

RECURSOS EDUCATIVOS – ASTRONOMÍA

Versión: 'boceto preliminar adaptable' - 1.4¹

¹ Material didáctico desarrollado por AstroCuenca para sesiones de divulgación de la astronomía dirigidas a alumnos de centros educativos, que pueden ser adaptadas al contenido curricular por el profesorado, para ser incluidas en los programas de formación en materias de ámbito científico pero también contemplando contenidos transversales con otras materias.

1- Introducción	3
2- Objetivos, metodología y planificación	4
3- Unidades Didácticas	
- 1 – El Universo	7
- 2 – El cielo a ojo desnudo	10
o Constelaciones y estrellas	
o Contaminación lumínica	
- 3 – Instrumentación astronómica	15
o El telescopio	
o Fotometría, espectroscopía, radioastronomía	
- 4 – Estrellas	19
- 5 – Los sistemas planetarios	24
o El Sistema solar	
o Exoplanetas	
- 6 – Galaxias	29
- 7 – Nebulosas y objetos difusos	33
o El medio interestelar	
o Nubes de absorción y emisión	
- 8 – Otros objetos y temas de interés observacionales	37
o Tránsitos de exoplanetas	
o Ocultaciones estelares	
o Estrellas dobles y estrellas variables	
4- Talleres – <i>Material de uso libre producido por ESERO Spain (ESA)</i>	40
- Exploración espacial	
- Investigación planetaria	
- Observación de la Tierra	
- Recursos ‘Astro Pi’	
5- Agradecimientos y Créditos	43

1- Introducción.-

El presente documento sobre recursos didácticos para divulgación y formación en astronomía y ciencias afines pretende ser una guía para los educadores y monitores que accedan a poner en práctica y desarrollar sus contenidos.

No es por tanto un manual cerrado sino un repertorio de ideas planteadas con cierta metodología y estructura, y llevadas en su desarrollo no más allá del límite de lo razonable, de manera que puedan ser adaptadas e insertadas en su contexto de aplicación de manera fácil y flexible.

Las unidades didácticas que integran este programa, también susceptible de ampliación, están pensadas para que cada una de ellas, por separado, pueda desarrollarse en diferentes niveles de profundidad y amplitud según el *target* de aplicación. Así se contemplan tanto sesiones de divulgación para público en general y grupos sin nivel definido, como para grupos expertos en mayor o menor grado, dentro de un programa ocasional y diverso.

Pero el objetivo fundamental es que puedan llevarse a cabo dentro de programas formativos, con un recorrido continuado en el marco de los centros educativos y susceptible de un seguimiento y evaluación de resultados de la mano de los propios formadores implicados.

El conjunto está pensado para ser aplicado siempre haciendo uso de un telescopio robotizado y operado en remoto, (en nuestro caso, el del observatorio de Vega del Codorno en la Serranía de Cuenca con un cielo bortle 1-2), pero no excluye el uso de otros recursos como telescopios de campo, prismáticos, etc., ... además de cualquier otro material didáctico que sea oportuno, e incluso sesiones grabadas si las condiciones meteorológicas no permiten el acceso a un cielo despejado en directo o bien por incompatibilidad de horarios.

Se acompañan estas unidades didácticas con un material complementario, idóneo para el desarrollo de talleres en el ámbito educativo, tanto de primaria como de secundaria. Este material ha sido elaborado por [ESERO Spain](#), División Educativa de la Agencia Espacial Europea (ESA) en España.

En general, todas las unidades didácticas están abiertas para poder incorporar en ellas contenidos transversales, desde la historia a la literatura, las diferentes mitologías y la cultura popular sobre el cielo, el arte, ... y por supuesto, las matemáticas y la física. De esta forma, cada bloque temático puede ampliarse a voluntad del profesor dentro del contexto programático del currículo escolar.

2- Objetivos, metodología y planificación

2.1- Objetivos.-

Se establecen tres objetivos o niveles diferenciados:

a) Para grupos no definidos o público en general

Se trata en este caso de sesiones divulgativas de amplio espectro, donde puede tomarse una de las unidades didácticas como hilo conductor pero sin necesidad de agotarla o de circunscribirse estrictamente a los límites de sus contenidos, de manera que pueden extraerse fragmentos aislados de varias de las unidades y componer con ellos un conjunto, lo más coherente posible, para desarrollar una sesión divulgativa *ad hoc*.

Los criterios para el desarrollo de estas sesiones, así como los contenidos seleccionados, estarían en función del perfil de grupo target. El objetivo es básicamente ilustrar y motivar a los asistentes haciéndoles disfrutar de la astronomía en una sesión de entre una y dos horas.

b) Para grupos expertos

En este caso se recomienda elegir el tema de interés del grupo y llevarlo al límite en extensión y complejidad. Las unidades didácticas aquí son sólo un guion de partida y deben servir básicamente como elemento introductorio en el contexto.

c) Para centros educativos

Con la flexibilidad que el proyecto educativo permita, los recursos presentados están pensados para ser desarrollados total o parcialmente a lo largo de un curso escolar. Cada unidad está pensada en dos niveles: primaria y secundaria, y dentro de estos el docente puede ajustar contenidos en función de la edad y conocimientos de los alumnos con absoluta libertad según su mejor criterio.

El objetivo fundamental es acercar al alumnado al método científico, al conocimiento de la astronomía y, en la medida de lo posible, al desarrollo de vocaciones por la ciencia en general.

2.2- Metodología y planificación.-

Nos centramos ahora sólo el caso de aplicación a los centros educativos, clase c) del epígrafe anterior.

Todas las unidades están estructuradas para ser desarrolladas en tres etapas:

a) Introducción, b) Astronomía en vivo y c) Consolidación y resultados

a) Introducción.- En esta fase se deben preparar los contenidos básicos de la unidad didáctica. Es la etapa de contextualizar el tema, establecer los elementos motivadores, aportar el *corpus* de conocimientos preliminares necesarios para un eficaz desarrollo de la unidad y detectar posibles carencias formativas que deban ser reforzadas.

Puede desarrollarse en una, dos o más sesiones en función del nivel y la profundidad requerida, (primaria / secundaria) y/o edad.

La motivación es importante aquí y debe apoyarse en recursos audiovisuales que cumplan esta función. Así mismo, es el momento de establecer relaciones del tema a tratar con otras áreas de interés, (historia, arte, actualidad, ...). En el caso de los alumnos de secundaria, también es el momento de hacer acopio de las herramientas conceptuales y técnicas oportunas, (física, matemáticas, instrumentales o informáticas, ...).

b) La sesión en vivo viene a ser el punto álgido de la unidad. Su elemento más destacado es el acceso en remoto a un observatorio para la observación en directo de los objetos celestes contemplados en el tema tratado.

Esta sesión, con una duración definida en función del nivel del alumnado (1 – 1.5 h), es fundamentalmente motivadora e ilustradora, pero incluye la captura de imágenes que deben servir para el trabajo posterior en la tercera de las etapas.

- El acceso al telescopio robótico se hará siempre con asistencia de operadores del observatorio y la sesión, incluida la capa didáctica asociada, quedará a cargo de estos operadores, previo consenso con los formadores del grupo en cada caso. Se abre una sesión a través de la plataforma ZOOM entre el aula, el observatorio y el operador del telescopio.

c) Finalmente la unidad temática se cierra con los trabajos necesarios de consolidación de conocimientos, tareas y ejercicios propuestos, y la evaluación de resultados de docente donde es importante el *feedback* con el equipo remoto.

UNIDADES DIDÁCTICAS



M 16 – ‘Nebulosa del Águila’ – Imagen por Enrique Fernández (AstroCuenca) ²

² Todas las imágenes de este documento han sido tomadas desde el observatorio astronómico del Vega del Codorno.

1. EL UNIVERSO

INTRODUCCIÓN

“El universo es el conjunto de todas las entidades físicamente detectables que interactúan entre ellas dentro del espacio-tiempo de acuerdo a leyes físicas bien definidas” (Wikipedia)

- Evidentemente, esta definición debe ser evitada de partida y, en cada caso, debe adaptarse al *target-alumno* con terminología y conceptos apropiados.
- No debería iniciarse el tema intentando una definición. Esta definición, en cualquier caso, debería ser elaborada por el propio alumno como tarea del final del trabajo de la unidad didáctica.
- Como aproximación inicial podría empezarse por decir que ‘vamos a hablar de todo aquello que hay fuera de la Tierra, nuestro planeta, ... de los objetos que pueblan el cielo: estrellas, galaxias, agujeros negros, ... y puede pedirse a la clase que complete otros objetos celestes conocidos.
- Aquí es oportuna la presentación de algún material audiovisual adecuado. <https://www.youtube.com/watch?v=GP-EWh7Qnuo&t=15s>

Ideas que deben manejarse en esta etapa

- La Astronomía es la ciencia que estudia el Universo
- Toda la información y conocimiento que tenemos de los objetos que constituyen el universo la extraemos a partir de la luz que nos llega de ellos.
- Para hacerlo aplicamos las leyes físicas que conocemos. Por eso a la Astronomía también la llamamos hoy día: Astrofísica.
- El universo es ‘grande’ y ‘longevo’ y hay que entenderlo bajo los parámetros de estas enormes escalas de espacio y tiempo.

Recursos en el contexto

Material didáctico adicional y contenidos teórico-prácticos que debe trabajarse en esta etapa

- La luz y el espectro electromagnético.
- Escalas de espacio y tiempo.
- La velocidad de la luz.
- Inventario de objetos en el universo: estrellas, galaxias, planetas, satélites, ... medio interplanetario, interestelar, intergaláctico, ... nebulosas, objetos singulares: estrellas de neutrones, púlsares, cuásares, agujeros negros, ...

Comentarios.-

No es preciso ser exhaustivos en esta unidad. Su finalidad es fundamentalmente preparatoria para el resto del programa. El enfoque es, lógicamente, diferente para alumnos de primaria y secundaria. En el caso de los segundos debe hacerse más extenso y exigente el apartado de recursos conceptuales con los que afrontar el tema, y esto es susceptible de todo tipo de trabajos específicos.

En el apartado ‘talleres complementarios’ se dan algunas ideas acerca de posibles ejercicios con el espectro electromagnético, pero pueden ser útiles todos aquellos que profundicen en este aspecto, así como los relativos a unidades de tiempo y espacio y es el momento de trabajar con unidades como la ‘unidad astronómica’ (UA), ‘año-luz’, parsec, mega-parsec, etc., ...

En unidades posteriores se tratará el tema de las ‘candelas estelares’ y la forma de determinar distancias en el universo, así como los parámetros de tiempo asociados. Es importante, si acaso, introducir aquí la relevancia de la velocidad de la luz como límite físico a la velocidad de transmisión de información.

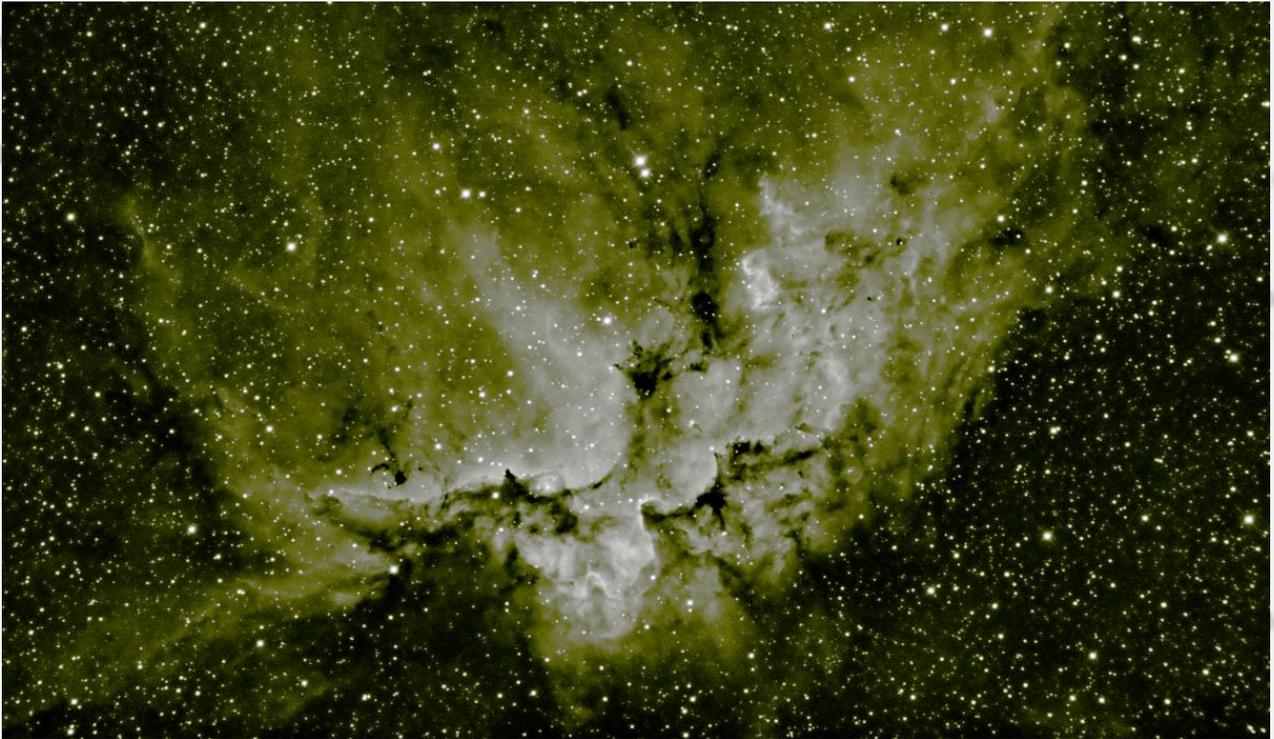
EL UNIVERSO EN VIVO

Se hace aquí una conexión en directo al observatorio astronómico para observación de diferentes objetos del universo. La sesión tiene igualmente un carácter introductorio y los contenidos didácticos sólo vienen a reforzar la parte inicial de la unidad temática.

La duración y exploración del cielo se establece en función del *target-alumno* y se trata de una sesión participativa. El procedimiento es sencillo:

- Se inicia una sesión a través de la plataforma ZOOM entre el aula, el observatorio y el operador del telescopio.
- El operador/monitor de la sesión presenta el contenido de la observación, y en el transcurso de la misma ilustra sobre los objetos observados en el contexto de la unidad didáctica.
- Los alumnos pueden interactuar con preguntas en vivo y sugiriendo objetos a observar siempre que sea posible.
- El recorrido por el universo para esta unidad sería la observación de un planeta (si está al alcance según la fecha/hora) o la Luna, un campo estelar, (cúmulo abierto y/o cúmulo globular), una o dos galaxias y una o dos nubes de gas significativas.

Las imágenes de los objetos observados estarían disponibles para su descarga por parte del centro educativo con objeto de ser incorporadas a la fase de *consolidación* de la unidad temática.



NGC 7380 – ‘Nebulosa del Mago’ – Imagen con filtro H α – detalle de nubes de gas de absorción y emisión

CONSOLIDACIÓN Y RESULTADOS

Esta etapa, en esta unidad, es relativamente sencilla y no necesariamente extensa. En función del nivel del alumnado podría ser más o menos exigente, pero básicamente debe limitarse a una exposición individualizada por parte de los escolares que resuma la experiencia:

- Impresiones personales destacando qué es lo que más les ha llamado la atención.
- Qué entienden por ‘Universo’ después de la unidad didáctica.
- Qué objetos les resultan de mayor interés o cuáles les han sorprendido más.

Pueden utilizarse imágenes derivadas de la observación en vivo, pero sería interesante pedir a los alumnos que se ejerciten en el dibujo de alguno de los objetos. Como material de apoyo se puede emplear para esta labor una publicación muy apropiada al respecto:

Dibujo Astronómico, por Leonor Ana Hernández

<https://www.marcombo.com/dibujo-astronomico-9788426723833/>

<https://www.youtube.com/watch?v=TGOwivRYH3w>

2. OBSERVACIÓN VISUAL DEL CIELO ‘A OJO DESNUDO’

INTRODUCCIÓN

Después del tema introductorio, esta unidad presenta un contenido más complejo y en el que pueden estratificarse muchos niveles en función de las edades. También la extensión de los contenidos puede graduarse según la disponibilidad temporal que se tenga para desarrollarla.

Inicialmente los objetivos de esta unidad son mucho más amplios y a modo de resumen deberían incluir:

- Motivar para la contemplación del cielo nocturno.
- Concienciar sobre el problema de la contaminación lumínica.

La idea sobre la que pivotar es que ‘el cielo nocturno es el único paisaje que el hombre ha visto casi inmutable desde que la especie humana hizo su aparición sobre el planeta Tierra. Es el mismo cielo que contemplaron nuestros antepasados desde siempre, el mismo que vieron Aristóteles, Galileo, Newton o Einstein. Y que este paisaje nocturno es un patrimonio de la humanidad que debería conservarse también para nuestros descendientes. Hoy día, la luz de las ciudades contamina e impide ver ese mismo cielo hasta el extremo de que muchas personas en el mundo ya no ven casi estrellas ni han disfrutado de la contemplación de la Vía Láctea. Una iluminación responsable es posible y depende de nosotros’.

Recurso: vídeo sobre contaminación lumínica

<https://www.youtube.com/watch?v=tTcxWogDpco>

A partir de ahí, se trata de *enseñar a ver* el cielo:

- Localizar algunas estrellas brillantes y aprender sus nombres.
- Localizar algunas constelaciones y ser capaces de identificarlas.
- Enlazar con elementos de la cultura popular y mitologías para explicar los nombres asignados.
- Tener conciencia del lento movimiento del cielo según transcurre la noche.

Estas actividades de contemplación del cielo deberían repetirse con cierta frecuencia con independencia del desarrollo de la unidad temática. De estas observaciones pueden extraerse preguntas relativas a los movimientos de la Tierra en el espacio, las estaciones, etc., ... Si además se realizan desde ubicaciones diferentes, se tendrá clara constancia de cómo afecta un cielo contaminado por la luz de las ciudades a la contemplación del cielo.

Ideas y conceptos a desarrollar

- En el cielo nocturno vemos estrellas. Pero nuestros ojos, a pesar de tener una gran sensibilidad, tienen una capacidad limitada para penetrar en la profundidad del firmamento. Sólo somos capaces de ver las estrellas más brillantes y éstas son las más próximas a nuestro planeta Tierra.
- Para interpretar el cielo nocturno, desde siempre se han identificado figuras imaginarias formadas por estas estrellas. Son las constelaciones y cada cultura les ha dado nombres diferentes y ha construido sobre ellas historias y leyendas.
- Conocer el cielo a partir de las constelaciones y estrellas ha sido muy útil para el hombre. En el caso de los marinos ha sido fundamental para conocer la latitud en la que se encuentran y, teniendo un reloj bien sincronizado, también la longitud en la navegación. ¡Antes no había GPS!
- El cielo nocturno cambia lentamente noche tras noche. A lo largo del ciclo anual se repite de nuevo.
- A veces en el cielo aparecen objetos que lo hacen algo diferente. Pueden ser los cometas, por ejemplo. Pero también cada cierto tiempo pueden hacerse visibles estrellas con un brillo superior al normal: son las supernovas.
- Los planetas de nuestro sistema solar tienen un movimiento peculiar en la esfera celeste que los diferencia de las estrellas. Los más brillantes, como Júpiter, Saturno o Marte, son fácilmente identificables.

Recursos en el contexto

- Puntero láser (a manejar siempre por el docente).
- Planisferios celestes.
- El cielo cambia a lo largo del año:
 - constelaciones de invierno
 - constelaciones de verano
- Aplicaciones del cielo para móvil y tablet

para secundaria

- Atlas del cielo:
 - [Stellarium](#)
 - [Cartes du Ciel](#)
- Introducción a las coordenadas celestes.
- Efemérides astronómicas.
- Elementos de mecánica celeste:
 - leyes de Kepler
 - leyes de Newton
- Historia de la astronomía.
- Enfocado a la realización de ejercicios prácticos, es el momento de introducir la fotografía del cielo nocturno, con cámaras DSLR o incluso con el móvil.
- Esta técnica y prácticas son también aconsejables para los alumnos de primaria.

- También hay fenómenos visibles a simple vista, como las lluvias de *estrellas fugaces*. Son meteoroides, pequeñas partículas de polvo cósmico que entran en nuestra atmósfera y se queman por el rozamiento en las capas altas.
- La contemplación de nuestra galaxia, la Vía Láctea, es uno de los espectáculos más maravillosos que el cielo nos ofrece.
- Identificación de la estrella Polar.
- La contaminación lumínica es un problema derivado de la mala gestión de los recursos energéticos que utilizamos habitualmente y nos priva de la posibilidad de contemplar el cielo nocturno en todo su esplendor.

En esta unidad los contenidos a desarrollar son amplios y su extensión puede graduarse en función del tiempo disponible, el perfil e interés del alumnado, así como del programa curricular de materias como la física y las matemáticas.

El número de tareas y ejercicios posibles es igualmente amplio y variado.

Es especialmente interesante la familiarización con planetarios digitales como Stellarium y otras herramientas de cálculo de efemérides, eclipses, etc., ...

EL CIELO EN VIVO

El contenido de esta sesión en directo con el observatorio remoto es continuación de la realizada en la primera unidad didáctica.

La principal idea a destacar es la diferencia entre observar el cielo sin ayuda instrumental y lo que ocurre cuando se observa utilizando un telescopio por ejemplo: ¡se ven estrellas que no se perciben a simple vista! Se ven muchas estrellas !! Y también objetos indistinguibles con el ojo desnudo.

El telescopio hará un recorrido por distintos campos estelares y se intentará que los alumnos presentes en la sesión identifiquen en un atlas estelar el campo de observación. Posteriormente se debería volver a observaciones de campo centrando la atención en dichas áreas del cielo.

Se explica aquí una primera aproximación al por qué con la ayuda del telescopio 'se puede ver más' y esto servirá de introducción al tema de la siguiente unidad didáctica.



Cúmulo Globular M13 – Captura por Esteban García (AstroCuenca)

CONSOLIDACIÓN Y RESULTADOS

Vuelve a ser importante en esta unidad la descripción de la experiencia de la contemplación del cielo por parte de los alumnos. Esta actividad no está condicionada ni por el nivel académico ni por la edad de los alumnos. En todos los casos es siempre posible desarrollar, con mayor o menor extensión, lo que se ha aprendido y destacar lo que más ha sorprendido.

Para alumnos mayores el nivel de exigencia en trabajos posibles presenta un rango amplio de posibilidades y estará también en función de los objetivos que el profesor se haya planteado con el grupo.

Un objetivo mínimo debería ser el manejo con soltura de Stellarium y la comprensión de los sistemas de coordenadas, al menos de las coordenadas ecuatoriales.

Sobre las imágenes derivadas de la observación en vivo puede ser interesante identificar su posición en un atlas estelar, planisferio o el mismo Stellarium.

Y muy recomendable y gratificante para los alumnos serán todos los ejercicios que utilicen las fotografías del cielo nocturno capturadas por ellos mismos.



Fotografía nocturna – detalle de la Vía Láctea sobre el observatorio astronómico de Vega del Codorno



Fotografía nocturna – estrellas circumpolares sobre el observatorio de Vega del Codorno

3. INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA

INTRODUCCIÓN

En esta unidad se pone el acento en la instrumentación astronómica accesible hoy día, tanto para los aficionados a la astronomía como para aquellos que siguen ya un proceso más ambicioso y desarrollado.

Evidentemente, el elemento a destacar es el telescopio y las consideraciones básicas relacionadas con él, pero también otros elementos ya comunes y de uso generalizado como las cámaras fotográficas, cámaras web y las CCD.

El objetivo básico es explicar por qué el telescopio es la herramienta fundamental en astronomía. Nuestro ojo, magnífico exponente de un órgano muy desarrollado, eficaz y sumamente sensible, tiene sin embargo una limitación intrínseca para observar objetos de iluminación muy débil y/o lejanos: es pequeño. El telescopio tiene en comparación una 'pupila' mucho mayor, lo que le capacita para captar muchos más 'fotones' (luz), algo esencial cuando se trata de observar fuentes de luz débiles por su lejanía, como son las estrellas y otros objetos del firmamento.

Paralelamente, también nuestro ojo tiene una limitación en cuanto al tiempo con el que refresca la exposición a la luz, (de apenas unas muy pocas décimas de segundo), a diferencia de las cámaras fotográficas en las que se puede ajustar el tiempo de exposición desde milisegundos hasta minutos o incluso horas.

El tren óptico de un observatorio astronómico junta ambos elementos, telescopio y cámara (normalmente una cámara CCD), con lo que se consigue acumular luz de los objetos observados no sólo ampliando el área de recolección sino también el tiempo de la misma.

Por otra parte, entrando en consideraciones de la óptica geométrica y las distancias focales, también se puede explicar aquí la capacidad de los aumentos ópticos de los telescopios.

No es necesario entrar en demasiados detalles, especialmente para los más pequeños. Pero si es importante utilizar el carácter motivador, casi mágico, del telescopio para iniciar esta unidad. La primera práctica debería ser poner a disposición del aula un pequeño telescopio de campo y hacer una observación del cielo.

Igualmente sigue siendo recomendable continuar con la fotografía del cielo nocturno y practicar con diferentes tiempos de exposición de las cámaras utilizadas.

Ideas y conceptos a desarrollar

- El telescopio como herramienta del astrónomo. Explicar el por qué haciendo hincapié en las ideas presentadas en la introducción.
- Un poco de historia ..., desde Galileo y el uso del primer 'catalejo' para observar el cielo (Júpiter y sus lunas), marcando así el comienzo de la astronomía moderna, hasta los telescopios construidos por Herschel en los siglos XXVIII y XIX, hasta los grandes telescopios actuales, tanto en tierra como en el espacio.
- La importancia de la incorporación de la cámara fotográfica a la instrumentación astronómica a finales del siglo XIX y el trabajo de los astrónomos antes y después.
- Se trata aquí de insistir en que 'la luz' que llega de los objetos del universo es lo único de lo que dispone la astronomía para estudiarlos. Por eso son importantes los instrumentos que ayudan a capturarla.

Como se puede entender el campo de trabajo en esta unidad ya es amplio y su desarrollo deberá adaptarse tanto al perfil de los alumnos en edad y conocimientos, como al tiempo disponible para esta temática.

Los objetivos mínimos pueden centrarse en una comprensión básica del telescopio y sus fundamentos.

Para los alumnos de secundaria es importante descubrir que la atmósfera terrestre afecta sensiblemente a la luz que llega de más allá y que buena parte del trabajo de los astrónomos es reconstruir la información original de esta luz a partir de técnicas de reducción y calibración.

Recursos en el contexto

- Telescopio de campo. Identificar sus componentes y explicar su función.
- Observaciones con el telescopio.
- Fotografías del cielo nocturno.
- Presentación en el aula de imágenes captadas por los grandes telescopios. Fuentes posibles:
 - webs de los observatorios
 - telescopios espaciales (NASA, ESA, etc., ...)
- Un poco de historia.

[para secundaria](#)

- Profundizar en esta instrumentación.
- Introducción a la óptica geométrica y las propiedades de la luz.
- La fotometría. Introducción a la medida del brillo estelar.

[qué son las 'magnitudes'](#)

- Introducción a la espectroscopía.

[la descomposición de la luz](#)

- La radioastronomía. Otro rango del espectro EM.

INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA EN VIVO

La sesión en vivo de esta unidad empezará presentando los diferentes elementos que integran el equipamiento del observatorio.

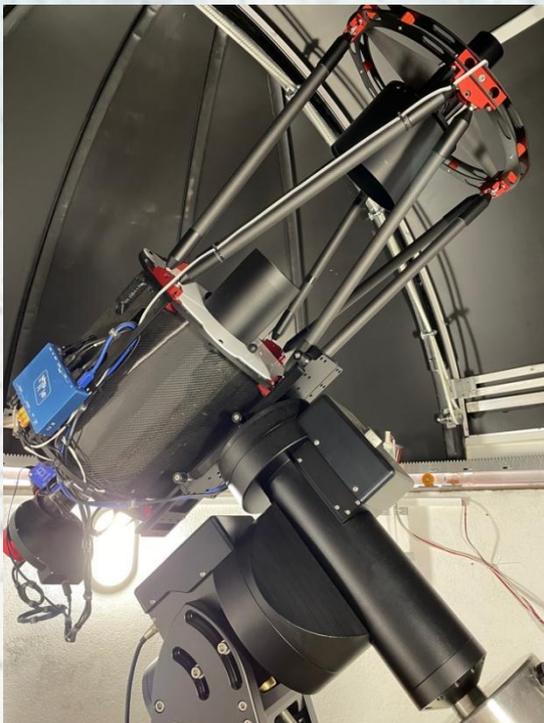
Antes de comenzar la observación del cielo, se muestra con las cámaras interiores del observatorio estos componentes:

- Montura del telescopio
- Tren óptico. Tubo con los espejos, cámaras CCD
- Elementos de electrónica
- Cúpula, etc., ...

Al hilo de esta presentación se explican sus diferentes funciones y se repasan los conceptos más importantes de la unidad.

La observación en sí misma, vuelve a centrarse en objetos del cielo pasando desde algunos más luminosos a otros más débiles y cómo se gestionan estas diferencias por parte del astrónomo.

Si los alumnos son de nivel más alto, se entra también en detalles sobre las diferentes tareas de reducción de imágenes, calibración, etc., ... para obtener una fotometría que sea aprovechable y las capturas en diferentes longitudes de onda con los filtros correspondientes.



CONSOLIDACIÓN Y RESULTADOS

Las imágenes capturadas durante la sesión en vivo servirán para que los alumnos las incorporen a sus diferentes trabajos resumen de la actividad.

A los alumnos de nivel superior se les proveerá además de tomas de calibración, (bias, darks, flats), para que intenten una reducción del ruido en las imágenes y, si es posible, que intenten un apilado de las mismas. Estas tareas pueden tener continuidad a lo largo de las siguientes unidades didácticas y, si es necesario, se puede instruir a alumnos y profesores acerca de las herramientas software que se aplican en cada caso.

Es importante fomentar las actividades de observación con instrumentación sencilla o sin ella. Estas sesiones deberían tener continuidad con cierta frecuencia. A estas alturas del proyecto los alumnos ya tienen el bagaje mínimo para proponer nuevas experiencias y aportar sugerencias en cuanto a contenidos y trabajos nuevos por hacer.



Detalle de la nebulosa de Orión – filtros h-Alpha y SII – paletas de colores del Hubble

4. ESTRELLAS

INTRODUCCIÓN

Las estrellas son ‘los átomos’ del universo. Su componente básico. En torno a ellas se configuran los sistemas planetarios y, sumadas en centenas de miles de millones, constituyen las galaxias.

Éste es, por tanto, uno de los capítulos importantes del programa. En esta unidad se debe hablar de la fuente de energía de las estrellas, de las diferentes etapas de su larga vida. De cómo nacen y cómo mueren y, también, de algunas estrellas especiales como las variables cefeidas que sirven de ‘candelas estelares’ y que ayudan a determinar las distancias ,y por tanto las escalas, en el universo.

Al igual que en unidades anteriores, el nivel de profundidad en este tema debe establecerse gradualmente según edades y conocimientos de los alumnos, siendo los objetivos mínimos el tomar consciencia de la ingente cantidad de estrellas que pueblan las galaxias y en consecuencia el universo, así como de las principales etapas de su vida.

El principal motor en la formación de estrellas es la fuerza de la gravedad, que en un momento determinado colapsa enormes nubes de gas molecular y las comprime hasta alcanzar condiciones de presión y temperatura de millones de grados. A partir de ese momento entra en juego otra de las fuerzas fundamentales de la naturaleza: la fuerza nuclear. Y la estrella se ‘enciende’.

Las estrellas no nacen aisladas. Son siempre el resultado de ‘partos múltiples’ como consecuencia del proceso descrito en el párrafo anterior. Así, en cada uno de esos alumbramientos surgen unos cuantos miles de estrellas, que forman los llamados ‘cúmulos estelares’. Estas estrellas, ‘hermanas’, comparten una misma edad, una misma composición química y movimientos propios similares dentro de su región de la galaxia.

Con el paso del tiempo (millones de años), el cúmulo se va disgregando por efecto de la propia dinámica galáctica y de las interacciones gravitatorias con otras estructuras de la galaxia, y las estrellas acaban dispersándose entre sí. No sabemos cuáles son las estrellas hermanas del Sol.

Cuando las estrellas mueren, algunas de ellas que son muy masivas, estallan como supernovas y riegan el medio galáctico con elementos químicos evolucionados que sirven de gas enriquecido para el nacimiento de nuevas estrellas. En algunos casos el residuo estelar se convierte en un agujero negro.

Ideas y conceptos a desarrollar

- El universo está lleno de estrellas. Las estrellas forman las galaxias. Aun dentro de las galaxias, las estrellas están muy separadas unas de otras. El espacio que hay entre las estrellas se llama espacio interestelar y puede contener gas y polvo, pero su densidad es muy baja. Lo podemos considerar como el vacío. También hay radiación (EM), luz y partículas que escapan de las estrellas.
- Todas las estrellas que vemos en el cielo son estrellas de nuestra propia galaxia. A simple vista sólo podemos ver unas 9.000 estrellas. Incluso con los telescopios espaciales más potentes sólo se tiene un inventario detallado de unos 1.700 millones de estrellas (Gaia) que están todas en un radio de unos 8 o 10.000 años-luz. ‘Los árboles no nos dejan ver el bosque’. Sólo en las longitudes de onda de los Rayos X o en la banda de radio podemos atisbar hasta el centro de la galaxia, pero no más allá.
- Las estrellas generan ingentes cantidades de energía a partir de la fusión de los átomos de hidrógeno en helio, debido a las enormes presiones y temperaturas a las que se encuentran sus núcleos. Después, también el helio se fusiona dando lugar a elementos más pesados.
- Hay estrellas ‘pequeñas’ (enanas rojas y enanas marrones), medianas como nuestro sol y estrellas muy masivas. Las estrellas muy grandes y masivas queman su combustible nuclear más deprisa y viven menos tiempo, (unos cuantos cientos de millones de años), mientras que las estrellas menos grandes pueden prolongar su vida durante miles de millones de años.

Recursos en el contexto

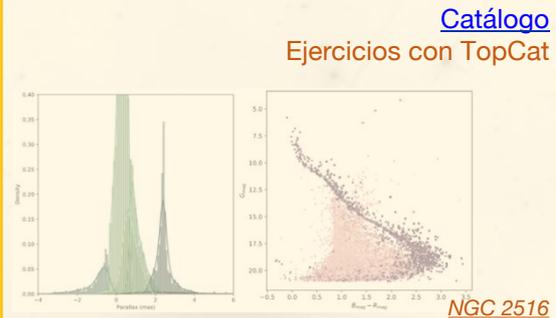
- La distancia entre las estrellas. Un pequeño inventario de las 10 o 15 estrellas más próximas al Sol. [vídeo](#)
[otra documentación, más ...](#)
[vídeos educativos \(Gaia – ESA\)](#)
 - Supernovas. [vídeo](#)
[vídeo](#)
 - Agujeros negros. [vídeo](#)
-
- para secundaria
- El Sol. [vídeo \(4K\) - NASA](#)
 - Los procesos de fusión atómica [vídeo](#)
 - Diagrama Hertzsprung-Russell [documentación](#)
 - Clasificación estelar [documentación](#)
 - Introducción a los atlas y catálogos estelares a través de herramientas como Aladin y TopCat



- Supernovas. [vídeo](#)

- Después de nacer, las estrellas pasan la mayor parte de su vida en una fase de equilibrio estable, ('secuencia principal' en el diagrama H-R). Al final, cuando el combustible nuclear se va agotando, empiezan a desequilibrarse y se convierten en 'gigantes rojas' o 'supergigantes', y después de un tiempo relativamente corto en esa etapa explotan dando lugar, en el caso de las más masivas, a supernovas.
- Las estrellas se clasifican según su luminosidad, algo que depende de su temperatura y su masa. Esta luminosidad les asigna un color que va desde el azul para las más calientes, brillantes y masivas, hasta el rojo para las más débiles, frías y pequeñas, pasando por el blanco, amarillo y naranja.
- Los cúmulos estelares son agrupaciones de estrellas que comparten ciertas propiedades. En el caso de los 'cúmulos abiertos' son estrellas que tienen un origen común a partir de una misma nube de gas molecular. Las estrellas que los componen tienen, por tanto, una misma edad aproximada, idéntica composición química y propiedades dinámicas similares, propiedades que ayudan a identificar los componentes del cúmulo. Su estudio es importante para el conocimiento de los procesos de formación de las estrellas y los procesos evolutivos y dinámicos galácticos.
- Por su parte los 'cúmulos globulares', o cúmulos cerrados, son densas agrupaciones estelares que pueden contener hasta un millón de estrellas muy ligadas gravitacionalmente entre sí. Su origen es hasta cierto punto incierto, pero podrían ser resto de galaxias enanas atrapadas.

- Sobre cúmulos estelares abiertos ...



- Sobre cúmulos globulares

[Documentación](#)
[Catálogo](#)

- Estrellas dobles - [información](#)
- Estrellas variables - [información](#)
- Variables cefeidas y candelas estelares - [información](#)

El contenido de esta unidad es manifiestamente amplio y puede llevarse a niveles de complejidad elevado. Debe tenerse en cuenta por tanto que no se trata de agotarlo en toda su extensión, sino que pueden extraerse aquellos aspectos que se consideren apropiados, tanto por el perfil de los alumnos como por el tiempo que se tenga programado para ello.

Algunos contenidos sólo serán de aplicación en alumnos de muy alto nivel y con profesorado bien preparado en estos temas.

La unidad puede ser desdoblada en varias etapas dentro del proyecto, de forma que se considere en sí misma como un proyecto independiente de larga duración.

ESTRELLAS EN VIVO

Esta sesión se centrará en observación de estrellas. Suele ser muy gratificante observar estrellas dobles, separando el par cuando es posible, y más si sus componentes son de distinto color.

La mayor parte de la observación se hace sobre cúmulos estelares, tanto abiertos con cerrados, destacando sus propiedades intrínsecas, distancia, edad, etc., ...

También se intenta la observación de estrellas variables, aunque en este caso la duración de una sesión de observación no es suficiente para apreciar la variación del brillo, por lo que en la medida de lo posible se recurre también a imágenes tomadas anteriormente para establecer comparación.

Las imágenes capturadas quedarán disponibles para los alumnos.



Detalle del cúmulo estelar de las Pléyades – fotografía de Estaban García (AstroCuenca)

En la imagen pueden apreciarse algunas estrellas del cúmulo abierto de Las Pléyades, (M45), situado a unos 400 años-luz y con una edad estimada de 120 millones de años. Es, por tanto, un conjunto de estrellas jóvenes y aún pueden apreciarse amplias nubes de gas molecular en torno a las estrellas e iluminadas por éstas, que todavía no han sido absorbidas completamente por las mismas.

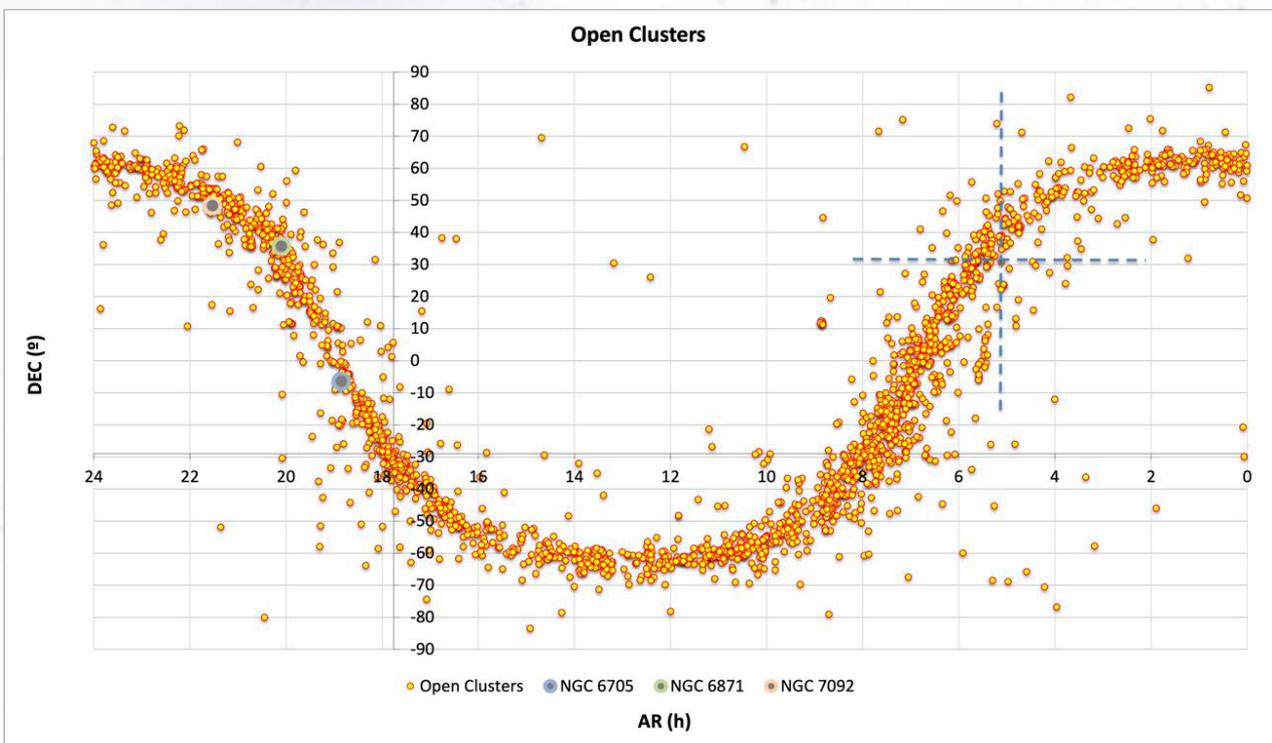
CONSOLIDACIÓN Y RESULTADOS

Los ejercicios a desarrollar en esta unidad estarán a criterio del profesor, ajustándose a los contenidos y profundidad con que se haya llevado a cabo su ejecución.

Sigue siendo oportuna, como en todas las unidades del proyecto, la exposición personalizada y en formato libre de la experiencia bajo el prisma de cada alumno, así como la incorporación de las imágenes adquiridas dentro del trabajo.

La fotografía nocturna de estrellas y las actividades de observación con los telescopios de campo o prismáticos, si están disponibles, son muy recomendables.

Para los alumnos que hayan profundizado en los aspectos más exigentes del programa, son innumerables los trabajos posibles. Aquí, a partir de los datos obtenidos de los catálogos documentados (cúmulos abiertos, por ejemplo) y otros complementarios que pueden utilizarse, (como el de Gaia), son susceptibles de múltiples tareas y ejercicios de análisis con sencillas herramientas con Excel. También puede plantearse la elaboración de mapas de distribución de cúmulos o estrellas seleccionadas.



Distribución de cúmulos abiertos (en coordenadas ecuatoriales). Todos ellos se sitúan en el plano de la galaxia, incluso los que en este mapa no parecen estarlo, lo que plantea el sencillo reto de explicarlo.

5. SISTEMAS PLANETARIOS

INTRODUCCIÓN

El contenido de esta unidad es especialmente indicado para los alumnos de primaria, para los que el conocimiento del Sistema Solar es una materia incluida en el currículo escolar y sencillo en una línea descriptiva. Se presta igualmente a multitud de ejercicios y el material didáctico necesario es variado y está muy desarrollado. También los talleres posibles y disponibles al respecto.

Por otra parte, uno de los campos de la astronomía a los que se dedica desde hace unos años gran atención y recursos es el de los exoplanetas. Hasta hace poco era impensable la observación, e incluso la detección, de planetas más allá de nuestro sistema solar. Pero la progresión instrumental y el desarrollo de los métodos indirectos como los del ‘tránsito’ y/o ‘velocidad radial’, entre otros, han hecho posible el que en estos momentos se conozcan más de 5.000 sistemas planetarios extrasolares, con un número en aumento constante y medios y recursos también crecientes para su investigación, incluidos los telescopios espaciales (Kepler, TESS, James Webb o la futura misión Ariel).

El tema se presta por tanto no sólo para hablar de ciencias planetarias y astrofísica, sino también de la instrumentación astronómica específica, y de astronáutica, dado que una de las imágenes más inmediatas para los escolares es la de los viajes interplanetarios.

Para los alumnos más avanzados, y los de secundaria en general, la posibilidad de profundizar en la materia es clara. Por una parte, los datos disponibles de las misiones a Marte se prestan para trabajos de interés. Por otra, de la mano de la descripción y comprensión de los métodos indirectos de detección de exoplanetas, también es posible trabajar con la información disponible en los catálogos, de fácil acceso, y susceptibles de ser analizados con herramientas sencillas (Excel), de gran interés para acercarse al método científico y muy didácticos.

Hablar de exoplanetas lleva de la mano a otros conceptos muy motivadores, como las ‘zonas de habitabilidad’, que además en sí mismo es sumamente interesante para introducir multitud de temas ligados al medio ambiente, la evolución planetaria, la consciencia de los ecosistemas y nuestro planeta y la obligación de conservarlo.

Desde el punto de vista de la observación en vivo, el acceso a ver exoplanetas a través del telescopio es imposible, por lo que esta sesión debe centrarse en los planetas del sistema solar. Pero también se presentará aquí cómo es posible la detección de exoplanetas por el método indirecto del tránsito con telescopios modestos y qué herramientas y habilidades instrumentales se requieren.

Ideas y conceptos a desarrollar

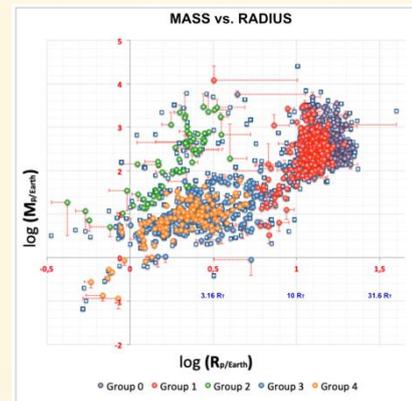
- Si hemos visto que el número de estrellas en el universo es incontable, teniendo en cuenta que es de suponer que una inmensa mayoría de las estrellas tiene asociado un sistema planetario, entendemos que el número de planetas todavía es mucho mayor.
- Podemos decir que nuestro sistema solar es muy bien conocido, aunque cada día es mayor la información que tenemos de los planetas que lo componen, lo que como es natural lleva a nuevas preguntas y la necesidad de seguir investigando.
- Pero aun así el número de planetas del sistema solar es pequeño, lo que debe hacernos pensar que a partir de estos no sabemos todo lo que las ciencias planetarias nos tienen reservado con el creciente número de exoplanetas que se siguen descubriendo cada día. Sin duda iremos aprendiendo más sobre los procesos de formación, los diferentes tipos de planetas y estructuras internas, composición química, atmósferas y otros procesos evolutivos.
- Es importante y divertido conocer bien cómo son los planetas del sistema solar. Hasta la contemplación de las imágenes obtenidas con las sondas espaciales no dejan de asombrarnos y son de gran importancia para estudiarlos.
- Pero en un sistema planetario no sólo hay planetas. También hay satélites, asteroides, cometas y otros cuerpos menores sobre los que también es necesario prestar atención. Además, el medio interplanetario, menos conocido, es de una gran riqueza e importancia.

Recursos en el contexto

- Información sobre el Sistema Solar. No es necesario ser exhaustivos aportando aquí recursos disponibles porque los hay variados en nivel, actuales y rigurosos. A modo de ejemplo, se reseñan algunos contenidos que pueden ser útiles, pero como en las unidades anteriores el docente es libre de utilizar aquellos que considere oportunos.
 - [Astronomía en español](#)
[CESAR Educación Astronómica \(ESA\)](#)
[NASA en español](#)
[Agencia Espacial Europea \(ESA\)](#)
[El sistema solar para niños](#)
[Otros y más ...](#)
[Mercurio y Venus](#)
 - Júpiter para niños [vídeo](#)
Saturno para niños [vídeo](#)
 - El sistema solar ampliado
[Datos y enlaces](#)
 - Cómo descubrir exoplanetas
[ESERO Spain \(ESA\)](#)
 - Misiones Kepler y K2 (NASA)
[recursos](#)
-
- [para secundaria](#)
- El telescopio espacial Kepler
[Wikipedia doc](#)
 - Recursos Exoplanet.eu
[catálogos, diagramas, teoría, bibliografía, etc., ...](#)
 - Planetary Habitability Laboratory
[criterios de habitabilidad](#)

- Cuando hablamos de exoplanetas debemos saber que hasta hace apenas 20 o 30 años no se creía posible detectarlos, ni siquiera era evidente que otras estrellas, aparte del Sol, pudieran albergarlos.
- Hoy día es relativamente fácil descubrir planetas extrasolares, pero lo que hemos aprendido de las técnicas de detección es que es necesario ser muy meticulosos y pacientes con las observaciones que lo hacen posible.
- El ser humano es ‘explorador’ por naturaleza y, aunque los viajes interplanetarios y, más aún, la colonización de otros mundos está muy lejos todavía, el conocimiento sobre estos mundos es una aventura en sí misma maravillosa.

- Planetas rocosos (tipo Tierra), gaseosos (tipo Neptuno), gigantes gaseosos (t. Júpiter)



- **ExoClock**
[proyecto preparatorio de la misión Ariel \(ESA\) – tránsitos de exoplanetas – programa colaborativo](#)

Comentarios.-

Como en unidades anteriores, aquí se plantean unos contenidos amplios sin pretensión de que deban ser desarrollados en su totalidad. Son más bien un conjunto de conocimientos y recursos sobre los que hacer una selección en función del nivel de profundidad que pueda asignarse a esta temática.

Los objetivos mínimos son la adquisición de conocimientos básicos sobre las ciencias planetarias, que en el caso del sistema solar pueden ser más exhaustivos, y que en el caso de los exoplanetas pueden reducirse a una comprensión introductoria acerca de las técnicas de detección más exitosas: tránsitos y velocidad radial.

Para los alumnos avanzados y de secundaria debería llegarse hasta el nivel de que estos sean capaces de manejar algunos datos del catálogo ‘exoplanet.eu’ y generar con estos algún tipo de análisis con sus gráficas correspondientes (puede hacerse con Excel). Un ejercicio sencillo es clasificar, a partir del fichero completo, el número de exoplanetas confirmados por el método de detección, el año de descubrimiento, o bien generar un mapa por distancias de las estrellas anfitrionas a la Tierra o su posición en el cielo. Puede utilizarse igualmente un fichero más completo en datos para esto: el [Planetary Systems Composite Data](#) de NASA.

PLANETAS EN VIVO

En esta sesión se prestará especial atención a los planetas del sistema solar que estén accesibles en el cielo en función de la fecha/hora de la observación. En el caso de que esta circunstancia no sea favorable para Júpiter y Saturno, los dos fundamentales actores junto con sus lunas, se hará uso de imágenes tomadas con anterioridad. Otro de los objetivos prioritarios en esta sesión es la Luna y, de darse el caso, cualquier cometa u otro fenómeno (como una conjunción planetaria, una ocultación estelar por un asteroide, ...) que coincida en la fecha/hora de la observación.

También se observarán estrellas anfitrionas de sistemas planetarios conocidos, y ahí se pondrán de manifiesto las dificultades inherentes para la observación directa de los planetas, razón por la que las técnicas de detección son mayoritariamente los métodos indirectos.

Se explica igualmente como se hace la observación de un tránsito y, dado que la observación real de uno de estos procesos suele tener una duración de tres o cuatro horas y requiere un análisis fotométrico preciso a posteriori, se muestran aquí también los resultados de tránsitos ya realizados.

La observación planetaria es diferente a la observación de objetos lejanos y del cielo profundo. Se aprovecha esta sesión para explicar estas diferencias y cómo preparar los instrumentos de observación en cada caso.

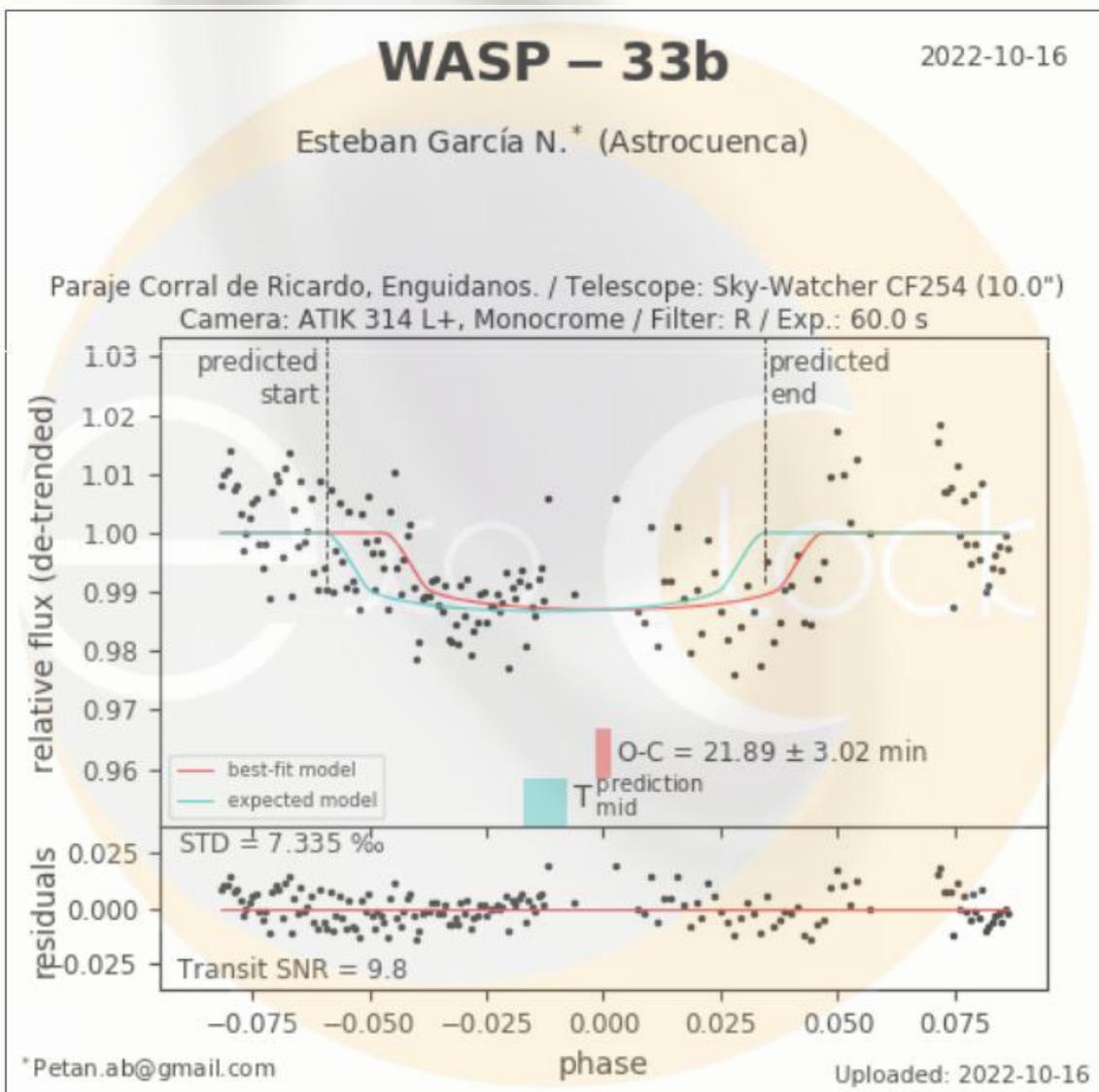


A la izquierda, Júpiter – imagen capturada por Juan José Fernández (AstroCuenca). A la derecha, Saturno – imagen de Enrique Fernández (AstroCuenca).

CONSOLIDACIÓN Y RESULTADOS

Los ejercicios a plantear en esta unidad estarán a criterio del profesor, ajustándose a los contenidos y profundidad con que se haya llevado a cabo su desarrollo.

Siguen siendo de aplicación la descripción detallada de la experiencia por parte de los alumnos y la fotografía que, en este caso, puede tener como objetivos la Luna y los planetas visibles, (Venus, Marte, Júpiter y Saturno).



Tránsito del exoplaneta WASP-33b registrado el 16 de octubre de 2022 por Esteban García (AstroCuenca).

6. GALAXIAS

INTRODUCCIÓN

En esta unidad temática hablaremos de galaxias. Las galaxias están, sin duda, entre los objetos más bellos que pueden contemplarse a través de un telescopio.

Desde el punto de vista astronómico también tienen una relevancia especial. Si decíamos que las estrellas son los átomos del universo, las galaxias son los cuerpos que estos átomos forman. Salvo las estrellas errantes, que por algún tipo de interacción han sido expulsadas del seno de su galaxia, todas las estrellas están formando parte de las galaxias, ligadas en estas gigantescas estructuras por las fuerzas gravitatorias.

Las galaxias son grandes. Conviene hacer aquí un esfuerzo por comprender las escalas de espacio y tiempo en las que se desarrollan. Además, tienen su propia dinámica. El estudio de las galaxias ya nos abre la puerta para otro tipo de consideraciones que nos llevarán directamente a la cosmología, esto es, a plantear el universo en su conjunto, su origen y evolución. En principio, la cosmología no será objeto de tratamiento en este programa, pero los diferentes temas tratados si están preparando a los alumnos en esta dirección a partir de los conocimientos adquiridos y, como es lógico, por la curiosidad y motivaciones despertadas.

La mejor manera de introducirse en el contenido de esta unidad es empezando por una descripción detallada de nuestra propia galaxia, la Vía Láctea, que aunque resulte paradójico es la única que no podemos ver como tal, ya que nuevamente ‘los árboles no dejan ver el bosque’, de manera que también aquí la astronomía revela una vez más su secreto de cómo imponerse a las dificultades para conocer.

Nuestra galaxia, que es como un disco plano con brazos desarrollados en espiral desde su centro, está compuesta por unos 200.000 millones de estrellas y su diámetro puede ser de unos 100.000 años-luz. Pero aquí también ocurre como en el sistema solar: los dominios del sol llegan más allá de las órbitas de los planetas más lejanos, e incluso más lejos de la nube de Oort hasta los límites de la heliopausa. En el caso de nuestra galaxia, como en el resto, su zona de influencia, que incluye la materia oscura que la envuelve, se extiende presumiblemente hasta más allá de un millón de años-luz.

Las galaxias no sólo tienen su propia dinámica interna. También interaccionan y evolucionan con otras galaxias próximas. El resultado de estas ‘colisiones galácticas’ son a su vez sorprendentes formas de galaxias irregulares con puentes y colas de marea que hacen de su contemplación un verdadero espectáculo. La ‘vecina’ grande más próxima es la galaxia de Andrómeda, a 2.5 millones de años-luz. La interacción con ella ya ha comenzado y se estima que en unos 4.000 millones de años ambas, juntas, formen una nueva y gigantesca galaxia.

Ideas y conceptos a desarrollar

- Las galaxias adoptan formas variadas, pero pueden clasificarse en pocos tipos según su morfología: galaxias espirales, elípticas, lenticulares y otras con formas irregulares (galaxias peculiares), cuya estructura se puede explicar en base a interacciones con otras galaxias próximas.
- Las galaxias, en general están formadas por cientos de miles de millones de estrellas. También contienen ingentes nubes de gas y polvo interestelar, que es material a partir del cual se forman nuevas estrellas dentro de las galaxias.
- Todos los objetos cósmicos que conocemos se encuentran en las galaxias. Además de la estrellas, también hay agujeros negros, cuásares, estrellas de neutrones, cúmulos estelares, nebulosas, etc.,
- El estudio de las galaxias aporta información acerca de la evolución del universo y las fuerzas que lo gobiernan.
- La dinámica galáctica ha permitido conocer la existencia de la materia oscura.
- En general, todas las galaxias se alejan unas de otras. Esto permite conjeturar también la existencia de la ‘energía oscura’, y la tasa de alejamiento nos sirve igualmente para estimar la distancia a las galaxias más lejanas conocidas.
- Sólo las galaxias próximas entre sí pueden acercarse e incluso fusionarse. Estos procesos, frecuentes, ‘engordan’ y revitalizan las galaxias más grandes.

Recursos en el contexto

- **La Vía Láctea, nuestra galaxia.**
[información](#)
[vídeo](#)
- **La Vía Láctea para niños**
[Recursos y vídeos](#)
[ESA Kids](#)
[Space Place \(NASA Ciencia\)](#)
- **Otras galaxias**
[Andrómeda](#)
[más allá de la Vía Láctea](#)
[formación, tipos, composición ...](#)
- **Galaxias irregulares**
[información](#)
[el catálogo ARP - galaxias peculiares](#)



NGC 4676 – ARP 242
galaxia de Los ratones

En esta unidad es aconsejable dar más importancia a los aspectos gráficos y visuales que despierten el asombro sobre la grandiosidad del universo.

Es por tanto una unidad más relajada que las anteriores y los objetivos pueden centrarse en un conocimiento descriptivo de conceptos y terminología basándose en la propia morfología de las estructuras galácticas.

Conviene seguir poniendo el acento en hacer intuitivas las escalas de espacio y tiempo cósmicas.

GALAXIAS EN VIVO

La sesión de observación se centra con esta temática exclusivamente en la observación de galaxias. Se hace un recorrido por varias galaxias, escogidas según diferentes morfologías.

Dado que estamos hablando de objetos del cielo profundo, muchos de estos objetos son débiles y las dificultades instrumentales para obtener buenas imágenes conllevan, en muchos casos, tiempos de exposición elevados. Incluso se hace necesario para algunos de ellos apilar varias capturas.

En la observación en vivo se intentará evitar esta circunstancia, que haría la sesión un tanto tediosa para los más pequeños, pero los tiempos largos de espera se pueden amenizar con la presentación de imágenes ya capturadas y procesadas previamente.

De igual manera, las capturas originales serán ofrecidas al alumnado más avanzado para que intenten sus propios procesos de apilamiento y procesado.

Durante la sesión se explica detalladamente las características de las galaxias observadas, así como de las dificultades instrumentales para su observación.

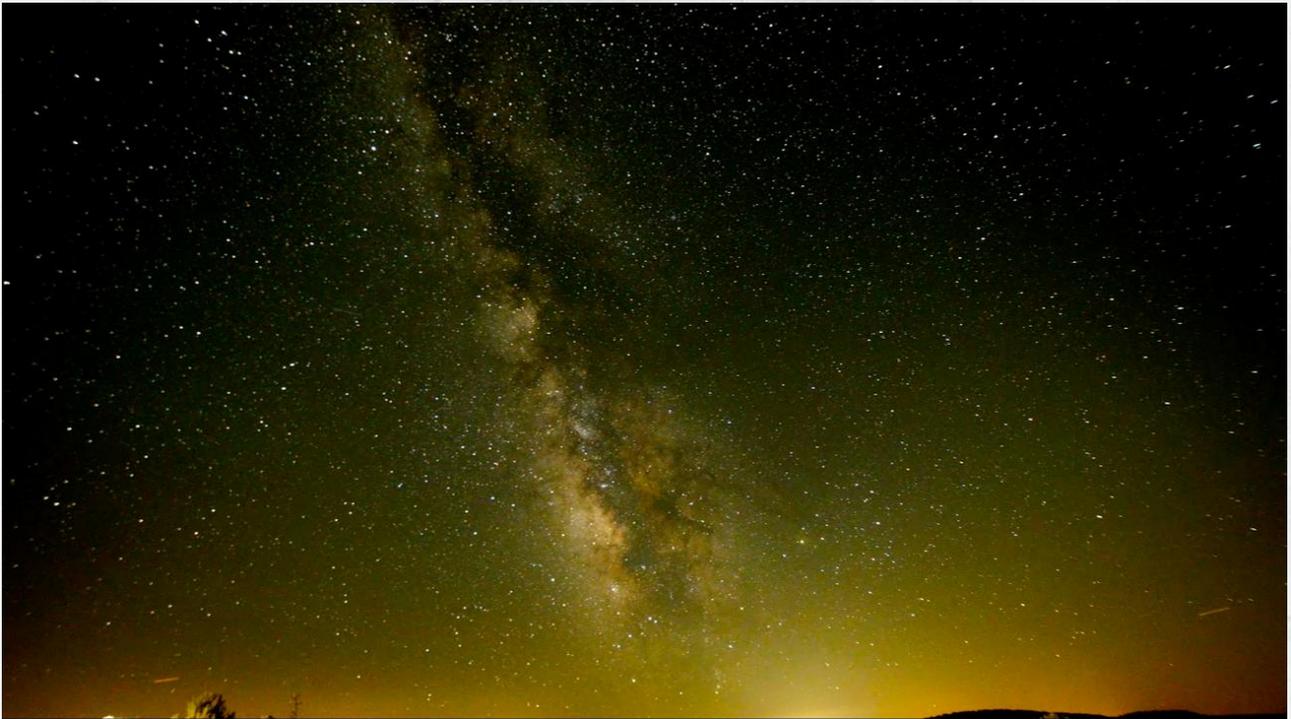


Galaxia M33 – galaxia del Triángulo – imagen por Esteban García (AstroCuenca)

CONSOLIDACIÓN Y RESULTADOS

Esta unidad debe servir para intentar la contemplación de la Vía Láctea a simple vista, eligiendo para ello una ubicación idónea alejada de núcleos urbanos. Debe propiciarse igualmente la realización de fotografías de la misma sin ayuda de telescopios. Un buen reto, igualmente, es la localización y observación a ojo desnudo de la galaxia M31, (Andrómeda).

Si se dispone de telescopios de campo, la actividad con los mismos debería incluir la observación de algunas galaxias fáciles de ver, (M81, M51, ...), y Andrómeda, por supuesto.



Fotografía de la Vía Láctea desde Vega del Codorno (Cuenca) - por Esteban Donate (AstroCuenca). Son visibles en esta imagen los efectos de la contaminación lumínica, (hasta unos 10° sobre el horizonte), producidos por la iluminación de las ciudades de Valencia, a la izquierda, y Cuenca más a la derecha (a 200 km y 50 km de distancia respectivamente)

7. NEBULOSAS Y OBJETOS DIFUSOS

INTRODUCCIÓN

El medio interestelar, a pesar de que solemos considerarlo como ‘el vacío del espacio’, es rico y variado. Además la radiación, tanto electromagnética (fotones), como de partículas cargadas (radiación cósmica), también contiene inmensas nubes de gas molecular.

En unos casos son nubes remanentes del universo original (básicamente hidrógeno) que todavía no han colapsado para formar estrellas, y en otros son resultado de atmósferas estelares resultado de las explosiones que se producen cuando mueren las estrellas más masivas, o de otros fenómenos violentos en el interior de las galaxias.

Estas últimas son ricas en elementos pesados y cuando se incorporan a estrellas que nacen a partir de ellas, enriquecen su medio, sus sistemas planetarios y hacen posible la vida entre otras cosas.

Las nebulosas, nombre con el que se conoce a estas nubes, son objetos difusos y extensos, (de ahí su nombre), y unas veces emiten luz propia al ser calentadas por la radiación de estrellas próximas, (nebulosas de emisión). Otras simplemente reflejan la luz de estas estrellas, (nebulosas de reflexión). Y en otras ocasiones son oscuras nubes de gas que apantallan y ocultan la luz de los objetos que hay detrás, (nebulosas de absorción).

En todos los casos, además de ser objetos que nos deleitan observándolos, su estudio es importante para la astrofísica porque revelan los procesos físicos que las han originado, así como la naturaleza de sus respectivas composiciones químicas a través del análisis de sus colores y espectros.

Son objetos muy agradecidos para ser observados por el telescopio y, tal vez, los preferidos de los astrofotógrafos. Todos hemos oído hablar de la nebulosa de Orión, o de la nebulosa del Águila, o de la del Velo, Cabeza de Caballo o los Pilares de la Tierra.

También nos debe sonar el término ‘nebulosa planetaria’ por recordar en su forma lo que sería un sistema planetario en torno a un residuo estelar, aunque realmente nada tienen que ver con los planetas, sino que son capas de gas, normalmente con estructura esférica, resultado de las atmósferas estelares expulsadas al medio interestelar a la muerte de estas estrellas tras una explosión de ‘nova’ o de supernova.

En esta unidad nos centraremos en ellas, advirtiendo desde ahora mismo que las hay en todas las galaxias, pero que nuestra capacidad instrumental de observación sólo nos permite ver las más próximas dentro nuestra Vía Láctea.

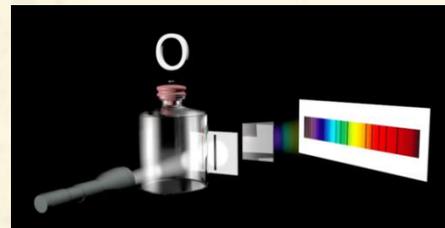
Ideas y conceptos a desarrollar

- Las nebulosas, en todas sus manifestaciones, son de los objetos más sorprendentes y bellos que se pueden contemplar en el firmamento, como las galaxias. Pero a diferencia de éstas, las nebulosas presentan una inmensa gama de formas y colores.
- Al margen de lo atractivo que puedan resultar, su observación y estudio proporciona una valiosa información acerca de los procesos físicos que las originan y que siguen produciéndose en el medio interestelar que ocupan.
- Esta información se obtiene básicamente a partir del análisis de su luz mediante la espectroscopía.
- Esta técnica empezó a aplicarse a finales del siglo XIX y, a partir de ella, se descubrieron elementos químicos que todavía no se conocían en la Tierra, como el helio.
- Junto con la fotometría es una de las ramas de la instrumentación astronómica más importantes para los astrónomos.
- Aplicada a las nebulosas nos permite saber acerca de su composición química y, también, temperatura, la fuente de la energía que las ilumina y sus movimiento propios.
- Para hacer espectroscopía sobre los objetos del firmamento es preciso hacer pasar la luz que captan los telescopios por redes de difracción.

Recursos en el contexto

- **Nebulosas (4K)**
[vídeo \(Sci Media\)](#)
[vídeo \(nebulosas a través del HST\)](#)
- **Astrofotografía de nebulosas**
[vídeo la nebulosa de Orión](#)
- **Tipos de nebulosas**
[La Pizarra del Cosmos](#)
[Un Viaje al Espacio](#)
[catálogo de imágenes](#)
- **La huella química de los elementos**
[espectroscopía](#)
[espectroscopía para niños](#)
[los espectros en astronomía](#)
[espectros continuos y discretos](#)
[espectroscopía Doppler](#)

[historia y fundamentos](#)



- [Información avanzada](#)

Los objetivos para esta unidad son básicamente informativos, pero es un buen momento para practicar astrofotografía y, muy recomendable, continuar con las prácticas de dibujo astronómico.

Por otra parte hay [redes de difracción](#) sencillas que pueden utilizarse para analizar luz de diferentes fuentes.

NEBULOSAS EN VIVO

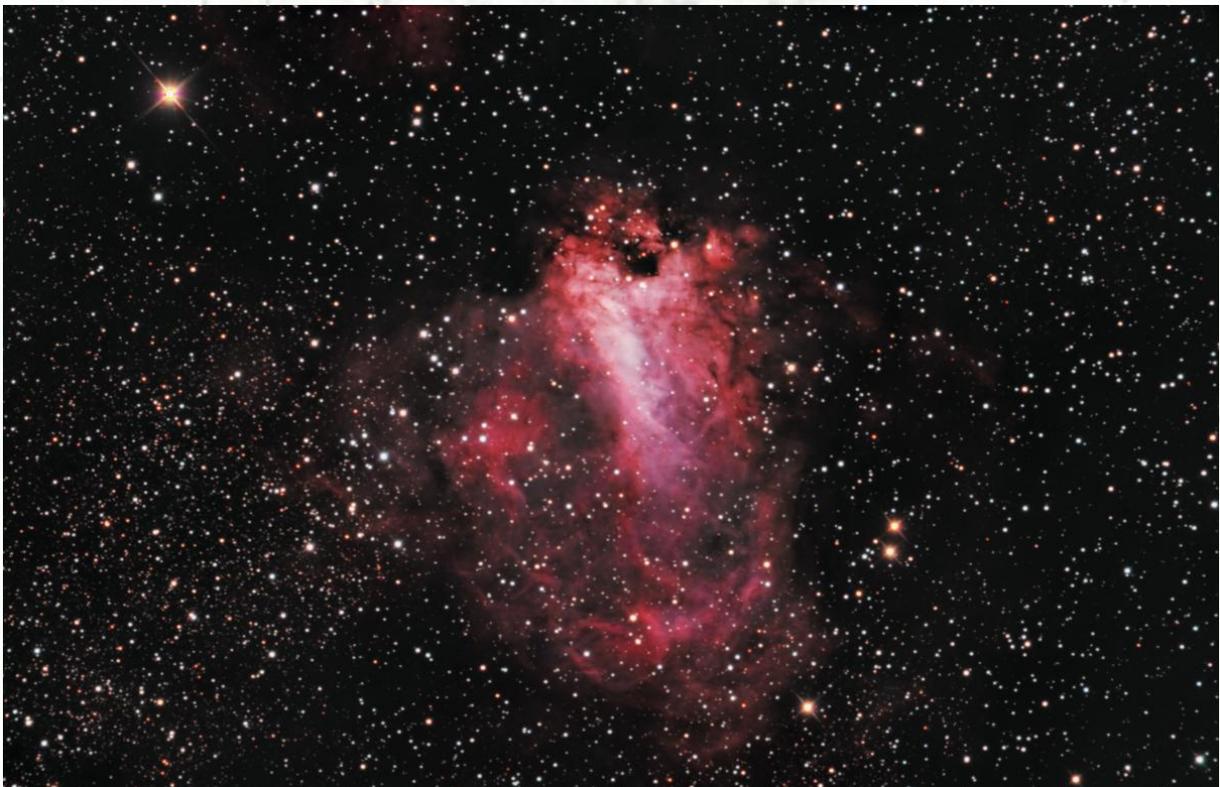
La observación en vivo a través del telescopio remoto recorre en esta sesión unas cuantas nebulosas del cielo nocturno.

Cada época del año nos deja accesibles algunas de ellas y no disponibles otras tantas. Pero su número, variedad y belleza es tan rica que siempre habrá objetivos al alcance.

Al hilo de su observación se destacarán sus características más importantes y las imágenes capturadas estarán disponibles, como en el resto de las unidades didácticas, para que los alumnos puedan enriquecer sus trabajos.

Evidentemente no se pretende obtener espectros en estas sesiones, pero también la información que brindan los colores, que además puede ser resaltada utilizando diferentes filtros, es suficientemente interesante como para aportar detalles de gran valor científico.

La naturaleza de estas imágenes tiene un especial carácter motivador para iniciarse en la astrofotografía, pero además se presta muy bien para seguir desarrollando las habilidades en el dibujo astronómico.



M17 –imagen procesada por Esteban García (AstroCuenca) – captura con el telescopio del observatorio de Vega del Codorno el 26.08.2022

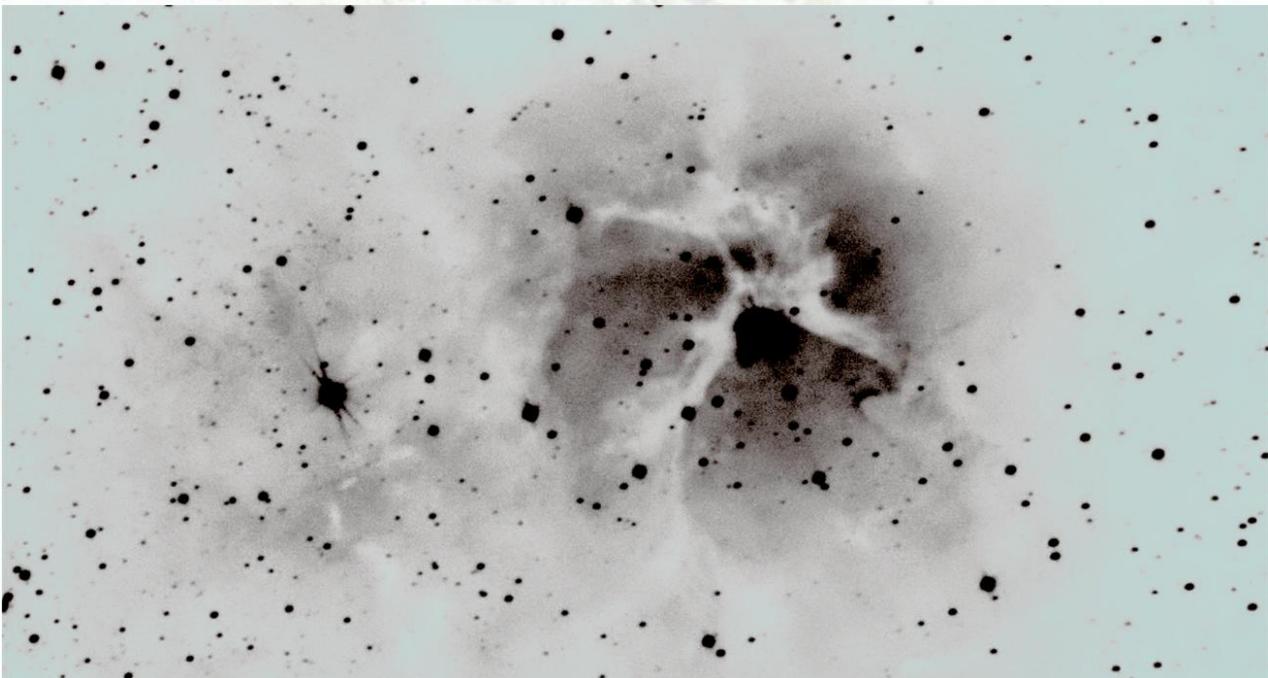
CONSOLIDACIÓN Y RESULTADOS

Los ejercicios a desarrollar en esta unidad, además de los habituales de composición de una narración sobre la experiencia y la incorporación a la misma de imágenes y dibujos, puede contemplar, especialmente para los alumnos de secundaria, un mayor desarrollo vinculado a la espectroscopía, tanto aquellos que demuestren una buena comprensión de la materia, como de recopilación de información adicional.

La extrapolación de la técnica espectroscópica a los objetos de las anteriores unidades didácticas, estrellas, galaxias, etc., ... es procedente y aconsejable.

Todas las unidades tratadas hasta aquí son susceptibles también de incorporar áreas específicas de la historia de la ciencia y, en especial, de la astronomía. Esto también pueden hacerlo los alumnos de menor edad.

Si se llega a disponer de las redes de difracción comentadas anteriormente (pág. 34), es interesante hacer fotografías (con el móvil acoplado convenientemente a la diapositiva) del sol, luna y, también, de diferentes luminarias del alumbrado público.



Nebulosa Trífida – Observatorio de Vega del Codorno.

8. OTROS OBJETOS Y TEMAS DE INTERÉS

INTRODUCCIÓN

Esta unidad rompe de alguna manera la secuencia temática seguida hasta aquí. Está pensada como complemento a las anteriores y para ser organizada una vez que el seguimiento y evaluación de las unidades previas ya se ha realizado.

El objetivo es que esta parte sirva para incidir en aquellos puntos que, después de su aplicación, hayan quedado más débiles, o bien que se haya puesto de manifiesto un mayor interés por parte de los propios escolares en profundizar en uno o varios de los contenidos ya desarrollados.

Se trata por tanto de un espacio de trabajo inicialmente abierto y a ser rellenado de común acuerdo con los docentes implicados tras el necesario *feedback* del programa establecido.

No obstante se ofrece una propuesta que, sin perjuicio de lo anterior, es aplicable a los alumnos de mayor nivel que hayan seguido el proyecto con aprovechamiento y tengan interés en ampliar su formación en astronomía observacional.

Las áreas de ampliación propuestas son:

- Astrofotografía
- Registros fotométricos sobre tránsitos de exoplanetas
- Registro de ocultaciones estelares por asteroides y TNOs
- Estudio de estrellas dobles por ocultaciones lunares

El trabajo en estos temas seguramente puede necesitar una monitorización directa por parte de personas con cierta experiencia en los mismos. Son campos que forman parte de proyectos en los que AstroCuenca está directamente implicada y, por tanto, puede actuar como contacto directo dirigiendo y supervisando a los alumnos interesados, que pasarían a formar parte como 'iniciandos' en los propios equipos de trabajo de AstroCuenca, donde tendrían un monitor dedicado como responsable de la formación.

El programa propuesto se sale ya del ámbito estricto del aula y se inscribe en el actividades extraescolares de alto valor formativo.

El marco temporal de esta colaboración directa no se circunscribe a la duración del curso escolar sino que tendría vigencia mientras sea eficaz y el interés en el mismo por los alumnos participantes sea manifiesto.

Ideas y conceptos a desarrollar

- Astrofotografía. Desde el ámbito profesional de la astronomía siempre se ha considerado la astrofotografía como un ‘arte menor’ sin valor científico. Es cierto que una imagen de cualquier objeto del cosmos, por espectacular que sea, no es lo más apropiado para hacer investigación, pero el desarrollo de las capacidades instrumentales que los astrofotógrafos realizan y el conocimiento que de ello se deriva son fundamentales para las colaboraciones proam y cada vez es mayor el reconocimiento y valor que los profesionales otorgan a los buenos astrofotógrafos.
- Fotometría de tránsitos. Registrar tránsitos de exoplanetas no es fácil. Aunque ya se ha puesto de manifiesto que en muchos casos puede hacerse con equipos modestos, (algo impensable hasta hace muy poco), la práctica en sí misma exige rigor y experiencia. La fotometría realizada debe ser capaz de detectar variaciones de brillo del orden de milésimas de magnitud. Estos trabajos son de gran valor para la investigación.
- Ocultaciones estelares. Con frecuencia se producen ocultaciones estelares por asteroides y Objetos Tras-Neptunianos (TNO). El registro de estos sucesos cuando se hace de manera coordinada con otros observadores, donde es fundamental el sincronismo temporal, aporta una valiosa información sobre las órbitas de estos objetos e incluso de su morfología.

Recursos en el contexto

- Astrofotografía
 Equipamiento instrumental
 Reducción y calibración de imágenes
 Software necesario
 Apilados
 Edición y procesado final
- Fotometría de tránsitos
[proyecto ExoClock](#)
[efemérides](#)
[procesado](#)
- Ocultaciones estelares
[presentación](#)
- Estrellas dobles
[proyecto OLED](#)

Como ya se ha avanzado, estos proyectos se llevarían a cabo bajo la tutoría y supervisión directa del equipo de AstroCuenca, que aportaría en cada momento el soporte necesario.

- Estrellas dobles. La combinación del rigor y experiencia necesarios en los dos proyectos anteriores puede aplicarse aquí para el estudio de estrellas dobles poco conocidas, e incluso desconocidas por completo. Éste es otro proyecto muy interesante.

SESIÓN EN VIVO

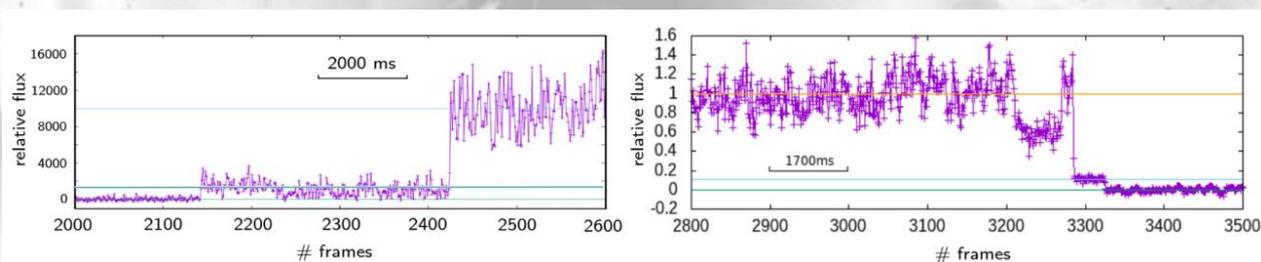
En esta unidad los objetos de interés para la observación en tiempo real y los contenidos a desarrollar se definen, según se ha comentado, en función de las propuestas derivadas de la evaluación y feedback de las unidades anteriores.

Para los temas de ampliación propuestos para alumnos avanzados, la programación de observaciones se escapa de esta cita y tiene su propio hilo de desarrollo continuado.

CONSOLIDACIÓN Y RESULTADOS

De igual manera, las tareas y ejercicios posibles en esta última unidad pueden ser ampliación de otras ya realizadas o que hayan sido pasadas por alto en unidades anteriores.

En cualquier caso, llegados aquí, es importante hacer algún esfuerzo en valorar el proyecto en su conjunto y proponer mejoras posibles. Esta tarea es fundamentalmente algo a realizar por los profesores que hayan participado, pero recogiendo también las aportaciones y sugerencias de los propios alumnos.



Curvas de luz de ocultaciones de estrellas dobles. A la izquierda una emersión (observación realizada por Rosendo Jorba, AAM), y a la derecha una inmersión (observación realizada por Enrique Velasco, AAM)

TALLERES

Se ofrece aquí un módulo adicional de recursos que puede ser objeto de ‘talleres’ relacionados. Este módulo puede ser desarrollado de manera complementaria al programa de unidades didácticas presentado, o con independencia del mismo.

Estas unidades, en formato taller, han sido programadas y desarrolladas por **ESERO Spain**, División Educativa de la Agencia Espacial Europea (**ESA**), y puede accederse a las mismas a través de su website: <https://esero.es>

No obstante y para mayor comodidad se adjunta enlace a un fichero .zip donde se han empaquetado separadas por los niveles de *primaria* y *secundaria*:

<https://astrocuenca.es/web/docs/Talleres ESERO-Spain.zip> (300 MB)

Los talleres responden a las siguientes áreas temáticas, tanto en primaria como en secundaria:

- Exploración espacial
- Ingeniería de aeronaves
- Investigación planetaria
- Observación de la Tierra

Para secundaria se incluye un taller basado en la utilización de Raspberry Pi que también puede ser de interés.

Se adjuntan igualmente una serie de vídeos complementarios para introducir cada uno de los temas:

ESERO Spain – Recursos Educativos - Vídeos

PRIMARIA

- Exploración espacial

Misión en la Luna

<https://www.youtube.com/watch?v=YcQ-rq9B4xo>

Encuentra agua en la Luna

<https://www.youtube.com/watch?v=wHJ3F7elxEM>

Mano biónica

<https://www.youtube.com/watch?v=phY6pTL5mqw>

Brazo Robótico

<https://www.youtube.com/watch?v=phY6pTL5mqw>

La constitución lunar

<https://www.youtube.com/watch?v=l5V2tcg1BvQ>

Refugio lunar

<https://www.youtube.com/watch?v=EjOgdBm1dqg>

- Ingeniería de Astronaves

Materiales para naves espaciales

<https://www.youtube.com/watch?v=2aXl9ltXbnA>

https://www.youtube.com/watch?v=FQx3_ds73So

Lanzamiento de cohetes (3D)

- Investigación planetaria

El sistema solar

<https://www.youtube.com/watch?v=vQlsQK4m7Qk>

Comunicación interplanetaria

<https://www.youtube.com/watch?v=FoiwTxWkMdo>

En la zona de Ricitos de Oro

<https://www.youtube.com/watch?v=cB3aF47Aoxs>

<https://www.youtube.com/watch?v=OECXBjelfKs>

- Observación de la Tierra

Un año en la Tierra

<https://www.youtube.com/watch?v=soQ5MN0nuMg>

La Tierra a cubierto

<https://www.youtube.com/watch?v=0lYozXSfHDs>

SECUNDARIA

- Exploración espacial

Aprovecha la energía del agua

<https://www.youtube.com/watch?v=FB73Pfg1EQ>

Extrae agua del suelo lunar

<https://www.youtube.com/watch?v=wHJ3F7eIxEM>

El poder de la luz del sol

<https://www.youtube.com/watch?v=nI8JZwRyfuQ>

Aterrizaje en la Luna

<https://www.youtube.com/watch?v=njyugx3iOoU>

■ Ingeniería de aeronaves

Botella a reacción

https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Whoosh_bottle_applying_newton_s_laws_to_rockets_Teach_with_space_P01

Mini botella a reacción

https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Mini-whoosh_bottle_using_rockets_to_understand_combustion_reactions_Teach_with_space_c01

Newton en el espacio

<https://www.youtube.com/watch?v=xO70CCH68t8>

<https://www.youtube.com/watch?v=-gAMZbeL2ts>

3, 2, 1, ¡despegamos!

<https://www.youtube.com/watch?v=mQIXpoczN4I>

La aleación perfecta

<https://www.youtube.com/watch?v=2aXI9ItXbnA>

https://www.youtube.com/watch?v=FQx3_ds73So

■ Investigación planetaria

Elipses fabulosas

https://www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Marble-ous_ellipses_-_speed_and_time_of_orbiting_bodies_Teach_with_space_P02

Pelotas baricéntricas

<https://www.youtube.com/watch?v=RudB-LLPaG4>

<https://www.youtube.com/watch?v=ZwBg4d7Wx1s>

■ Observación de la Tierra

Obtención de una cámara web infrarroja

<https://www.youtube.com/watch?v=zCJsrh51Ac4>

AGRADECIMIENTOS Y CRÉDITOS

El material didáctico presentado en este documento de forma estructurada responde a la recopilación de distintas experiencias ya testadas en mayor o menor grado por AstroCuenca, tanto en formatos dirigidos a público diverso como a grupos con intereses específicos y otros programas formativos también desarrollados por AstroCuenca durante 23 años de historia acumulados.

[AstroCuenca](#) es una Asociación Cultural de ámbito nacional, fundada en 1999 y con el nº 165579 del Registro Nacional de Asociaciones.

En sus Estatutos se contempla el desarrollo y promoción de actividades propias de la astronomía amateur como la divulgación astronómica, la formación en este ámbito, la colaboración con entidades afines para trabajos y proyectos Pro-Am, presentación de comunicaciones en congresos, y todas las que tengan relación con la astronomía y ciencias afines que desde la Asociación puedan ser atendidas.

AstroCuenca es Socio Fundador de la Federación de Asociaciones Astronómicas de España, en cuya gestión colabora activamente.

AstroCuenca se encuentra en el catálogo nacional de entidades promotoras de Turismo Científico promovido por la Fundación Descubre de la Junta de Andalucía con el respaldo de la FECYT.

Entre sus miembros hay personas cualificadas para la formación y divulgación en el ámbito de la astronomía y en las técnicas instrumentales propias de la misma.

