

Uma ocular então atua como uma lupa, ampliando essa imagem para o observador.  
 A magnificação é dada por:

$$M = f_o / f_e$$

onde  $f_o$  é o comprimento focal da objetiva e  $f_e$  é o comprimento focal da ocular.

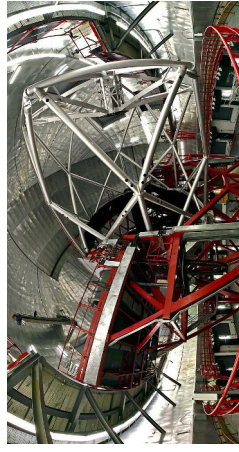


Tanto telescópios refratores quanto refletores ampliam imagens da mesma maneira básica. A luz de um objeto distante é primeiro focada pela objetiva - uma lente em refratores ou um espelho em refletores - formando uma imagem real no plano focal.

### Ampliação da imagem

## O Universo no meu bolso

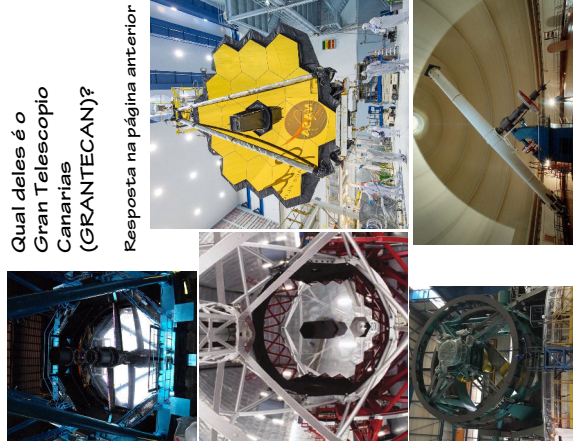
### Telescópios ópticos



Alejandro Farah  
 Instituto de Astronomia - UNAM, México

## Quiz

Qual deles é o Gran Telescopio Canarias (GRANTECAN)?



Resposta na página anterior

### Tamanho e resolução

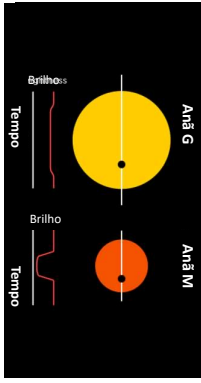
A **abertura** de um telescópio — o diâmetro de sua lente ou espelho primário — determina tanto seu poder de coleta de luz quanto sua capacidade de resolução. Uma abertura maior coleta mais luz, permitindo que objetos mais fracos sejam vistos, e melhora a resolução angular, permitindo que o telescópio distinga detalhes mais finos.



Assim, aumentar a abertura melhora a capacidade do telescópio de ver detalhes finos em objetos distantes (veja página 6). Uma variação, chamada **telescópio de espelho segmentado**, usa muitos espelhos menores trabalhando juntos como um só. Esse design torna possível construir espelhos muito maiores e mais leves do que uma única peça sólida.

### Instrumentos: fotometria

Telescópios usam vários instrumentos para capturar e analisar a luz do Universo. Os instrumentos ajudam a transformar o que o telescópio vê em dados significativos, revelando os detalhes ocultos de estrelas, planetas e galáxias.



Variação no brilho fotométrico de duas estrelas durante um eclipse planetário (https://astronivel.ufrj.br).

A fotometria trata de medir o quão brilhantes são os objetos celestes e como sua luz muda ao longo do tempo. Usando filtros, os astrônomos podem rastrear o piscar de estrelas variáveis, o escurecimento de trânsitos de exoplanetas e mudanças sutis no brilho de uma galáxia. É uma maneira simples, mas poderosa, de aprender sobre o brilho e a cor de um objeto.

### Instrumentos: espectrofotometria



A espectrofotometria vai um passo além, dividindo a luz em suas diferentes cores ou comprimentos de onda. Ao observar o quão brilhante é cada cor, os cientistas podem determinar do que um objeto é feito, qual sua temperatura e até mesmo como ele está se movendo pelo espaço. É um pouco mais complexo do que medições simples de brilho, mas nos dá uma visão muito mais profunda do funcionamento interno de estrelas e galáxias (veja tuimp.30).

SFR-HERX (Spectro-Photometer for the History of the Universe, Epoch of Reionization, and Local Explorer, Espectrofotômetro para a História do Universo, Época de Reionização e Explorador de Galáxias, NASA/JPL)

Telescópios usados para pesquisa astronômica, juntamente com os projetos científicos que os impulsionam, são frequentemente desenvolvidos por meio de colaborações multinacionais e multilaterais.

### Princípios ópticos

A operação dos telescópios baseia-se em várias leis fundamentais da óptica:

- **Reflexão:** o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão, descrito pela primeira vez por Euclides.

$$\theta_i = \theta_r$$

onde  $\theta_i$  é o ângulo de incidência e  $\theta_r$  é o ângulo de reflexão.

- **Refração:** a luz muda de direção ao passar entre meios com diferentes índices de refração. A primeira descrição foi dada por Wilibrord Snell e desenvolvida posteriormente por René Descartes:

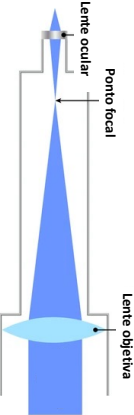
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

onde  $n_1$  e  $n_2$  são os índices de refração dos dois meios e  $\theta$  é o ângulo perpendicular à interface.

- **Difração:** A luz age como uma onda e se espalha ao passar por uma abertura. A resolução angular é dada por:

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

onde  $\lambda$  é o comprimento de onda e  $D$  é o diâmetro da abertura, mostrando que uma abertura maior melhora a resolução.

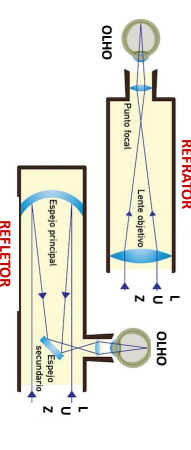


Refratores produzem imagens nítidas e de alto contraste, mas seu tamanho é limitado pelo peso da lente e por aberrações ópticas como a aberração cromática. Os materiais usados para fabricar as lentes de um telescópio refrator devem ser homogêneos e isotrópicos para garantir alta qualidade de imagem. Este requisito surge porque a luz passa através do material da lente.

### Telescópio refrator

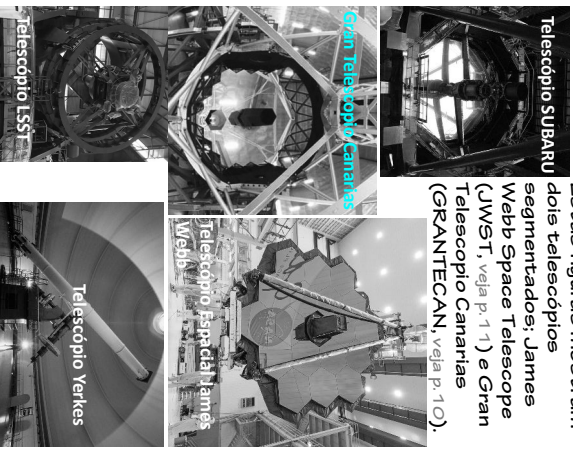
Um telescópio refrator usa lentes para desviar (refratar) a luz incidente e levá-la a um foco. A lente primária, chamada de **lente objetiva**, coleta a luz de um objeto distante e forma uma imagem no ponto focal. Uma lente ocular então amplia essa imagem para observação.

Um telescópio é um instrumento óptico que recebe e concentra a luz de objetos distantes para formar imagens ampliadas e mais detalhadas. Ele usa lentes ou espelhos para focar a radiação eletromagnética (luz). É uma ferramenta essencial na astronomia para explorar o Universo.



Os telescópios coletam e focam a luz de estrelas e galáxias distantes, mas os instrumentos acoplados a eles realizam o trabalho detalhado. Eles analisam a luz, revelando do que os objetos celestes são feitos, como se movem e como mudam ao longo do tempo. Juntos, eles transformam fracos vestígios de luz em uma imagem mais clara de como o cosmos funciona.

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



## Resposta

Estas figuras mostram dois telescópios

segmentados: James Webb Space Telescope (JWST, veja p. 11) e Gran Telescopio Canarias (GRANTECAN, veja p. 10).

Tradução: Fabio Herpich  
TUM/CP Creative Commons

Para saber mais sobre esta coleção e os temas apresentados neste livrinho, visite <http://www.tumimp.org>



Imagem de capa: Gran Telescopio Canarias, GTC (Salvo especificação em contrário, créditos gerais: Wikipédia e GNU Free Documentation License)

**O Universo no meu bolso nº 48**

Este livrinho foi escrito em 2025 por Alejandro Farah do Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México e revisado por Graczyła Stasińska do Observatório de Paris e Stan Kurtz do IRyA (Morelia).

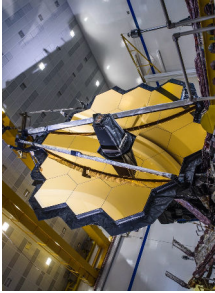


O primeiro telescópio prático foi construído em 1608 por Hans Lippershey. Um ano depois, Galileu Galilei aprimorou o projeto e apontou seu telescópio para o céu. Ele descobriu as quatro maiores luas de Júpiter, as fases de Vênus e montanhas na Lua — descobertas que mudaram nossa compreensão do Cosmos.

## Primeiros telescópios

## Telescópios espaciais

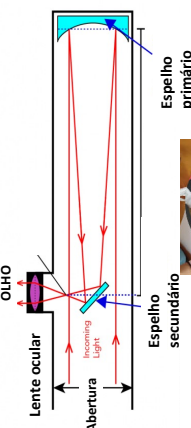
A atmosfera da Terra distorce e embaça a luz de objetos celestes devido à turbulência e a variações de temperatura, um fenômeno conhecido como "seeing" atmosférico. Isso limita a resolução de telescópios terrestres e faz as estrelas cintilarem. Para minimizar esses efeitos, os astrônomos usam óptica adaptativa para corrigir distorções em tempo real, ou colocam telescópios em locais de alta altitude e secos, ou lançam telescópios ao espaço, onde não há interferência atmosférica.



O maior telescópio espacial já construído e atualmente em operação é o Telescópio Espacial James Webb, um refletor de espelho segmentado composto por 18 segmentos hexagonais trabalhando juntos como um único espelho de 6,5 metros.

## Telescópio refletor

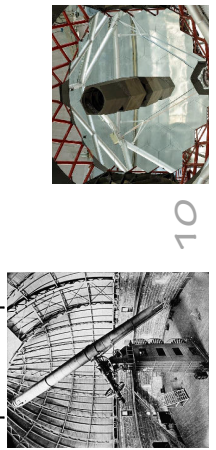
Um telescópio refletor usa espelhos em vez de lentes para focar a luz. O **espelho primário**, tipicamente côncavo, coleta a luz e a reflete em direção a um espelho secundário ou diretamente para uma ocular.



Espelhos evitam aberração cromática e podem ser feitos muito maiores que lentes, permitindo aos astrônomos observar objetos fracos e distantes. Telescópios refletores são os preferidos por astrônomos amadores porque proporcionam campos grandes e brilhantes do céu sem custar muito.

## Tamanhos de telescópios

Telescópios refratores são mais difíceis de construir do que refletores porque lentes grandes são pesadas, difíceis de suportar e sofrem de aberração cromática - uma distorção causada pela diferente refração das cores da luz que produz franjas coloridas ao redor dos objetos - enquanto espelhos podem ser mais leves, livres desse efeito e mais fáceis de escalar para tamanhos maiores. O maior refrator já construído é o telescópio Yerkes de 40 polegadas (diâmetro de 1,02 m, à esquerda), enquanto o maior refletor segmentado é o Gran Telescopio Canarias (diâmetro de 10,4 m, à direita). Refletores são amplamente utilizados na astronomia moderna devido à sua versatilidade e capacidade superior de coleta de luz.



## Telescópio refletor

Seu espelho é feito de vidro ou cerâmica de baixa expansão e revestido com uma fina camada refletora de alumínio. A superfície também é polida com extrema precisão, muitas vezes a um oitavo do comprimento de onda da luz ou melhor.



Quanto maior a precisão exigida, mais complexo e exigente se torna o processo de polimento e teste.