

económica de hacerlo es con una cubeta de agua y un espejo, con lo cual pueden proyectarse los colores del espectro en una pared blanca. Los alumnos pueden describir los colores e investigar a qué longitud de onda y frecuencia de la región visible del espectro corresponden.

2. Luz infrarroja y ultravioleta: la radiación electromagnética existe por arriba y por debajo de la fracción visible. Para poner en evidencia la existencia de los rayos infrarrojos puede realizarse el experimento de Herschel. Se necesita un prisma, una fuente de luz, tres termómetros, papel y lápiz. Para hacerlo hay que generar primero un espectro con el prisma. Colocar los termómetros en diferentes puntos del espectro, uno en el violeta, otro en el centro y otro justo por debajo de la zona roja. Dejar los termómetros en el espectro por lo menos 5 minutos, moviéndolos de acuerdo con la posición del Sol, con cuidado. Los cambios de temperatura pueden ser muy sutiles, por lo que la observación debe ser minuciosa. ¿Qué se concluye de este experimento?

Para poner en evidencia la luz ultravioleta a partir del espectro visible, Johann Ritter realizó en 1801 un experimento basado en el revelado de una placa fotográfica de cloruro de plata, la cual se descompone en presencia de luz. ¿Qué pudo haber encontrado Ritter con su experimento? Los alumnos pueden investigar más sobre cómo lo hizo y la forma de reproducirlo en clase.

3. Investigar qué es el diagrama de Hertzsprung-Russell y cómo ayuda a estudiar los diferentes tipos de estrellas que existen, de acuerdo con la relación entre el brillo o magnitud de una estrella, su temperatura y finalmente su masa. Si se observa una flama en un cuarto oscuro, ¿qué colores se perciben? La flama tiene diferentes colores y temperaturas asociadas que se pueden investigar. ¿Cuál es la relación entre este hecho y el diagrama HR?

V. Bibliografía

Burgos, Estrella, *El naturalista de los cielos*, William Herschel, Pangea, México, 1993.

De la Herrán, José (compilador) *México y la Astronomía*, ADN Editores, México, 1994.

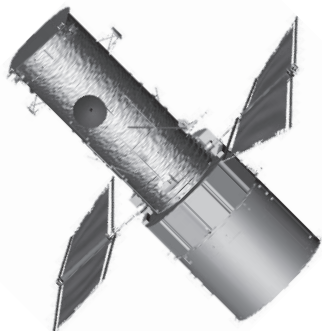
Fierro, Julieta, *El Universo*, Serie Tercer Milenio, CONACULTA, México, 1998.

Buffer, Trinklein and Bunge, *An introduction to Astronomy*, Holt, Rinehart and Winston Inc., Nueva York, 1967.

NASA, *Astro-1, Teacher's Guide*, Estados Unidos, enero 1990.

Noreña, Francisco, *Física de emergencia*, Pangea, México, 1995.

Esperamos sus comentarios y sugerencias. Pueden enviarlas con atención a: Rosa María Catalá, Subdirectora de Educación no Formal, Casita de la Ciencia, edificio anexo *Univsum*, Teléfono y fax (5) 655-15-52, correo electrónico: catalarm@servidor.unam.mx.



Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.

El Universo del Telescopio Espacial Hubble



De: Julieta Fierro

(No. 5, p. 22)

Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, de modo que se adapte a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso "broche de oro" para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

I. Relación de la temática con los programas de bachillerato de la UNAM

Sistema ENP

Física III: Unidad IV "Fenómenos luminosos"; Unidad V "Partículas elementales y cosmología".

Física IV (Área I): Unidad IV "Ondas electromagnéticas".

Física IV (Área II): Unidad III "Óptica y acústica".

Sistema CCH

Física I: Unidad IV "Estructura de la materia y energía en el Universo".

Física II: Unidad VIII "Física y tecnología contemporáneas".

Física IV: Unidad IV "Sistemas ópticos".

II. Una invitación al estudio de la astronomía

La observación de las estrellas por los seres humanos coincide prácticamente con la aparición de nuestros primeros ancestros y su largo peregrinar por la Tierra. Además de estimular la imaginación e inspirar canciones y poesías, las estrellas han significado una fuente muy importante de avance para la civilización. Los agricultores han sembrado y cosechado por siglos y milenios guiados por las fases de la Luna y la posición de los cuerpos celestes. Los exploradores trazaron sus rutas a través de desiertos, bosques y océanos con la ayuda de las estrellas. Aquellos que alguna vez las observaron y estudiaron con mayor detenimiento fueron, por largos periodos de

la historia, tachados de hechiceros o magos. Hoy sabemos que se trataba de sabios en búsqueda de conocimientos sobre los fascinantes cuerpos celestes, personajes que se percataban de los sutiles cambios y escudriñaban la remota belleza del paisaje nocturno. Hoy mismo, la astronomía combina lo práctico y lo romántico, lo comprensible y lo misterioso del Universo.

Prácticamente todas las culturas han estudiado los cielos. Los babilonios fueron los primeros en agrupar las estrellas en constelaciones; los caldeos y egipcios usaron las observaciones astronómicas para calcular la duración de un año; los griegos determinaron la circunferencia de la Tierra y catalogaron 1,080 estrellas. En el territorio de lo que ahora es México, la cultura olmeca estableció, un milenio antes de Cristo, los principios calendárico-astronómicos que regirían posteriormente a las demás culturas de Mesoamérica, como la maya, la zapoteca y la teotihuacana.

Durante la Edad Media, en Europa, la astronomía continuó como una ciencia viva a través de los árabes, quienes tradujeron y preservaron el trabajo de los griegos y mejoraron los instrumentos astronómicos. Con base en el trabajo de Copérnico, en 1596, Kepler calculó el movimiento de los planetas y comprobó que éstos giran alrededor del Sol. En el siglo XVII, con el uso de un telescopio primitivo, Galileo dio el primer gran salto de la historia reciente en el avance de la astronomía: la observación del cielo nocturno auxiliada por instrumentos, lo cual dio oportunidad de estudiar el Universo bajo otra perspectiva.

Los astrónomos actuales usan telescopios gigantes, satélites que orbitan la Tierra y sofisticados instrumentos de observación y medición que, desde la Tierra o fuera de ella, como el Hubble, ofrecen valiosa información sobre el Universo. Debido a que este proceso continúa y crece a gran velocidad, es relevante para la cultura humana contar con más personas interesadas en estudiar y desenvolverse en este campo de la ciencia.

La clase de ciencias de nivel bachillerato, llámese física, química, matemáticas u otra, puede ser un buen punto de partida para

estimular nuevas vocaciones científicas entre nuestros jóvenes alumnos.

III. Más información

¿Por qué se llamó Hubble al Telescopio Espacial?

Edwin Hubble (1889-1953) fue un astrónomo estadounidense muy importante, a tal grado que es considerado el fundador de la astronomía extragaláctica. Entre sus trabajos destacan el haber descubierto que algunas nebulosas eran galaxias como la nuestra, trabajo que realizó durante su estancia en el equipo del observatorio de Mount Wilson. Hubble fue también el primero en demostrar que a gran escala el Universo es homogéneo y, en 1929, en exponer las primeras evidencias de que el Universo está en continua expansión. Este hecho estaba previsto teóricamente por las ecuaciones de Einstein de la relatividad general, aunque el propio Einstein, no muy convencido, las corrigió un poco para que el Universo "no se expandiera".

Posteriormente, cuando Hubble publicó sus resultados observacionales, Einstein comentó que el haber corregido sus ecuaciones había sido el mayor error de su vida. Por esto, y muchas más aportaciones relevantes, nombrar con su apellido al primer telescopio espacial era un homenaje obligado, y merecido, a este gran científico.

Una mirada a los telescopios

No se sabe con seguridad quién descubrió el poder de aumento de una lente, pero es probable que hayan sido los árabes, quienes

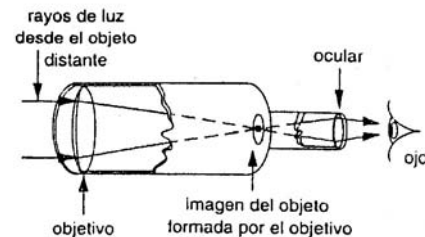


Figura 1. Telescopio refractor

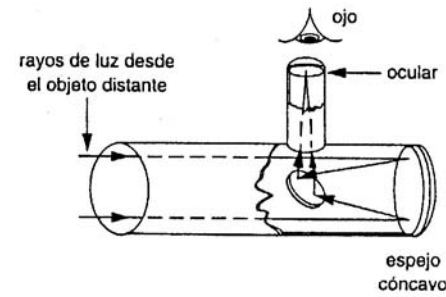


Figura 2. Telescopio reflector

desde el año 1000 de nuestra era ya utilizaban lentes para corregir problemas de visión.

En Europa, la manufactura de lentes se volvió una industria importante, principalmente en Holanda, donde parece ser que un fabricante, Hans Lippershey, descubrió el principio del telescopio en los albores del siglo XVII. Su descubrimiento llamó la atención de Galileo, quien en 1608 elaboró versiones mejoradas del invento holandés, mismas que lo llevaron a realizar las observaciones de la Luna y de algunos planetas.

Existen cuatro tipos principales de telescopios: el refractor, el reflector, la cámara Schmidt y el radio telescopio. Todos operan bajo los principios de refracción y reflexión de la luz, y cada uno ha sido diseñado para un uso específico en astronomía.

Los telescopios consisten en una combinación de lentes o de lentes y espejos que forman una imagen ampliada y "cercana" de

un objeto lejano. Los refractores consisten de una lente convergente que concentra los rayos de luz (figura 1). Los telescopios reflectores (como el Hubble), se elaboran con un espejo cóncavo que refleja la luz concentrándola en un punto. En ambos casos, el primario (ya sea lente o espejo) forma una imagen real pequeña pero muy intensa, la cual es ampliada por un sistema de lentes llamado objetivo, que ofrece una imagen aumentada e invertida (figura 2). Si se quiere tener una imagen no invertida, se le coloca otra lente o un prisma.

Existen distintos tipos de telescopios reflectores; el más común y sencillo de elaborar por un astrónomo aficionado es el llamado telescopio newtoniano. El Hubble corresponde a otro tipo de telescopio reflector, el tipo Cassegrain, donde la luz se deja pasar por un agujero del espejo primario y la imagen se forma en un lugar adecuado al final del tubo (figura 3).

IV. Para revisar en clase, teoría y actividades

Conceptos básicos de ciencia relativos al Hubble; su funcionamiento y los datos que obtiene

1. Luz y color: tratamiento de la luz blanca bajo los conceptos básicos de electromagnetismo. El efecto de descomposición de la luz en los arcoiris naturales puede reproducirse en clase por medio de prismas o rejillas de difracción. Una forma más

