

Instituto Tecnológico de Massachusetts
(Massachusetts Institute of Technology)
Departamento de Ciencias Terrestres, Atmosféricas y Planetarias
12.409 Observación de las estrellas y los planetas

Entrega 5, semana del 22 de febrero de 2002

Copyright © 2002
Creado por S. Slivan
Revisado por A. Rivkin and J. Thomas-Osip

Menú del “curso 12.409” para la primavera 2002

El objetivo de esta unidad es ofrecerle una serie de orientaciones sobre posibles búsquedas con su telescopio. La unidad se divide en las siguientes secciones:

Contenido

Referencias bibliográficas de interés	2
1 Sin el telescopio	3
2 (◦ fácil) La Luna, los planetas brillantes y los objetos de cielo profundo	4
2.1 La Luna	4
2.2 Los planetas	5
2.3 Algunas estrellas	6
2.4 Cúmulos y nebulosas	6
2.5 Galaxias	7
3 (◻ intermedio) Características lunares y objetos sustanciales de cielo profundo	8
3.1 Características de la Luna	8
3.2 Estrellas variables: elaborando cálculos visuales	10
3.3 Más cúmulos, nebulosas y galaxias	11
4 (♦ experto) Planetas débiles, asteroides y otros objetos celestes que presentan dificultad	12
4.1 Más planetas	12
4.2 Asteroides	12
4.3 Aún más cúmulos, nebulosas y galaxias	13
4.4 Más estrellas variables	14
4.5 Observaciones de satélites	15
5 Mapas y tablas	16
5.1 Tabla de información de objetos	16
5.2 Visibilidad de objetos fáciles	17
5.3 Visibilidad de objetos intermedios y expertos	18

Referencias bibliográficas de interés

Las coordenadas celestes para los cúmulos, las nebulosas, las estrellas variables y las galaxias, incluidas en esta unidad pueden verse en la tabla de la página 12.

Más información: el objetivo de esta unidad es ayudarle a seleccionar el objeto de su observación. Para llegar a localizar objetos en el cielo necesitará algunos materiales adicionales de referencia sobre telescopios. Estos son algunos:

- *The Stars*, por H. A. Rey: excelente introducción a la observación de las constelaciones a simple vista que incluye mucha de la información tradicional sobre este tema. El fondo de reserva para cursos de la Biblioteca Lindgren (curso 12.409) dispone de los ejemplares que utilizará durante sus observaciones en clase.
- *Atlas del Cielo 2000.0*: un amplísimo compendio de mapas estelares que nos muestran estrellas de octava magnitud. Resulta muy adecuado para localizar objetos con nuestros telescopios LX200 y, además, tiene las coordenadas correspondientes al año 2000. El curso 12.409 dispone de ejemplares plastificados para su uso durante sus observaciones en las clases al aire libre y también de copias en papel normal para su uso en espacios interiores. (Fondo de reserva para cursos de la Biblioteca Lindgren y sala de mapas de la Biblioteca de Ciencias).
- *Atlas Norton 2000*: útil para la búsqueda de objetos más brillantes (hasta magnitud ~6) o para la utilización con prismáticos. Esta es la decimoctava edición y es bastante reciente, pero también puede encontrar la decimoséptima edición, el Atlas Estelar Norton. La principal diferencia es que la nueva versión tiene las coordenadas de 2000, mientras que la edición anterior tiene las de 1950. El Atlas está ubicado en la sala de mapas de la Biblioteca de Ciencias y en la sala de lectura del CSR (Centro de Investigación Espacial).

Otros materiales adicionales de referencia, más apropiados para trabajos personales como la realización de mapas de búsqueda, la observación utilizando equipos informáticos o la obtención de información detallada sobre objetos que esté observando, son los siguientes:

- *Almanaque Astronómico 2002*: referencia "oficial" para un trabajo más cuidado, con MUCHA información (alguna de la cual es útil también para el trabajo del curso 12.409) entre la que se incluye el horario de salida y puesta del Sol y de la Luna y las coordenadas de los planetas, los asteroides brillantes y las estrellas brillantes de magnitud superior a la 5ª. (Biblioteca Lindgren; sala de mapas de la Biblioteca de Ciencias; sala de lectura del CSR; aula del curso 12.409).
- *Uranometría 2000.0, Vols. 1 & 2*: atlas con encuadernación de tapas duras que incluye estrellas de magnitud 9,5. Este atlas es excelente para fotocopiar información de utilidad para la realización de mapas buscadores para objetos difíciles. (Biblioteca Lindgren; sala de mapas de la Biblioteca de Ciencias; aula del curso 12.409).
- *Voyager III* para Macintosh (programa instalado en los ordenadores ibook del aula del curso 12.409)
- *CD-ROMs de catálogos estelares de la guía HST* (Harvard-MIT División de Ciencias de la Salud y Tecnología), y aplicación *Pickles* para Macintosh, de gran utilidad para la realización de mapas que posteriormente emplearemos para la localización de objetos débiles con nuestras cámaras CCD (Biblioteca Lindgren; aula del curso 12.409).
- *Burnham's Celestial Handbook, Vols. 1-3*: una definitiva fuente con información detallada sobre los objetos que esté observando. (Biblioteca de Ciencias, sala de lectura del CSR y aula del curso 12.409).

Finalmente, observe que los contenidos de esta unidad están intencionadamente restringidos fundamentalmente al campo de los objetos visibles en las *noches* de primavera. Puede encontrar más información acerca de la dinámica de los objetivos celestes de interés en las siguientes revistas:

- Revista *Astronomy* (mensual). La sección titulada “Sky Almanac” (Almanaque Celeste) tiene un número de subsecciones: “Eye on the Sky”, que aborda el tema de las observaciones a simple vista; “Through the Eyepiece”, que aborda temas sobre objetivos telescópicos; y un mapa útil de datos planetarios. (Sala de lectura del CSR) (vendida por “Out Of Town News” en Harvard Square)
- Revista *Sky and Telescope* (mensual), con columnas como: “Rambling Through the Skies”, “Celestial Calendar”, “The Evening Sky” y “Stars & Planets”. (sala de lectura del CSR) (vendida por "Out Of Town News" en Harvard Square. Ver también www.skypub.com)

1 Sin el telescopio

Siempre que pueda, en noches despejadas, intente realizar algunas observaciones a simple vista fuera del horario de clase. Si tiene prismáticos, procure utilizarlos también. Es una buena actividad que puede realizar durante cualquier descanso en sus horas de estudio; sólo necesita una silla cómoda, el libro de Rey, unas galletitas (posiblemente necesitará también un jersey) y ya puede subirse tranquilamente al tejado de su residencia (menos si esta es MacGregor, claro) y relajarse bajo el cielo. Pero seguramente se preguntará usted qué es lo que puede observar en noches despejadas fuera de su horario de laboratorio y sin un telescopio.

Bien, veamos,

- ¿Sabe guiarse de noche por una brújula? (Si no lo sabe, MUY PRONTO lo sabrá. Necesitará pasar uno de los controles de clase). Comience por encontrar el Norte para conocer su orientación.
- ¿Puede identificar las siguientes constelaciones?

Andrómeda
Cefeo
Lira
Perseo
Boyero
Cisne
Orión
Tauro
Casiopea
Hércules
Pegaso
Osa Menor

Constelaciones menos visibles, como Cáncer y Unicornio (Monoceros), son difíciles de ver en Cambridge ya que aquí sólo son visibles las estrellas más brillantes. (¡Este problema no existe desde el observatorio Wallace!). Necesita conocer las estrellas y constelaciones más brillantes para no perderse por el cielo con los prismáticos o con pequeños telescopios como los nuestros. Si todavía no conoce las 12 constelaciones que se citan arriba, realmente le va a ser de gran utilidad tener una copia del libro de Rey.

- ¿Cuál es la posición de la Luna en el cielo? (Intente encontrarla también durante el día si está visible). ¿Cuándo y por donde salió o saldrá la Luna? ¿Cuándo y por dónde se puso o se pondrá la Luna? ¿En que fase se encuentra ahora? ¿Está en cuarto creciente o menguante? ¿En qué posición se encuentra en relación con las estrellas? La posición de la Luna cambia CONSIDERABLEMENTE, aproximadamente de 12° a 15° de una noche a otra.
- *Pronostique cuándo será la próxima luna llena.* Determine la posición de la Luna en relación con las estrellas durante unas semanas, haciendo detenidamente un boceto de la fase lunar en cada observación. Realice un diagrama de las órbitas de la Tierra y la Luna mostrando la dirección por la que se pone el Sol. Catalogue la posición adecuada en la órbita, con la fecha correspondiente a cada una de sus observaciones. Después de un número suficiente de observaciones debería ser capaz de calcular la fecha de la próxima luna llena. ¡Compruebe después con el AA (Departamento de Astronáutica y Aeronáutica) la exactitud de su pronóstico!
- *Determine la trayectoria de un planeta.* Júpiter y Saturno estarán visibles en el cielo durante todo el semestre. Estos planetas son objetos fáciles de encontrar y por tanto resulta fácil registrar su movimiento en un mapa estelar. Haga una fotocopia de las páginas correspondientes del libro de Uranometría (2000) y fijelas en su cuaderno de observaciones. Cada noche de observación observe uno de los dos planetas (o los dos) utilizando su buscador. No obstante, aunque los planetas son lo suficientemente brillantes como para ser observados sin ningún tipo de ayuda óptica, el campo de estrellas que se encuentra cerca de Júpiter y Saturno no es fácilmente visible desde Cambridge sin la ayuda de un buscador. Trate de determinar las posiciones con la mayor precisión posible y anote la fecha y hora de cada posición marcada. ¿En qué dirección se mueve cada planeta y a qué velocidad? ¿Parecen cambiar de dirección durante el mes? ¿Tiene anotadas las suficientes posiciones para poder decir si cambia, y como lo hace, la aparente velocidad de movimiento durante el transcurso del trimestre?
- ¿Puede encontrar la constelación correspondiente a su llamado signo solar? ¿Se puede incluso observar en cualquier momento del trimestre? Puede utilizar las coordenadas solares del Almanaque Astronómico, junto con el *Atlas del Cielo 2000* o *Uranometría 2000*, para calcular cuál de las **trece** constelaciones situadas en la eclíptica del Sol es **realmente** la que corresponde a su fecha de nacimiento. **No será** su signo solar (ya veremos por qué es éste el caso).

Cuando salga a una sesión de observación a simple vista, no se lo piense dos veces, tráigase su cuaderno y, ¡HAGA ANOTACIONES EN ÉL!

2 (☞ Fácil) La Luna, los planetas brillantes y los objetos de cielo profundo

2.1 La Luna

La Luna no aparece en el cielo durante la primera semana de clase, pero sí durante la última, lo que es una pena ya que es un gran objeto para observadores principiantes. No obstante, podremos disfrutarla cuando aparezca. Realice un esbozo de la fase de la Luna (ej., llena, cuarto creciente, etc.) y después, trate de dibujar algunos de los rasgos más destacados de la superficie lunar. (Si no se encuentra cómodo mirando a través del LX200 por que es demasiado brillante, utilice el filtro lunar). ¿Cuánta superficie lunar puede ver de una sola vez a través del buscador y de los diferentes oculares? Pruebe diferentes oculares para obtener el aumento necesario que permita una mejor observación teniendo en cuenta las condiciones del cielo. ¿Cuál fue a su juicio el resultado de este

aumento óptimo? (En la sección 3.1, nivel intermedio de observación, se incluye una guía de observación de la Luna más completa).

2.2 Los planetas

1. **Júpiter:** El denominado "rey de los planetas" reina en el cielo durante todo el mes. Júpiter se encuentra este mes en oposición y excepcionalmente próximo a la luminosidad de la Tierra con una magnitud de aproximadamente -2.6. Júpiter es un gran objeto brillante con numerosos rasgos. A baja potencia verá un pequeño disco oval flanqueado por todas o algunas de sus cuatro lunas galileanas (o satélites galileanos) brillantes. Incluso a baja potencia será capaz de distinguir una o dos nubes oscuras (cinturones oscuros) cerca de su ecuador. Una mayor potencia dejará ver rasgos más pequeños, pero sólo si el *seeing* o nivel de visibilidad es bueno, ya que si las estrellas centellean excesivamente no podrá utilizar al máximo la potencia de resolución de su telescopio. Si tenemos una noche óptima, debería poder observar la Mancha Roja (MR), si la tenemos frente a frente, en el borde sur del cinturón ecuatorial sur. Si observamos con cuidado estos detalles podemos ver como nos muestran cambios visibles, incluso en un espacio de tiempo de una noche de observación, debido a que Júpiter rota sobre su eje una vez cada 10 horas y a que los satélites internos se mueven con bastante rapidez en sus órbitas alrededor de Júpiter. Un filtro ocular azul le ayudará a incrementar el contraste de la(s) bandas(s) oscura(s) y la Mancha Roja (pruebe también con los filtros amarillo-verde, verde y naranja).

¡Procure observar Júpiter siempre que se le presente una oportunidad! Trate de anotar con precisión las posiciones de los satélites galileanos visibles para que le sea posible identificar correctamente por su nombre cada uno de ellos. Procure no limitarse a echarles un rápido vistazo y pasar a otra cosa, tómese el tiempo necesario y dele tiempo al ojo para que vea realmente lo que hay allí, sobre todo si las condiciones del cielo son favorables (casi siempre merece la pena pararse a observar Júpiter como mínimo 10 minutos). Para poder observar más cinturones, manchas y otros detalles, necesitará continuar mirando durante muchos minutos para captar los momentos de buen *seeing* y estudiar detenidamente el disco de Júpiter.

2. **Saturno:** Disponible para la observación durante todo el semestre (aunque en la última parte, sólo durante las primeras horas de la noche). La luminosidad de Saturno este trimestre es aproximadamente de magnitud +0.7 y se sitúa en la constelación Tauro. Este trimestre sus anillos están totalmente abiertos, acercándose a su máximo y por lo tanto la forma de un objeto que usted crea ser Saturno debería ser inequívocamente elíptica, incluso a baja potencia. Si las condiciones son óptimas trate de observar Saturno a través del filtro amarillo, ya que esto podría ayudarle a desvelar alguna no uniformidad en el disco que ve (intente utilizar también otros colores y anote los "resultados"). La localización e identificación precisa de satélites más brillantes como Titan (mag. +8.3) y Rhea (mag. +9.7) es una empresa de cierta dificultad. Necesita calcular sus posiciones esperadas, lo cual le resultará más fácil si utiliza la aplicación Voyager III o sitios web en Internet (consulte con su profesor para más detalles).

3. **Marte:** Durante la primera mitad del semestre veremos que Marte se encuentra en una posición muy baja en dirección suroeste en el cielo. Pierde intensidad y baja de mag. +1.0, al mismo tiempo que la Tierra, a lo largo del trimestre, se aleja y reduce su tamaño a un ritmo constante. ¿Cuáles son las dimensiones de Marte al comienzo y al final del curso? Marte, en comparación con Júpiter y Saturno, es un planeta difícil de observar.

4. **Otros planetas:** Lamentablemente, el resto de planetas importantes (Mercurio, Venus, Urano, Neptuno y Plutón) no están bien situados para su observación esta primavera. Se encuentran

demasiado cerca del Sol para ser observados. Pero carece de importancia porque, en todo caso, no los necesitamos.

2.3 Algunas estrellas

Vamos a comenzar por algunos objetos cuyo hallazgo debería resultar fácil:

1. Utilice un atlas estelar para localizar las estrellas que se nombran empleando letras del alfabeto griego, y después encuéntrelas visualmente con la ayuda de su telescopio.

a. Canis Majoris (Sirio, en Can Mayor): ¿De qué color es esta estrella? Sirio es la estrella más brillante en nuestro cielo con una magnitud -1.4. Su situación durante el periodo del curso es baja y se encuentra en dirección este en el cielo. Intente lo siguiente mientras ésta se encuentra todavía en una oscuridad por debajo de 20°:

- Compare la imagen sin filtrar de Sirio con la de Capella (estrella cercana al cenit: denominación que se da al punto del cielo que se encuentra directamente sobre nosotros) al mismo nivel alto de aumento. ¿Puede detectar alguna diferencia en la calidad en general o en el tamaño? ¿Porqué habría una diferencia?
- Compare el tamaño de la imagen de Sirio a alto aumento (utilice su ocular de 12mm con lentes Barlow de 2x para conseguir un aumento de 340x, como se ha visto, a través de los filtros oculares azules y naranjas). ¿Puede detectar alguna diferencia en el tamaño? ¿Porqué debería haber alguna diferencia?

b. Auriga (Capella, en Auriga): ¿De qué color parece ser esta estrella?

c. Orión (Rigel en Orión): ¿De qué color parece ser esta estrella?

2. Haga un boceto de los campos de estas **estrellas dobles**. Localice cada una de ellas utilizando el buscador y la potencia más baja (ej., 6x), y luego vaya incrementando el aumento hasta que determine el par. Dados los tamaños del campo visual de los oculares en los que pueden determinarse, calcule la separación angular entre las estrellas pertenecientes al campo.

a. Cancri (en Cáncer): haga un boceto del campo de la estrella. ¿En qué difieren las dos estrellas que pertenecen al campo? Trate de observar este par con el ocular ligeramente desenfocado para intensificar su color.

b. Monocerotis (en Monóceros o Unicornio): haga detenidamente un boceto del campo de la estrella. Necesitará utilizar un aumento bastante alto para que Monocerotis aparezca doble. ¿En qué difieren Mon y Can? Si las condiciones del cielo son particularmente buenas, trate de examinar detenidamente las dos estrellas pertenecientes al campo a la potencia máxima. ¿Observa algo destacable?

2.4 Cúmulos y nebulosas

Localice, describa y esboce cada uno de los siguientes objetos (para conocer las coordenadas de estos objetos consulte la tabla de la última página de esta entrega):

1. M42, en Orión: la "Gran Nebulosa de Orión" es una **nebulosa de emisión** difusa y brillante que se encuentra a una distancia aproximada de 1300 años luz. Para apuntar el telescopio debería ser capaz de localizar esta nebulosa VISUALMENTE, incluso en Cambridge, pero en caso de que no pueda hacerlo encontrará sus coordenadas en la tabla que se proporciona al final de la unidad. La M42 está compuesta por estrellas en formación; busque en el cielo el "Trapecio", que es una agrupación de cuatro estrellas cerca del centro. Parece ser que estas cuatro jóvenes estrellas candentes suministran la mayor parte de la energía que calienta el gas hidrógeno de la nebulosa haciéndola brillar.
2. M45, en Tauro: las "Pléyades" son un **cúmulo abierto** cuya localización sin ayuda del telescopio no debería presentar problema alguno en Cambridge. Como es un objeto grande, proyecte la vista a través del buscador (6x, ya que todo el cúmulo no cabe en el campo visual a una amplitud máxima utilizando el LX200). Merece la pena tratar de dibujar en mayor detalle una área menor utilizando también el ocular de menor potencia. ¿Sabe que compañía de automóviles toma su nombre de este objeto astronómico?.
3. M44, en Cáncer: la "Colmena" (también conocido como Paesepre, el Pesebre) es otro cúmulo abierto. Incluso bajo óptimas condiciones, a simple vista este cúmulo sólo se manifiesta como un brillo tenue o una mancha de luz. Es un cúmulo de crecimiento descontrolado y, por lo tanto, debe utilizar el ocular de baja potencia para poder captar una cantidad razonable de cúmulo en el campo de visión. Busque la "Colmena" propiamente dicha: el trapecio formado por estrellas de magnitud 6.5 situado en el corazón del cúmulo.
4. h/x Persei, en Perseo (también conocidos como NGC 869 y 884): el "Doble Cúmulo" es una pareja de cúmulos abiertos. Como es un objeto grande, proyéctelo en su buscador a la menor potencia (el par apenas cabe en el campo a 50x).
5. M3, en Perros de Caza (Canes Venatici, CVn): **cúmulo globular** formado fundamentalmente por unas decenas de miles de estrellas de concentración esférica densa. Como se encuentra cerca de Arturo, M3 aparecerá en el cielo un poco tarde al comienzo del trimestre, pero después de unas semanas será más fácil observarlo.
6. M13, en Hércules: el "Cúmulo de Hércules" es uno de los cúmulos globulares más famosos. Está formado por 300.000 estrellas aproximadamente y se encuentra a una distancia de 24.000 años luz. Sólo será posible su observación durante el último mes del semestre.

2.5 Galaxias

En general, las galaxias NO son objetos fáciles de observar; la M31 es la única excepción.

1. M31, en Andrómeda: La "Galaxia de Andrómeda" es una galaxia espiral similar a la nuestra y (relativamente hablando) cercana, a tan sólo 2.400.000 años luz. Sólo es observable durante la primera mitad del segundo trimestre. La vemos inclinada de canto unos 15°. ¿Puede verla en Cambridge sin la ayuda de un telescopio? (En Wallace debería ser capaz de verla a simple vista sin el telescopio). Utilice la potencia menor de su telescopio para encontrarla. Dibuje su apariencia a través del buscador y de los oculares disponibles. El núcleo es fácil de ver pero la pelusa de la estructura espiral es más difícil de observar. Calcule su tamaño angular a través del LX200 y compárelo con la extensión de su elipse, tal y como se indica en el Atlas del Cielo 2000.

3 (□ Intermedio) Características lunares y objetos sustanciales de cielo profundo

Este conjunto de objetos está diseñado para perfeccionar y agudizar sus habilidades de observación. En este nivel tendrá que tratar de encontrar objetos más difíciles, así que sea paciente y riguroso.

3.1 Características de la Luna (una vez más)

La Luna es uno de los objetos celestes más gratificantes de observar con un pequeño telescopio. Al encontrarse tan cerca de la Tierra, la Luna nos muestra más detalles que cualquier otro objeto del cielo, incluso sin utilizar un telescopio, y además no hay ningún problema en encontrarla. Lo que pretendemos ahora es familiarizarnos con los diferentes tipos de rasgos visibles de la superficie lunar.

La cuestión acerca de cuáles de estos rasgos se observan mejor en una noche determinada depende en gran medida de la fase lunar en que se encuentre. El mejor momento para ver los cráteres y montañas de la superficie lunar es cuando están situados a lo largo del *terminador*, que es la línea que divide la cara oscura de la Luna de la iluminada (el día y la noche). En el terminador, la luz del Sol penetra en los rasgos lunares con un ángulo de centelleo que provoca que éstos proyecten largas sombras que, en gran medida, ayudan a realzar visualmente el relieve topográfico de la Luna (o en sentido estricto, el relieve selenográfico). El terminador es particularmente rico en relieves cuando se va acercando a la fase lunar del Primer y Último Cuarto. En contraste, la zona iluminada, la zona oscura y los rayos lunares se harán más visibles conforme nos alejemos de esta línea de sombra, especialmente cerca de la fase de Luna Llena.

Nota: si tiene programado observar la luna durante un largo periodo de tiempo cuando está considerablemente iluminada, puede resultar aconsejable utilizar el filtro lunar montable del ocular que encontrará en su kit , ya que es un objeto muy brillante que puede alcanzar una magnitud -13. (El kit contiene una gran variedad de filtros de colores, útiles en caso de que se sienta especialmente interesado en un desarrollo artístico de la sesión).

Empiece por hacer un boceto GRANDE aproximado de la superficie lunar visible que le sirva principalmente como "esqueleto" al que irá añadiendo más adelante datos de otras observaciones más detalladas. *No pierda mucho tiempo en su primer boceto.* Solamente incluya grandes manchas oscuras, cráteres muy perceptibles y otros rasgos grandes. Una vez tenga hecho su boceto grande, puede pasar a realizar observaciones más detalladas seleccionando y respondiendo a las preguntas de la siguiente lista, añadiendo nuevos rasgos a su boceto y clasificándolos de forma apropiada según vaya progresando en sus observaciones.

Una manera de hacer esto es utilizar el número correspondiente a la pregunta seleccionada de la lista como marca abreviada para el rasgo del boceto, e incluir la información en su cuaderno (ej., marcar un rasgo como 2e en el boceto y anotando en su cuaderno 2e = cráter con pico central). Conforme vaya haciendo el boceto y clasificando los rasgos en su cuaderno, deje un espacio para anotar el nombre correcto con que se conoce a cada rasgo. Cuando se encuentre en espacios interiores puede utilizar un mapa lunar impreso de la revista *Sky and Telescope* para encontrar el nombre correcto de cada rasgo observado. Si quiere consultar otros mapas de referencia más detallados puede ir a la sala de mapas Stein de la Biblioteca de Ciencias o a la Biblioteca Lindgren (54-200) y utilizar los atlas lunares que encontrará allí.

Si por más que busca no encuentra un ejemplo de un rasgo en particular, anótelo en su cuaderno. Por supuesto, tiene total libertad para añadir otros rasgos y estructuras que encuentre interesantes.

1 Los “mares” lunares, también conocidos como **maria**, son planicies lunares sin relieve de color gris oscuro.

- a) Calcule el porcentaje de superficie visible cubierta por mares.
- b) ¿Cuál es la forma general de los mares?
- c) En general, ¿están los mares conectados entre sí? Trate de encontrar un ejemplo de planicie lunar que no esté conectada con las otras.
- d) ¿Puede encontrar zonas que difieran claramente del resto de la superficie en su índice de reflexión (más oscuras o más brillantes)?
- e) Cuando la luz del Sol penetra en los suelos de los mares (ej., cerca del terminador), algunos muestran ondulaciones similares a olas. Trate de encontrar un ejemplo de este efecto.
- f) ¿Puede encontrar ejemplos de diferentes tipos de interacción entre cráteres y mares? ¿Qué es lo primero que al parecer tuvo lugar en la historia lunar,
 - la formación a gran escala de cráteres, o
 - la formación de mares?
- g) Estudie la falla "Muro Recto" situada al este del Mar de Nubes (Mare Nubium). Tiene una longitud de 130 Km., una altura de 180 m. y una pendiente de 40°. Esta falla está marcada en el mapa lunar como xx y se encuentra cerca del cráter Birt (#37)

2. Los **cráteres** lunares.

- a) ¿En qué cuadrante de la superficie lunar visible se encuentran la mayoría de los cráteres?
- b) En general, ¿qué pared del cráter es la más pronunciada, la interior o la exterior?
- c) ¿Se encuentran la mayoría de los suelos del cráter a un nivel superior, inferior o al mismo nivel que el terreno de la zona circundante? Trate de encontrar al menos un ejemplo de cada uno de estos tres casos.
- d) Los cráteres más grandes como Clavius, Platón, y Ptolemaeus, suelen denominarse *planicies amuralladas*. Encuentre una y contraste su forma y pared exterior (o la ausencia de ésta) con la de otros cráteres de tamaño más moderado.
- e) ¿Tienen todos los cráteres grandes picos centrales?
- f) ¿Se encuentran siempre los picos en el centro de los cráteres?
- g) ¿Puede encontrar algún ejemplo donde el pico central presente un agujero en la cima?
- h) ¿Puede observar ejemplos de pequeños cráteres que, situados en los bordes de otros cráteres mayores, van deformando sus paredes?
- i) Localice y estudie algunos ejemplos de estos cráteres dobles.

3. Las **montañas** lunares: puede utilizar un mapa lunar para localizar fácilmente una o más cordilleras visibles.

- a) ¿En general, parecen tener las cordilleras forma recta o curvada?
- b) ¿En general, da la sensación de que un lado es más pronunciado que otro?
- c) Busque un pico montañoso (o una pared de cráter alta) en la cara oculta de la Luna, justo por encima del terminador, que se eleve a una altura suficiente para atrapar algunos de los rayos del sol naciente y relucir como un brillante punto de luz.

4. Los **rayos** lunares: se observan mejor cuando el Sol está situado en una posición por encima de nosotros (sin sombras). Los cráteres Tycho y Copérnico tienen unos sistemas de rayos considerablemente notables.

- a) ¿Son los rayos continuos a lo largo de la superficie lunar? ¿Parecen pasar estos rayos igualmente bien sobre mares, paredes de cráteres y montañas?
- b) ¿Parece que los rayos irradian siempre del centro de los cráteres?
- c) Calcule la longitud de los rayos vinculados a un cráter de su elección. El diámetro de la Luna es de aproximadamente 3480 Km.

5. **Valles y cadenas de cráteres menores** (sin pico central; formaciones cónicas con una abertura en la cúspide): los *valles* son largas y estrechas grietas, de aproximadamente 1 Km de ancho.

- a) Encuentre algunos ejemplos de valles.
- b) ¿Puede decir si los valles están principalmente relacionados con un tipo de rasgo lunar específico o si son, por el contrario, bastante uniformes en su distribución?
- c) Tenga en cuenta que bajo buenas condiciones de *seeing* y a alta potencia, algunos valles se manifestarán realmente como cadenas de pequeños cráteres (ej., el valle Rheita, marcado con una S en el mapa lunar, situado cerca del cráter Rheita #251). Localice y estudie una o más cadenas de cráteres.
- d) Estudie el "Valle Alpino", un cañón recto y profundo que se abre camino por entre los Alpes lunares en la esquina noreste del Mar de las Lluvias o Mare Imbrium (marcado como aa en el mapa lunar y situado cerca del cráter Protágoras #238).

3.2 Estrellas variables: elaborando cálculos visuales

Las estrellas que se mencionan a continuación difieren en brillo con bastante regularidad en un periodo de pocos días. *Si observa detenidamente una o más de estas estrellas durante dos o más noches diferentes, debería poder detectar estos cambios.*

Para realizar una estimación visual de la magnitud de una estrella, haga un boceto del campo que utilizará (incluyendo la variable). Elija un número de estrellas en el campo y asígneles una letra a cada una en el mismo orden de magnitud decreciente (ej., A = la más brillante, B = no tan brillante como A, y así sucesivamente), registrando simultáneamente las letras en su boceto. A continuación realice una estimación para la estrella variable, de tal forma que en una escala del 1 al 10 entre dos estrellas marcadas con letras, digamos B y C, una estrella B2 representaría un brillo de un 20% en relación al tramo entre B y C (unas 4 veces más brillante que C, de la misma manera que C es unas 4 veces más débil que B). Mantenga la mirada activa, mire las 3 estrellas repetidamente, hacia delante y atrás (brillante, débil, variable) y juzgue lo mejor que pueda el brillo de las variables. (No se preocupe si no asigna valores numéricos a las magnitudes en el telescopio).

Es importante que aborde la tarea de estimación de brillo sin dejar que ideas preconcebidas como lo que usted piensa que la estrella debería hacer afecten a su trabajo. Al principio le puede resultar difícil distinguir entre brillos que difieren en menos de 0,3 ó 0,4 de magnitud. Con la práctica irá mejorando su habilidad de estimación de brillo.

1. β Persei (Algol, en Perseo), **binaria eclipsante**: se trata de dos estrellas orbitantes de diferente brillo cuya orientación provoca que se eclipsen mutuamente, como se puede observar desde la Tierra. Persei es una estrella variable brillante (¡lo suficientemente brillante como para verla desde Cambridge!) con un periodo corto, [$\Delta m = 1.3$; periodo = 2.9 días]. Utilizando el libro de Rey o el atlas, usted será capaz de localizarla a simple vista y necesitará calcular su brillo en relación a otras estrellas cercanas observables también a simple vista (ej., no utilice en ningún momento el telescopio para la observación de esta estrella; incluso el campo de búsqueda resulta demasiado pequeño).

Sugerencias para los cálculos utilizando el LX200:

- Este trabajo se realiza mejor utilizando un ocular de baja potencia. Si la variable es el objeto más brillante en el campo, trate de utilizar el buscador. Debe tener en el campo al menos una estrella más brillante que la variable para poder hacer un cálculo preciso. No sirve de mucho conocer solamente que la estrella tenía una magnitud superior a 7 si realmente variaba entre magnitud 7 y 5.
- Centre la(s) estrella(s) en su campo de visión para evitar el efecto de *vignetting* (falso contraste con el interior del tubo óptico que produce una degradación de los bordes de la imagen).
- Trate de observar la(s) estrella(s) ligeramente desenfocada(s). Puede ser que resulte más fácil comparar el brillo de los discos que el de las posiciones observadas.

2. HU Tauri (en Tauro), otra binaria eclipsante, [$m = 0.8$; periodo = 2.1 días]. Aunque esta estrella aparece en el Atlas del Cielo 2000, el suplemento 12s23 del Atlas (que se encuentra por algún sitio en la sala) es mejor, y contiene una copia del mapa #134 de Uranometría para su utilización como mapa buscador. Probablemente necesitará utilizar su buscador para obtener la comparación de un buen conjunto de estrellas dentro del campo. HU Tau posee un campo de magnitud bastante pequeño, por tanto, haga sus cálculos lo más detenidamente y rigurosamente que pueda.

3.3 Más cúmulos, nebulosas y galaxias

Encontrar estos objetos entre extensiones inexploradas de estrellas no es una tarea fácil, principalmente porque no es posible saber con total seguridad cuándo ha conseguido situar uno de ellos en su campo visual. Para localizarlas necesitará ser bastante hábil en la utilización de mapas o cartas estelares y en la tarea de encontrar su forma de operar entre confusos campos de estrellas. Cualquier imprecisión con los mapas en la oscuridad es sinónimo de problemas. Sus posibilidades de éxito o fracaso en su actividad dependen también de su agudeza visual y de las condiciones reinantes en el cielo, por tanto, tenga eso en cuenta antes de darle una patada al telescopio de pura frustración. (En confianza, y para que nos entendamos bien, le facilitaremos un par de "armas secretas" para su utilización a lo largo del semestre).

Cuando encuentre uno de los objetos mencionados arriba, dibuje lo que ve probando con diferentes oculares para ver si hay alguna distinción. Normalmente tendrá que continuar con la potencia baja para conseguir imágenes más brillantes. Anote especialmente las características importantes como pueden serlo el tamaño angular, la forma y cualquier color visible. Utilizar el método basado en desviar la mirada puede servirle de ayuda para observar objetos débiles. También puede tratar de utilizar el filtro LPR (Reducción de Contaminación Luminosa) para aumentar el contraste oscureciendo el fondo celeste (funciona mejor para la observación de nebulosas de emisión).

1. La **Nebulosa Rosette** (NGC-2237, -2238, -2239, -2246; y cúmulo abierto NGC-2244), en Monoceros es una nebulosa de emisión difusa. Aunque el tamaño de esta nebulosa es aproximadamente tres veces mayor que el de la luna llena, no podrá observarla visualmente ya que es una nebulosa DE EXTREMADAMENTE BAJO CONTRASTE. Se incluye aquí más como un objetivo de nivel intermedio para la observación con cámaras CCD (¿desde Wallace?) que como un objeto para dibujar. Para observarla utilice el LX200 y localice NGC-2244, el cúmulo abierto en el que se encuentra.

2. M1, en Tauro: la **Nebulosa Cangrejo** es una nebulosa de emisión difusa. Es lo que queda de la Supernova de A.D.1054. ¡Tenga paciencia!, es un objeto pequeño y débil.
3. M38, en Auriga: un cúmulo abierto.
4. M81, en Osa Mayor: Una galaxia espiral vista de cara.
5. La **Nebulosa Burbuja**, en Casiopea (también conocida como NGC 7635), es una nebulosa brillante (región HII).
6. M5, en Serpiente: cúmulo globular visible a finales del semestre.
7. M92, en Hércules: cúmulo globular visible también a finales del semestre.
8. M64, en Cabellera de Berenice (Coma Berenices): la **Galaxia del Ojo Morado**, una espiral.
9. M104, en Virgo: la **Galaxia Sombrero**, una espiral vista casi de canto. Es un objeto pequeño que encajaría con precisión en el FOV (campo de visión) de una CCD.
10. M57, en Lira: la **Nebulosa Anillo** es una nebulosa planetaria. Es un objeto pequeño con una apariencia similar a la de un "donut".

3.5 Naves extraterrestres. Tome buena nota de las naves espaciales extraterrestres y especialmente de cualquier pegatina gigante de la astronave (como información acerca de la sociedad extraterrestre).

→ Sobre todo es importante **TOMAR NOTAS EN SU CUADERNO.**

4 (♦ experto) Planetas débiles, asteroides y otros objetos celestes que presentan dificultad

4.1 Más planetas

Como ya mencionábamos anteriormente la observación de Urano, Neptuno y Plutón, que normalmente entrarían dentro de esta sección, no será posible, ni siquiera en teoría, durante la primavera de 2002.

4.2 Asteroides

En circunstancias normales, al menos uno o dos de los cuatro asteroides más grandes brillará lo suficiente como para poder ser observado utilizando nuestros telescopios. La localización y positiva identificación de un asteroide conlleva un esfuerzo añadido ya que se mueven considerablemente cada día y, por tanto, necesitará un mapa buscador preciso que además muestre las estrellas igual de tenues que su asteroide. Para observar un asteroide, pase rápidamente las estrellas y vaya directo a su posición tal y como se muestra en el mapa buscador. Luego, con la lente a bajo aumento, haga *detenidamente* un boceto completo del tipo de campo de estrellas que observe. ¡Con suerte una de

esas estrellas será realmente su asteroide! Asegúrese de guardar su mapa buscador. De esta forma, la próxima noche de observación, cuando localice el campo y realice un boceto del mismo por segunda vez, podrá verificar que el asteroide estaba realmente en su campo; ¡su asteroide será el objeto que se movió de su sitio!

Elaborar un mapa buscador: Los mapas se pueden hacer utilizando la aplicación *Voyager III*. Esta es una forma rápida de hacerlo ya que es el software el que se encarga tanto de calcular la posición del asteroide como de señalarla en un mapa estelar.

No obstante, puede configurar un mapa buscador incluso si no tiene un programa fantástico de ordenador que lo haga por usted, con tal de que pueda conseguir una efeméride para el asteroide durante el tiempo que esté observando. Una **efeméride** es, en el lenguaje astronómico, el nombre asignado a la tabulación de la RA, la DEC y la distancia de un objeto para algunos periodos de tiempo a intervalos regulares. Los efemérides completos para los cuatro asteroides más brillantes (1-Ceres, 2-Pallas, 3-Juno, y 4-Vesta) se recogen anualmente en el *Almanaque Astronómico*; en las revistas *Sky and Telescope* y *Astronomy* se publican de vez en cuando tablas parciales con mapas buscadores para otros asteroides más débiles pero potencialmente observables incluso con pequeños telescopios. También existen recursos en la Internet para efemérides de asteroides (pregúntele a Andy por las direcciones). Necesitará un atlas estelar que muestre estrellas al menos tan tenues como su asteroide, por ejemplo el Atlas del Cielo 2000 (hasta mag. +8), *Uranometría 2000* (hasta mag. +9), o el nuevo *Atlas Estelar Millennium* (hasta mag. +11). Recuerde que necesita utilizar un mapa que haga referencia al mismo equinoccio que las coordenadas que usted tiene, normalmente 2000. (¡Cuidado con los mapas antiguos en coordenadas de 1950!). Fotocopie el mapa apropiado y señale a lápiz la posición del asteroide en intervalos de 5 a 10 días, luego dibuje una curva suave que pase por todos los puntos.

Otra forma de llevar las observaciones recuerda a la manera en que hoy en día se descubren los asteroides. Cuando empezamos a utilizar las cámaras CCD en los telescopios, mueva el telescopio hacia el campo donde se encuentra el asteroide que le interesa (más abajo hay una lista de varios de los asteroides relativamente brillantes que se podrán observar este semestre) y tome varias integraciones separadas por intervalos de unos minutos. Debería ser capaz de observar fácilmente cómo se mueve el asteroide con relación a las estrellas de fondo. Si la exposición es lo suficientemente prolongada y el asteroide se mueve con la rapidez suficiente, es incluso posible que haga que el objetivo deje un rastro (este ejercicio se lo dejamos al lector).

Asteroides que posiblemente pueda observar este semestre: Vesta (partes de Vesta han caído a la Tierra), Mathilde (tenue, quizás demasiado débil. El primer cuerpo visitado por la nave espacial NEAR Shoemaker), Juno, Zelinda, Kalliope, Papagena, Flora...

4.3 Aún más cúmulos, nebulosas y galaxias

1. Cúmulo abierto M13 (bastante pequeño), en Casiopea.
2. “Nebulosa de la Lechuza”: Nebulosa planetaria M97 en Osa Mayor.
3. Galaxia irregular M82 en Osa Menor, vista de canto.
4. Cúmulo globular NGC 2419 (bastante pequeño y débil), posiblemente no está gravitacionalmente unido a la Vía Láctea.
5. Galaxia espiral M66 en Leo.

6. Galaxia espiral M65 en Leo.
7. “Galaxia Whirlpool”: galaxia espiral M51 en Perros de Caza (Canes Venatici), vista de cara. Bastante cercana al cenit a finales del semestre, así que haga antes algunos ejercicios de cuello para entrar en calor.
8. Galaxia irregular M82 en Osa Mayor, vista de canto.
9. Cúmulo globular M107 en Ofiuco, visible a finales del semestre.

4.4 Más estrellas variables

1. VZ Cancri (variable pulsante): es un tipo de estrella que cambia intrínsecamente de brillo [$\Delta m = 0.7$; periodo = 4.3 horas]. El brillo de esta estrella exhibe una rápida ascensión seguida de una caída lenta. Su periodo es lo suficientemente corto como para que pueda detectar un cambio de brillo a lo largo de una noche de observación, si hace sus estimaciones con sumo cuidado. Utilice el campo del buscador y compare la estrella con campos de estrellas que se encuentren al Norte y Noroeste de ésta. Al principio, a mitad y al final de la clase trate de hacer observaciones en intervalos aproximados de 1 hora.
2. Geminorum (en Géminis): es una de las variables cefeidas más brillantes (otro tipo de variable intrínseca), [$\Delta m = 0.5$; periodo = 10.2 días]. Debería ser capaz de observarla sin la ayuda de telescopios u otros materiales de observación, utilizando el Atlas del Cielo 2000. Gem tiene una curva de luz anormalmente simétrica pero un campo de magnitud bastante pequeño, por lo tanto, haga sus cálculos con el mayor detenimiento y la mayor precisión posible. Este cuerpo celeste es un candidato para la comparación a simple vista, sin telescopios. Las dos estrellas cercanas: Gem [mag. +3.6] y Gem [mag. +4.1] corresponden muy de cerca en brillo a la extrema de Gem.
3. U Geminorum: Homónima de la clase pequeña de estrellas "U Gem/SS tipo Cyg, con explosiones", llamada a veces variables cataclísmicas o mini novas, [$\Delta m = 6.7$; periodo impredecible de 60 a 260 días]. Utilice su ocular de 40mm para conseguir un 50x. Este será probablemente uno de los objetos más difíciles de encontrar, por tanto no se desanime si le lleva algún tiempo (como por ejemplo tener que intentarlo en más de una clase nocturna), ya que sólo brilla débilmente a mag. +14.9 durante la parte más tenue de su círculo. Realmente, 14.9 es presionar más allá de los límites visuales de un telescopio de 8 pulgadas, incluso bajo condiciones ideales, así que no se sienta fracasado si finalmente decide que es invisible (incluso desde Wallace). Pero lo más importante es que debería aprenderse el campo de estrellas porque de esa manera puede establecer un límite superior de magnitud de brillo de las estrellas. A intervalos de 60 a 260 días, U Gem brilla rápidamente (tardando de 24 a 48 horas) a aproximadamente magnitud +8.2, y permanece así una o dos semanas. No debería tener problemas a la hora de identificarla tanto en Cambridge como en Wallace. Hay un mapa buscador en *Burnham's Celestial Handbook*, Vol. 2, página 930, y un plan de ataque en la página 925. ¿Quién será el primero en ver si U Gem brillará para nosotros este trimestre?

4.5 Observaciones de Satélites

A veces, durante un par de horas al final del crepúsculo, se pueden ver restos de la nave espacial HST y de la Estación Espacial Internacional (ISS). Desde nuestra posición es visible con un LX200 a baja potencia, siempre que observe desde el sitio correcto y a la hora correcta, ya que solamente pasa por el campo durante uno o dos segundos. Debido a la fuerza atmosférica y otros efectos que constantemente afectan a la órbita, no se pueden preparar mapas buscadores precisos hasta el mismo día en que se vaya a observar. Los recursos disponibles en Internet le darán también las predicciones de observación para la zona de Boston.

5 Mapas y Tablas

5.1 Tabla de Información de Objetos

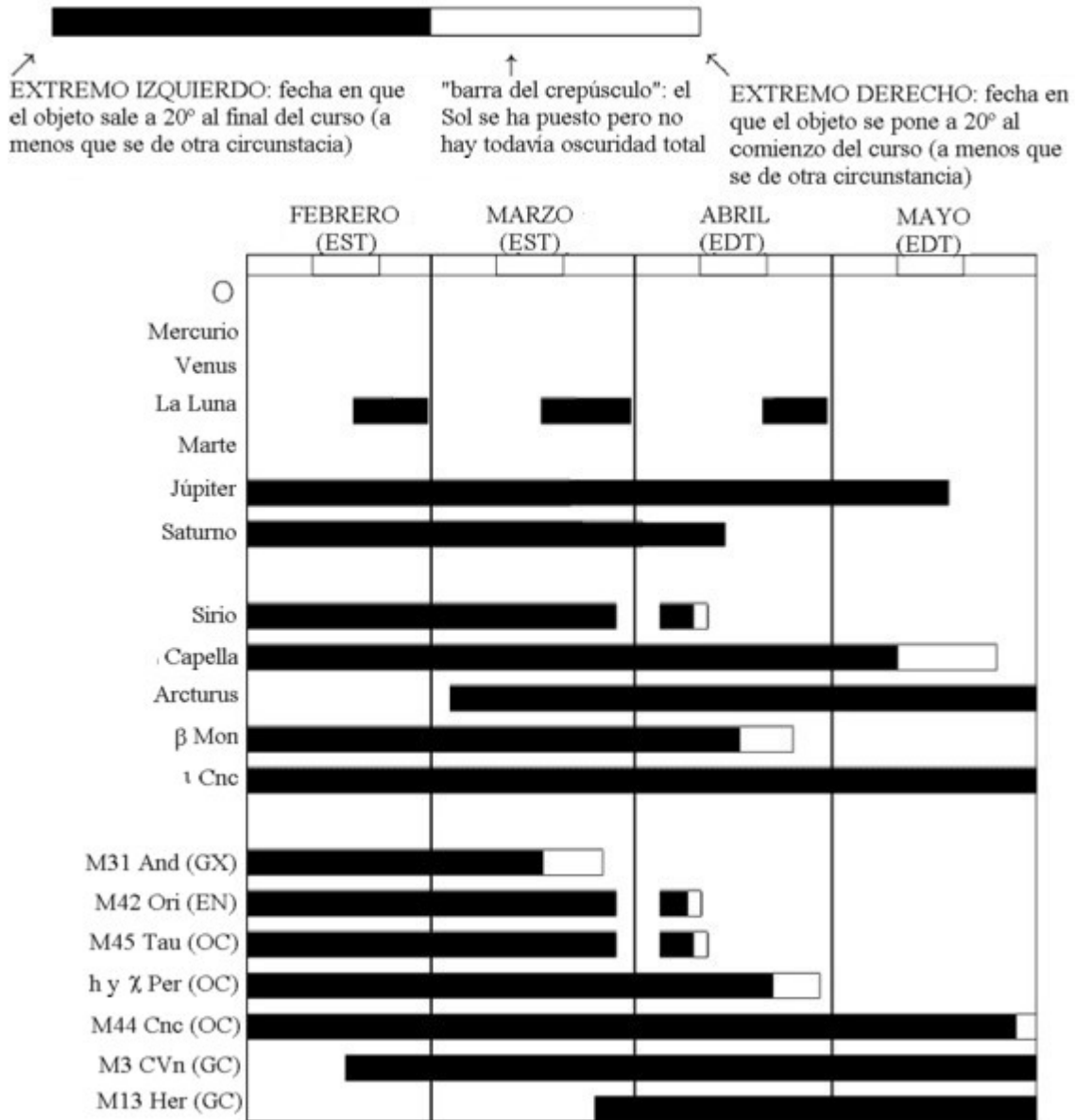
Los elementos en negrita señalan objetos conocidos de especial interés. La información acerca de la visibilidad la encontrará en las páginas 13 y 14. Tenga en cuenta que las coordenadas de objetos que se dan aquí son para el ecuador y el equinoccio J2000.0.

Clave de símbolos: EN = nebulosa de emisión PN = nebulosa planetaria
 GC = cúmulo globular OC = cúmulo abierto: la mag. que se muestra es
 GX = galaxia la del objeto más brillante de esta categoría
 VS = estrella variable

Objeto	Cons.	RA2000	Dec2000	Mvisual	Tipo	Descripción
β Per	Per	3h08m10s.1	+40°57'.3	~2	VS	
ζ Gem	Gem	7h 04m 07s	+20°34'.1	3.7-4.2	VS	
HU Tau	Tau	4h 38m 16s	+20°41'.0	5.9-6.7	VS	
U Gem	Gem	7h 55m 05s	+22°00'.2	8.2-14.9	VS	
VZ Cnc	Cnc	8h 40m 52s	+9°49'.5	7.2-7.9	VS	
H Per	Per	2h 19.0m	+57°09'	7 (4.3)	OC	la mitad del cúmulo doble
χ Per	Per	2h 22.4m	+57°07'	7 (4.3)	OC	la otra mitad; la pareja de h
NGC2244	Mon	6h 32.3m	+4°51'	7 (5.2)	OC	cúmulo Nebulosa Rosette
NGC2419	Lyn	7h 38.1m	+38°52'	10.3	GC	
NGC7635	Cas	23h 20.7m	+61°12'	6.9	EN	Nebulosa Burbuja
M1	Tau	5h 34.5m	+22°02'	8.4	EN	Nebulosa Cangrejo
M3	CVn	13h 42.1m	+28°23'	6.3	GC	
M5	Ser	15h 18.5m	+2°06'	6.1	GC	
M13	Her	16h 41.7m	+36°28'	5.9	GC	Cúmulo de Hércules
M31	And	0h 42.7m	+41°16'	3.5	GX	Galaxia de Andrómeda
M38	Aur	5h 28.7m	+35°51'	8 (7.0)	OC	
M42	Ori	5h 35.4m	-5°23'	4	EN	Nebulosa de Orión
M44	Cnc	8h 40.1m	+20°00'	6 (3.9)	OC	La Colmena
M45	Tau	3h 47.0m	+24°07'	3 (1.6)	OC	Las Pléyades
M51	CVn	13h 29.9m	+47°12'	8.4	GX	La Galaxia Whirlpool
M57	Lyr	18h 53.7m	+33°02'	9.0	PN	Nebulosa Anillo
M64	Com	12h 56.7m	+21°33'	8.5	GX	Galaxia del Ojo Morado
M65	Leo	11h 19.0m	+13°05'	9.4	GX	galaxia espiral
M66	Leo	11h 20.2m	+12°59'	9.0	GX	galaxia espiral
M81	UMa	9h 55.8m	+69°03'	7.0	GX	galaxia espiral
M82	Uma	9h 56.0m	+69°41'	8.4	GX	galaxia irregular
M92	Her	17h 17.1m	+43°09'	6.4	GC	
M97	UMa	11h 14.9m	+55°00'	11.1	PN	Nebulosa de la Lechuza
M103	Cas	1h 33.3m	+60°43'	9 (6.9)	OC	
M104	Vir	12h 40.0m	-11°38'	8.3	GX	Galaxia Sombrero
M107	Oph	16h 32.5m	-13°04'	9.2	GC	

5.2 Visibilidad de objetos fáciles

Las barras marcan las fechas en las que un objeto se encuentra a una altitud superior a 20° en algún momento durante el curso para nuestra posición.



5.3 Visibilidad de objetos Intermedios y Avanzados o Expertos

