Encuentros debéis hacerla antes de finalizar junio. Las vacaciones están encima y resultaría muy complicado tener que terminar de atar cabos a finales de agosto. Por lo tanto os rogamos que seáis primero decididos para participar y segundo diligentes.

Por otro lado recordaros que durante este mes de junio se pasará al cobro las cuotas relativas al presente año. Os ruego que si alguien ha cambiado o va a cambiar de domicilio o banco nos lo comuniquéis en cuanto

os sea posible para no tener problemas de devoluciones tanto de boletines como de recibos del banco.

También, como se comunicaba en el boletín anterior, del 7 al 12 de julio tendrá lugar en la Seu de Urgel la 1ª Summer School de Astronomía que se convocó bajo la tutela de la EAAE y el ICE de la UPC. En dicho boletín también se decía que la Junta Directiva de la ApEA, en su última reunión, había decidido colaborar con este curso de verano pagando las cuotas o parte de ellas (según los solicitantes) a los miembros de la ApEA que estuviesen interesados en asistir. La oferta sigue abierta puesto que ninguno de vosotros parece que ha encontrado atractivo este curso. Es cierto que la información que aparecía en el boletín no era mucha pero os remitía para más información a Rosa M.ª Ros que es la organizadora. Espero que a última hora os decidáis alguno de vosotros.

TAURUS

En este corto escrito, además de presentar mitológicamente a la constelación Taurus y situarla, vamos a presentar algunos de los cuerpos celestes más importantes que pueden observarse en la zona del cielo que recibe su nombre.

Taurus es el segundo signo del Zodíaco, es la constelación de invierno que corresponde al periodo comprendido entre el 21 de abril y el 20 de mayo.

Es la constelación del Zodíaco a través de la cual discurre el Sol poco antes del solsticio de verano, en ella se pueden distinguir la parte anterior de la figura de un toro, o sea la cabeza con su cornamenta, la grupa arqueada y las patas rampantes.

Mitología: Considera la mitología a Taurus como el

dios Zeus que se ha transformado en un toro para raptar a Europa (hija del rey Tiro) y llevarla a Creta, donde una vez situada y tras vagar sin dueño durante largo tiempo se enamora de la reina Paisphae con quien engendra el Minotauro, un ser híbrido, que está formado por un tronco humano coronado con una cabeza de toro. Es por ello por lo que Poseidón castiga al toro, quien escupiendo fuego se escapa de Creta; hasta que Hércules lo atrapa y lleva a Argos donde asola Grecia, hasta que por fin es Teseo quien lo derrota definitivamente en Maratón.

Situación: La constelación de Taurus la podemos encontrar en un área del cielo que se halla comprendida entre los 30° de declinación Norte y el Ecuador y entre los meridianos 3^h30^m y 6^h de ascensión recta.

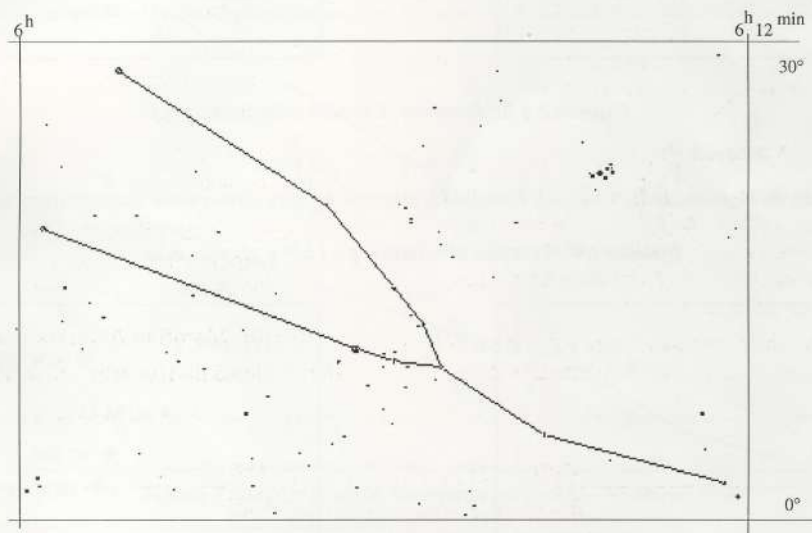


Figura 1. Mapa celeste de Taurus.

Estrellas más interesantes:

Estrellas	Tipo	Luminosidad absoluta veces > que Sol	Tamaño en veces el Sol	Luminosidad aparente magnitud	Distancia en años-luz
α ₁ Tauri Aldebarán	gigante roja	120	40	1,1 ^m	68
α ₂ Tauri	enana roja			13 ^m	
β Tauri (Elnath)		1700		1,6 ^m	300
ζ Tau (Tien Kwan)		4500		3 ^m	950
τ ₁ - τ ₂ Tauri	binaria			4 ^m (9 ^m)	1.100
χ ₁ - χ ₂ Tauri	binaria			5 ^m (8,5 ^m)	
φ ₁ - φ ₂ Tauri	binaria			5,1 ^m (8,7 ^m)	
μ ₁ - μ ₂ Tauri	variable en eclipsante b.espectrosc ópica	500	6(4)	3,3 ^m (4,2 ^m)	400
Rw Tau	variable en eclipse azul anaranjada	10		7,5 ^m (12 ^m)	1300

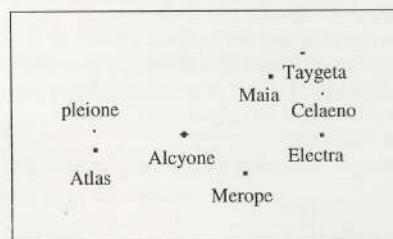
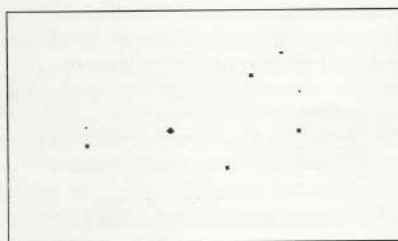
Especial atención debemos tener con los dos, tal vez, más bellos conglomerados de estrellas que existen en el Universo; en Taurus podemos observar las Pléyades y las Hiades.

Pléyades: En la parte NO de Taurus se encuentra situado un conjunto abierto de estrellas denominado las Pléyades, también conocido por los nombres de «los

siete astros», las siete hermanas, «la gallina de la suerte».

Se pueden utilizar, y en la antigüedad han sido utilizadas, como indicadores de la agudeza visual, ya que del conjunto que está formado por unas 200 estrellas se pueden reconocer a simple vista y sin ninguna dificultad las seis siguientes:

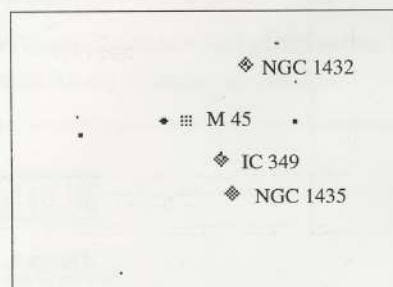
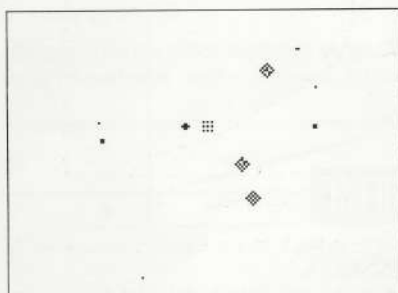
Alkyone 3^m, Atlas 4^m, Electra 4^m, Maia 5^m, Merope 5^m y Taygete 5^m



Figuras 2 y 3. Pleyades. Estrellas principales.

Disponiendo de buenas condiciones de visibilidad, además de muy buena vista conseguiremos ver a:

Pleione 6^m, Celaeno 6^m, Asterope I 6^m y alguna más.



Figuras 4 y 5. Pleyades. Nebulosas.

Y ya por medio de la fotografía, con media exposición, se pueden conseguir unos 130 astros de hasta 14^m de luminosidad.

Por último y con telescopios de tamaño mediano podremos admirar no menos de 200 estrellas de las Pléyades.

Las nueve estrellas enumeradas se hallan distribuidas en una región de unos 7 años-luz, con un diámetro total que podemos estimar en unos 20 años-luz y que distan de la Tierra unos 410 años-luz.

Por ser las estrellas más brillantes del tipo supergigantes blanco-azuladas, y no hallar entre ellas ninguna gigante roja, se le puede calcular una edad de unos 80 millones de años, que es mucho más joven

que la que tienen las Hiades, calculada en unos 870 millones de años.

Hiadas: Las Hiadas son el conjunto abierto de estrellas en forma de V, que forman la frente del toro, se encuentra situado al oeste de Aldebarán, su nombre proveniente del griego significa: «astro de las lluvias», su distancia a la Tierra es de unos 130 años-luz.

Estas estrellas forman un conjunto abierto, lo cual quiere decir que su movimiento es sin mantener sus posiciones relativas fijas; aunque sí lo hacen dirigiéndose todas ellas hacia un punto fijo, que en este caso es un punto que está situado en el hombro de Orión al NE de la estrella Betelgeuse.



Figura 6. *Taurus* Objetos luminosos principales.

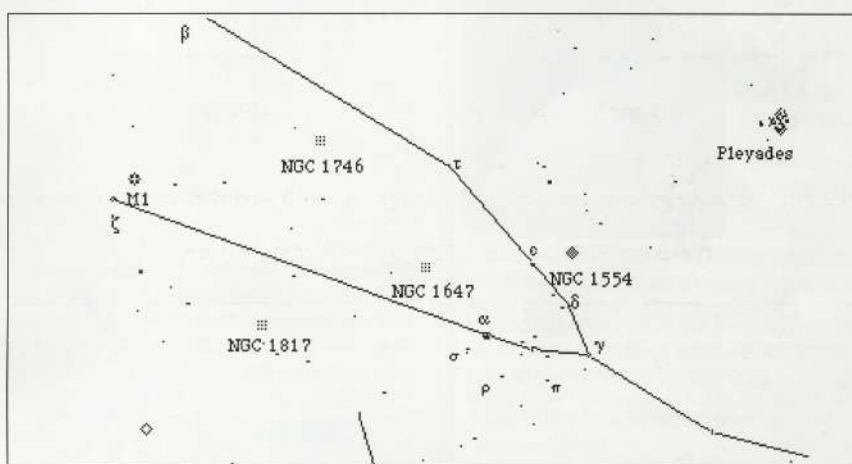


Figura 7. *Taurus* Objetos luminosos principales. Nombres.



Figura 8. *Las Híadas.*

El número de estrellas que componen las Híadas es mayor de 350, siendo la más luminosa la pareja θ_1 - θ_2 .

La observación tanto de Híadas como de Pléyades debe hacerse con unos prismáticos potentes, pero nunca con grandes telescopios ya que si esto hacemos no veremos nada más que una pequeña parte del racimo abierto de las estrellas que las componen, perdiéndonos por tanto la gran magestuosidad del espectáculo.

Muchos más objetos luminosos son destacables en Taurus; pero únicamente nos vamos a detener en dos de ellos situados entre Aldebarán y β Tauri; éstos son:

El NGC 1746 o aglomeración abierta formada por no menos de 60 estrellas de intensidad inferior a 8^m en un

área de $45'$ de anchura y a una distancia de la Tierra de 3.500 años-luz.

Y el NGC 1647 que situado más al sur está formado por unas 30 estrellas y a la misma distancia de aproximadamente 3.500 años-luz.

Ya por último remarquemos la Gran Nebulosa, la Nebulosa Crab o nebulosa del Cangrejo cuya denominación es M1, por haberla colocado Messier en el primer puesto de su catálogo, está situada al E de Taurus y hoy es un púlsar formado con los restos de una Supernova que lució el día 5 de julio de 1054 con una extraordinaria luminosidad, debió ser entonces más brillante que Venus, pudiendo contemplarse en aquellos momentos a simple vista, incluso de día, durante más de tres semanas. Hoy sin embargo, son necesarios muy buenos instrumentos para su observación, es preciso utilizar por lo menos un telescopio de 8 a 10 cm de apertura, ya que su luminosidad es de un orden de apenas 8,4. En el centro de la nebulosa se encuentra una estrella de neutrones que es además un púlsar que tarda 0,033 segundos en dar una vuelta completa sobre su eje. Es uno de los objetos más interesantes tanto para el astrofísico como para el simple aficionado. Es visible al telescopio como una informe mancha difusa.

BIBLIOGRAFIA

Teniendo en cuenta el interés que puede tener para los socios el poner en cada número de nuestros Boletines un corto comentario sobre algunos libros de reciente publicación, presentamos en esta ocasión dos nuevos libros.

Astrofotografía

Autor: José García García.
Ed. Equipo Sirius, S.A.
1997.

El autor publicó en 1987 el libro titulado «Introducción a la Astrofotografía». Este libro pretende recoger los contenidos del anterior y ampliar con los nuevos medios de que se dispone en la actualidad.

Las ventajas de las cámaras CCD con respecto a las emulsiones fotográficas, son incuestionables. Poseen un nivel de sensibilidad impensable de obtener por ninguna emulsión fotográfica, y su grado de resolución es cada día más alto. Basta con recordar, por un momento, las recientes imágenes obtenidas por el Telescopio Espacial Hubble, para constatar este hecho. Además, la propiedad más importante de esta nueva tecnología, radica en el hecho de poder suministrar de forma continuada algo muy valioso para los astrónomos: resolución y sensibilidad.

Teniendo todo esto en cuenta el autor se pregunta, ¿qué queda para la astrofotografía? ¿Está pronta su desaparición como herramienta astronómica? Resulta evidente que gran parte de todo esto sucede ya que el desarrollo tecnológico resulta imparale.

Sin embargo, si en el campo profesional el empleo de la fotografía es ya casi una técnica obsoleta, su utilización en el campo amateur sigue siendo aún válida.

A lo largo de esta obra se comentan los métodos y técnicas más usados e importantes del quehacer astrofotográfico dando por supuesto que el lector conoce los conceptos básicos.

También se tratarán aspectos elementales de la técnica CCD, ya que cada día es más frecuente la utilización de los detectores electrónicos por parte de los astrofotógrafos.

Actualmente, todos utilizamos cámaras CCD en nuestras observaciones, pero siempre resulta útil recordar nuestros comienzos. Por eso, se sigue escribiendo sobre astrofotografía, escribe el autor en la presentación del libro.

Bibliografía coordinada por LIBRERIA CENTRAL
Corona de Aragón, 40 - ZARAGOZA
Teléfono 976 35 41 65

First Principles of Cosmology

Autor: Eric V. Linder.

Ed. Addison-Wesley

El libro está dirigido para estudiantes con conocimientos avanzados y graduados de Astronomía y Astrofísica. Por lo tanto, en principio, supera el material que un profesor de Enseñanza Secundaria necesita para trabajar en el aula. No obstante, vamos a hacer un corto comentario porque puede ser interesante para estudio de los propios socios.

Se trata de una concisa introducción a la Cosmología con cierto énfasis en los principios básicos. Es claro y simple en sus exposiciones haciendo uso de analogías, aplicaciones de mecánica, termodinámica y partículas físicas en las preguntas sobre el Universo como un todo.

Incluye también, una presentación clara y detallada del modelo cosmológico del Big Bang; unos 70 ejercicios con dos niveles de dificultad; una guía del profesor para los lectores, incluyendo las soluciones y sugiriendo proyectos y una expansión electrónica del texto principal y de la guía del profesor en el World Wide Web.

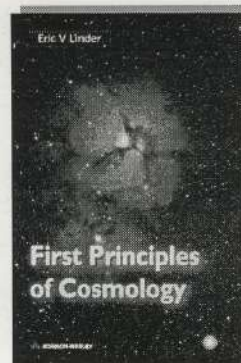
Editora: Ederlinda Viñuales

I.E.S. Goya

Avda. Goya, n.º 45

50006 ZARAGOZA

N.º Fax: 976 56 36 03



Normas de edición para las colaboraciones a este Boletín

Cualquier persona que quiera colaborar con sus opiniones o artículos, deberá remitirlos a la editora, tratando de ajustarse a la maquetación de este boletín, remitiendo en un disquete de 3,5" (a ser posible en P.C. y en disco HD) con su transcripción en copia impresa, así como el programa que han utilizado para preparar el documento.

Cualquier duda la resolveréis llamando a la editora (Tel.: (976) 75 24 92).