

### 3.3 La óptica del universo

Cómo observar el universo: muestrario de instrumentos de óptica para entender el firmamento a simple vista.

#### Planisferio celeste

Un planisferio es la representación de la esfera celeste en una superficie plana. Debe adecuarse a la latitud en la que nos encontramos.



Consta de un plano de estrellas del cielo con unas marcas de los días y meses del año, y una parte móvil transparente con las horas marcadas, que gira alrededor del centro de la circunferencia del plano.

Para saber qué cielo se verá en la noche de observación, se ha de girar la parte móvil de las horas hasta hacer coincidir la hora con la fecha.

Ya tenemos el cielo que se ve a la hora y fecha elegidas. Para comparar el cielo que se ve con el planisferio, hemos de girar éste hasta poner el punto cardinal hacia el que estamos mirando hacia abajo. El horizonte del planisferio, que suele estar marcado con una línea o una parte opaca, quedará de esta manera hacia el suelo, como nuestro horizonte real.

#### Cámara CCD

El chip CCD (Charge Coupled Device o dispositivo de carga acoplada) es un dispositivo electrónico que permite adquirir, reproducir y almacenar imágenes en forma digital.



Posee una estructura de **células sensibles a la luz** en forma de mosaico. Cada una de esas células es lo que se denomina **pixel**, los cuales son capaces de almacenar fotones.

Los fotones al chocar con los diodos liberan electrones. La carga se acumula exponiendo el CCD a la luz durante un cierto tiempo de exposición. **Dado que el número de cargas acumuladas es proporcional al flujo de luz incidente, el flujo detectado es directamente proporcional a la intensidad de la fuente y al tiempo de exposición.**

Para medir la cantidad de electrones producidos, la electrónica de la cámara transfiere dichos electrones a un amplificador. Así se genera una señal proporcional al número de electrones por cada píxel. Dichas señales analógicas, se convierten en señales digitales que son almacenadas en un ordenador en forma de fichero con un conjunto de números.

El código digital correspondiente es enviado al ordenador, y una vez allí, **la imagen está lista para ser procesada y visualizada.**

Los CCDs fueron utilizadas por primera vez en Astronomía en 1976 cuando J. Janesick y B. Smith obtuvieron imágenes de Júpiter, Saturno y Urano usando un detector CCD acoplado a un telescopio. A partir de entonces fue un elemento indispensable.

La cámara CCD se acopla al telescopio en el lugar del ocular. En ese momento su funcionamiento es similar a una cámara fotográfica. Podremos obtener imágenes con diferentes tiempos de exposición, que posteriormente serán estudiadas y analizadas.

#### Binoculares

Los binoculares también son muy utilizados en astronomía. Son especialmente adecuados para la observación de cúmulos estelares, nebulosas y galaxias, ya que abarcan zonas del firmamento más extensas y son por lo general muy luminosos.



Un binocular es un **sistema óptico refractor** que consta de:

- Objetivo
- Prismas
- Sistema ocular para cada ojo

Cada uno de los objetivos refracta la luz hacia el foco del binocular. A diferencia de un telescopio refractor, la luz pasa primero por un **sistema de prismas** que controlan la dirección de la luz reflejada, ganando distancia entre el objetivo y los oculares.

Proporcionan un **gran campo visual**, y según su apertura, serán muy útiles para observaciones lunares y planetarias, la Vía Láctea o cúmulos abiertos.

## Filtros solares y H $\alpha$

Para poder saber qué tipo de luz y en qué cantidad nos está entrando en el detector utilizamos **FILTROS**, los cuales dejan pasar solo la luz que queremos y en la cantidad necesitada.

En el caso del Sol, las imágenes son tan deslumbrantes que resulta imposible contemplarlas con comodidad sin reducir su nivel de luz.



El **filtro H $\alpha$**  deja pasar la luz con una longitud de onda de **6563 Angstroms** (656,28 nm). Está tallado en especial para la captación de nebulosas, los filamentos y protuberancias en el Sol y detalles de su  **cromosfera**. El color que nos aportan estos filtros será rojizo.

Debido a que la luz del sol es muy intensa, es necesario colocar delante del objetivo una lámina semi-metalizada de modo que refleje la mayor parte de las radiaciones y permita alcanzar únicamente una pequeña cantidad de luz al ocular.

Los **filtros solares** permiten observar la **fotosfera**, una capa más interna que la cromosfera, básicamente atenuando la cantidad de luz que llega a nuestros ojos y bloqueando la gran energía que el Sol nos envía. También se conocen como **filtros de "luz blanca"**.

## Espectrógrafo

La luz, al pasar a través de un prisma o una rendija de difracción, se descompone en diferentes longitudes de onda (o colores si estamos en el rango visible), a lo que llamamos espectro.



El **espectrógrafo** es un aparato capaz de analizar el espectro característico de un objeto celeste. Descompone la luz combinada que nos llega de las estrellas en sus diferentes frecuencias o longitudes de onda y permite el registro del resultado de la dispersión de la luz en un sensor, placa fotográfica o en la cámara CCD.

Cada elemento químico al ser calentado emite luz que, al ser analizada con un espectrógrafo, se ve como una serie de líneas de colores, características y únicas para ese elemento.

Así, el espectro nos permite determinar **la temperatura, la composición química y el movimiento de un objeto celeste (velocidad y dirección)**, y a partir de ahí obtenemos mucha información como edad, estado evolutivo, masa, luminosidad, distancia, etc.

**Durante mucho tiempo la espectroscopia era solo accesible a los profesionales, sin embargo, con el desarrollo de nuevos aparatos más sencillos, hoy día los aficionados pueden contribuir con sus propios resultados.**

El **Self Guiding Spectrograph (SGS)** cubre un rango aproximado de 3800 Å a 7500 Å.

Se acopla al telescopio en el lugar del ocular para recoger la luz colectada.

Esta luz es colimada por un espejo cóncavo, dispersada en sus longitudes de onda por una red de difracción y finalmente enfocada otra vez por el espejo cóncavo antes de llegar a la CCD.

Una vez que la luz es registrada por la CCD, ésta ya llega descompuesta en sus diferentes longitudes de onda, obteniéndose patrones característicos de los elementos que contiene.

## Oculares

Realizan una corrección óptica a partir del concentrando de la luz, para poder visualizar los objetos mediante el telescopio.



La función del ocular es formar la imagen producida por el objetivo desviando los rayos de luz de manera apropiada. Estas piezas son intercambiables ya que cada ocular tiene una distancia focal fija, por lo que **el aumento logrado será único**.

El telescopio capta según su diámetro mas o menos luz proveniente del objeto que se enfoca. Esa luz captada se concentra en un punto determinado del telescopio. El ocular vuelve a ampliar la luz y alejándolo o acercándolo, enfoca para que se pueda visualizar correctamente, la imagen.

## Filtros nebulares

Estos filtros están tratados con múltiples recubrimientos que permiten el paso a unas determinadas longitudes de onda, mientras que bloquean las no deseadas.

Muchas nebulosas o galaxias tienen un brillo superficial tan tenue que la claridad de fondo, debida a la luminosidad residual del cielo, la Luna, o las luces urbanas, las degrada hasta el punto de conseguir que se desvanezcan por completo. Con los **filtros nebulares** conseguimos un incremento artificial de los contrastes de las imágenes astronómicas, y la adaptación de su nivel de brillo a las características de nuestro sistema de visión.

Al eliminar ciertas longitudes de onda del espectro visible, dejando pasar la de los astros que queremos ver, se consigue que aumente mucho el contraste al oscurecerse el cielo, mientras que **la luz del objeto que estamos observando no ha sufrido ninguna disminución**.

## Lente Barlow y Reductor de focal

Tanto la lente de Barlow como el reductor de focal, no son oculares en sí mismos, sino accesorios para los oculares del telescopio. Ambos se colocan entre el ocular y el telescopio actuando como una segunda lente, positiva o negativa, según queramos acercar o alejar la imagen.



La **lente de Barlow** es una lente divergente que alarga la distancia focal efectiva del telescopio, lo que hace posible obtener **más aumentos con el mismo ocular**. Es muy útil para observar objetos puntuales y primeros planos lunares o planetarios, ya que actúa como un "zoom", acercando la imagen.

Sin embargo para observación de espacio profundo tenemos el **reductor de focal**. Este accesorio hace lo contrario que un Barlow, amplía el campo de observación reduciendo la focal del telescopio y aumentando así su luminosidad. Con ello logramos un campo más amplio y podemos ver objetos más extensos, como galaxias, cúmulos, nebulosas.