

El Universo en mi bolsillo

Telescopios ópticos

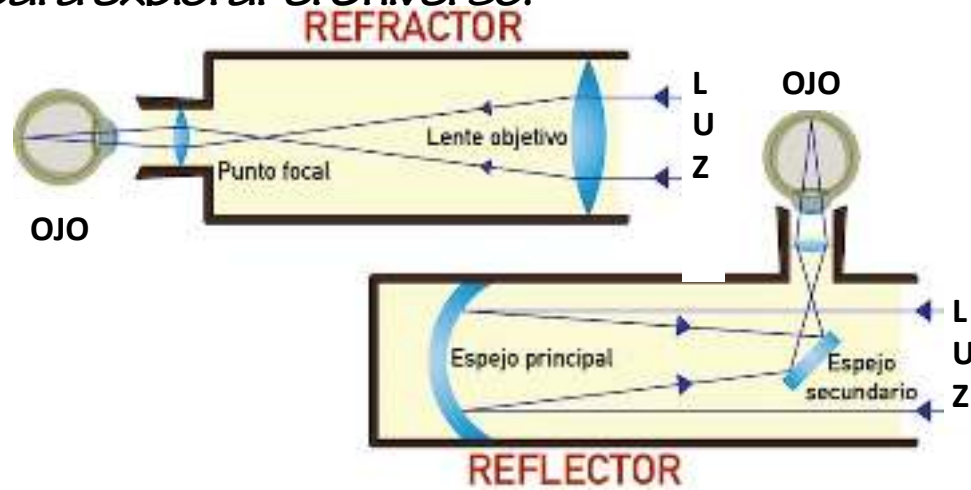


Alejandro Farah

Instituto de Astronomía -
UNAM, México

¿Qué es un telescopio?

Un telescopio es un instrumento óptico que recibe y concentra la luz de objetos distantes para formar imágenes ampliadas y más detalladas. Utiliza lentes o espejos para enfocar la radiación electromagnética (luz). Es una herramienta esencial en la astronomía para explorar el Universo.



<https://concepto.de/telescopio/>

Los telescopios recolectan y enfocan la luz de estrellas y galaxias distantes, pero los instrumentos adjuntos a ellos hacen el trabajo detallado. Analizan la luz, revelando de qué están hechos los objetos celestes, cómo se mueven y cómo cambian con el tiempo. Juntos, convierten débiles rastros de luz en una imagen más clara de cómo funciona el cosmos.

2

Primeros telescopios

El primer telescopio práctico fue construido en 1608 por Hans Lippershey. Un año después, Galileo Galilei mejoró el diseño y lo apuntó al cielo. Descubrió las cuatro lunas más grandes de Júpiter, las fases de Venus y montañas en la Luna, hallazgos que cambiaron nuestra comprensión del Cosmos.



Más tarde, Isaac Newton desarrolló el telescopio reflector, utilizando espejos en lugar de lentes, para superar la aberración cromática y mejorar la calidad de la imagen.

3

Principios ópticos

El funcionamiento de los telescopios se basa en varias leyes fundamentales de la óptica:

- **Reflexión**: el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión, descrito por primera vez por Euclides.

$$\theta_i = \theta_r$$

donde θ_i es el ángulo de incidencia y θ_r es el ángulo de reflexión.

- **Refracción**: la luz cambia de dirección al pasar entre medios con diferentes índices de refracción, descrito por Willebrord Snell y desarrollado más adelante por René Descartes.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

donde n_1 y n_2 son los índices de refracción de los dos medios y θ es el ángulo perpendicular a la interfaz.

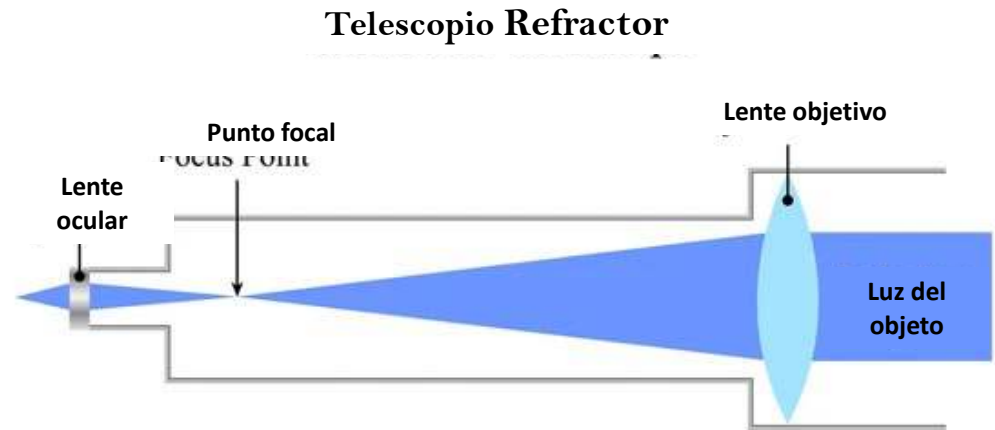
- **Difracción**: La luz actúa como una onda y se propaga al pasar por una abertura. La resolución angular está dada por

$$\theta \approx 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

donde λ es la longitud de onda y D es el diámetro de la abertura, lo que demuestra que una abertura más grande mejora la resolución.

Telescopio refractor

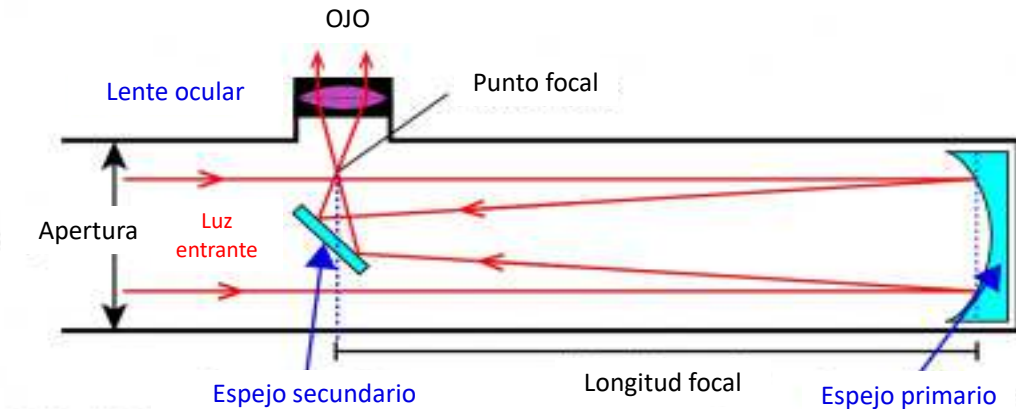
Un telescopio refractor utiliza lentes para doblar (refractar) la luz entrante y enfocarla. La lente primaria, llamada **lente objetivo**, recoge la luz de un objeto distante y forma una imagen en el punto focal. Una lente ocular luego magnifica esta imagen para su observación.



Los refractores producen imágenes nítidas y de alto contraste, pero su tamaño está limitado por el peso de la lente y las aberraciones ópticas, como la aberración cromática. Los materiales utilizados para fabricar las lentes de un telescopio refractor deben ser homogéneos e isotrópicos para garantizar una alta calidad de imagen. Este requisito surge porque la luz pasa a través del material de la lente.

Telescopio reflector

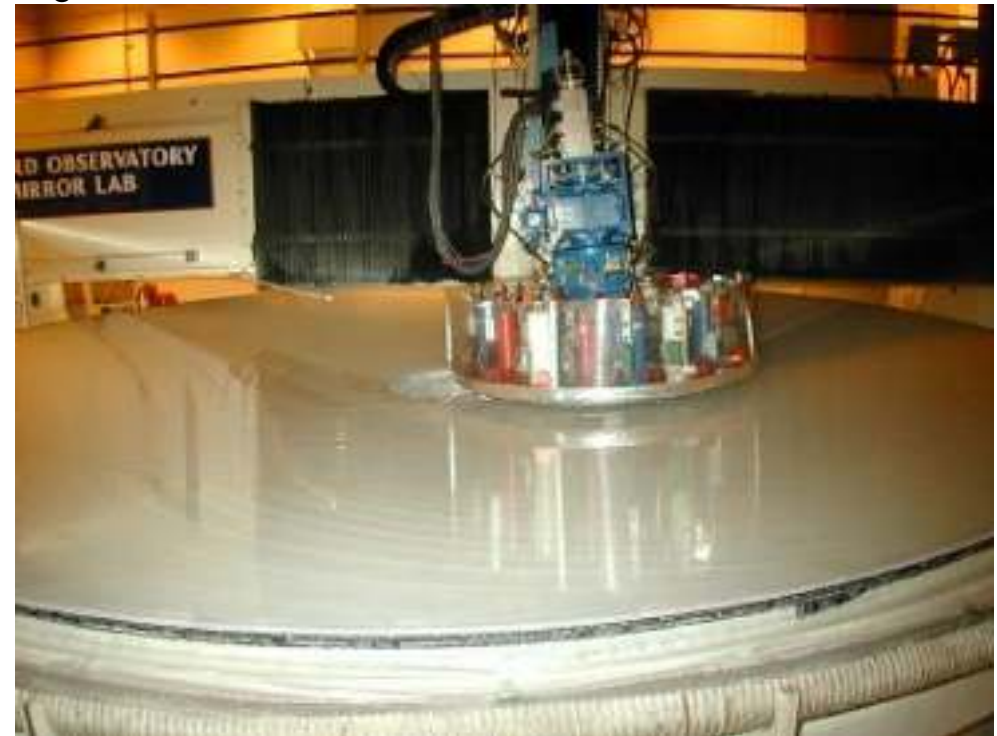
Un telescopio reflector utiliza espejos en lugar de lentes para enfocar la luz. El **espejo primario**, típicamente cóncavo, recoge la luz y la refleja hacia un **espejo secundario** o directamente a un ocular.



Los espejos evitan la aberración cromática y pueden ser mucho más grandes que las lentes, lo que permite a los astrónomos observar objetos débiles y distantes. Los telescopios reflectores son los favoritos de los astrónomos aficionados porque ofrecen vistas grandes y brillantes del cielo sin costar demasiado.

Telescopio reflector

Su espejo está hecho de vidrio o cerámica de baja expansión y recubierto con una fina capa reflectante de aluminio. La superficie también se pule con extrema precisión, a menudo hasta un octavo de la longitud de onda de la luz o mejor.



Cuanto mayor es la precisión requerida, más complejo y exigente se vuelve el proceso de pulido y prueba.

Ampliación de la imagen

Tanto los telescopios refractores como los reflectores amplían las imágenes de la misma manera básica. La luz de un objeto distante es enfocada primero por el objetivo, una lente en los refractores o un espejo en los reflectores, formando una imagen real en el plano focal.



Un ocular actúa entonces como un amplificador, agrandando esta imagen para el observador.

La ampliación viene dada por:

$$M = f_o / f_e$$

donde f_o es la distancia focal del objetivo y f_e es la distancia focal del ocular.

Tamaño y resolución

La apertura de un telescopio, el diámetro de su lente o espejo primario, determina tanto su poder de captación de luz como su capacidad de resolución. Una apertura más grande recoge más luz, lo que permite ver objetos más débiles, y mejora la resolución angular, lo que permite al telescopio distinguir detalles más finos.



Por lo tanto, aumentar la apertura mejora la capacidad del telescopio para ver detalles finos en objetos distantes (ver página 6).

Una variación, llamada telescopio de espejo segmentado, utiliza muchos espejos más pequeños que trabajan juntos como uno solo. Este diseño hace posible construir espejos mucho más grandes y ligeros que una sola pieza sólida.

Tamaño de los telescopios

Los telescopios refractores son más difíciles de construir que los reflectores porque las lentes grandes son pesadas, difíciles de soportar y sufren de aberración cromática (una distorsión causada por la diferente refracción de los colores de la luz que produce franjas de color alrededor de los objetos), mientras que los espejos pueden ser más ligeros, libres de este efecto y más fáciles de escalar a tamaños más grandes.

El refractor más grande jamás construido es el telescopio Yerkes de 40 pulgadas (diámetro de 1.02 m), mientras que el reflector segmentado más grande es el Gran Telescopio de Canarias (diámetro de 10.4 m). Los reflectores son ampliamente utilizados en la astronomía moderna debido a su versatilidad y superior capacidad de captación de luz.



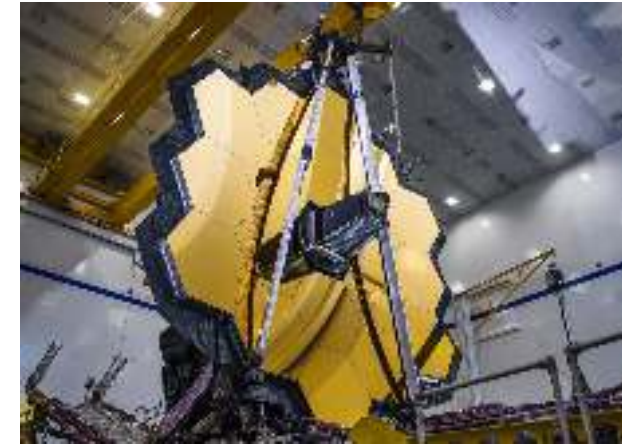
Telescopio de Yerkes



Gran Telescopio Canarias

Telescopios espaciales

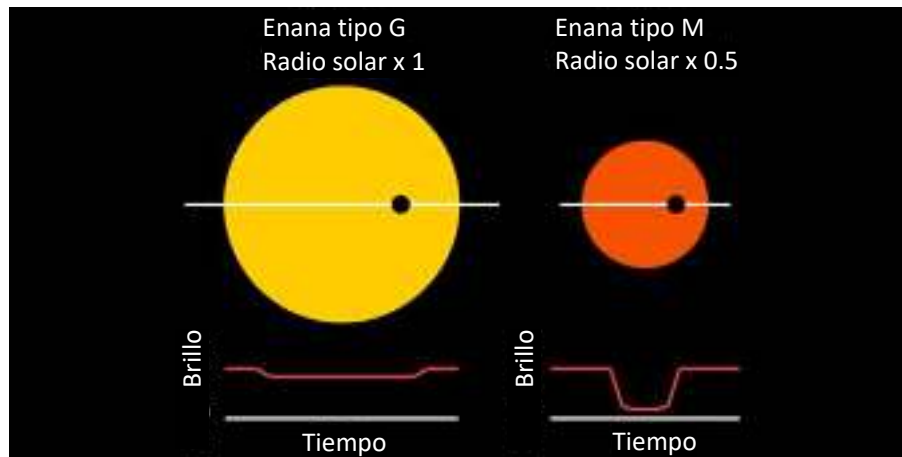
La atmósfera de la Tierra distorsiona y difumina la luz de los objetos celestes debido a la turbulencia y las variaciones de temperatura, un fenómeno conocido como seeing atmosférico. Esto limita la resolución de los telescopios terrestres y hace que las estrellas parpadeen. Para minimizar estos efectos, los astrónomos utilizan óptica adaptativa para corregir las distorsiones en tiempo real, o colocan telescopios en sitios de gran altitud y secos, o lanzan telescopios al espacio, donde no hay interferencia atmosférica.



El telescopio espacial más grande jamás construido y actualmente en operación es el Telescopio Espacial James Webb, un reflector de espejo segmentado compuesto por 18 segmentos hexagonales que trabajan juntos como un solo espejo de 6.5 metros.

Instrumentos: fotometría

Los telescopios utilizan varios instrumentos para capturar y analizar la luz del Universo. Ayudan a transformar lo que ve el telescopio en datos significativos, revelando los detalles ocultos de estrellas, planetas y galaxias.



Variación en el brillo fotométrico de dos estrellas durante un eclipse planetario (<https://astro.unl.edu/>).

La fotometría se trata de medir cuán brillantes son los objetos celestes y cómo cambia su luz con el tiempo. Usando filtros, los astrónomos pueden rastrear el parpadeo de las estrellas variables, el oscurecimiento de los tránsitos de exoplanetas o los cambios sutiles en el brillo de una galaxia. Es una forma simple pero poderosa de aprender sobre el brillo, el color y la energía de un objeto.

Instrumentos: espectrofotometría

La espectrofotometría va un paso más allá al dividir la luz en sus diferentes colores, o longitudes de onda. Al observar cuán brillante es cada color, los científicos pueden determinar de qué está hecho un objeto, qué tan caliente está e incluso cómo se mueve a través del espacio. Es un poco más complejo que las simples mediciones de brillo, pero nos da una visión mucho más profunda del funcionamiento interno de las estrellas y las galaxias (ver tuimp 30).



SPHEREx (Espectro-Fotómetro para la Historia del Universo, Época de Reionización y Explorador de Hielos, NASA-JPL).

Los telescopios utilizados para la investigación astronómica, junto con los proyectos científicos que los impulsan, a menudo se desarrollan a través de colaboraciones multinacionales y multiinstitucionales.

Quiz

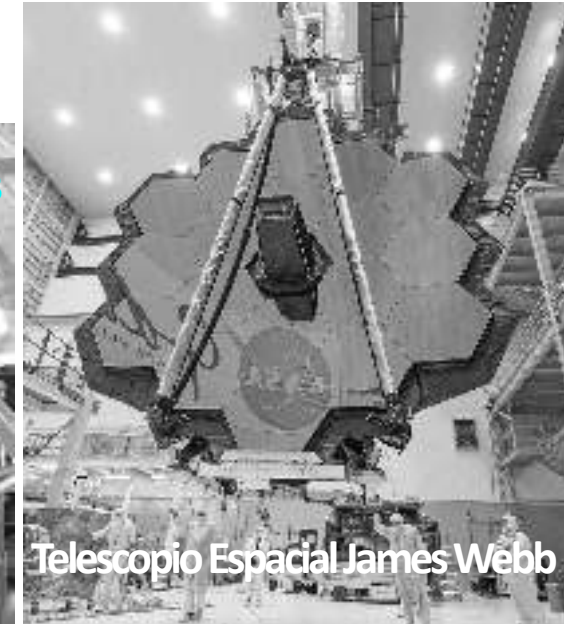
¿Cuál es el
Gran Telescopio
Canarias
(GRANTECAN)?

Respuesta al dorso



Respuesta

Estas figuras muestran
dos telescopios
segmentados; el telescopio
espacial James Webb
(JWST, ver p. 11) y el
Gran Telescopio Canarias
(GRANTECAN, ver p. 10).



El Universo en mi bolsillo no 48

Este librito fue escrito en 2025 por Alejandro Farah del Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México y revisado por Grażyna Stasińska del Observatorio de París y Stan Kurtz de IRyA (Morelia).

Imagen de portada: Gran Telescopio Canarias, GTC

(A menos que se especifique lo contrario, créditos generales: Wikipedia y Licencia de Documentación Libre GNU)



Para obtener más información sobre esta colección y los temas presentados en este librito, visite <http://www.tuimp.org>

Traducción: Miranda Consuelos
TUIMP Creative Commons

