

@uniodemorelos
 launion.com.mx
 C I E N C I A

DESPUÉS DE 414 AÑOS SEGUIMOS DESCUBRIENDO MÁS Y MÁS...

Dulce K. Becerra-Paniagua, Araceli Hernández Granados, Horacio Martínez

La Dra. Dulce Becerra Paniagua es Ingeniera Química del ITG y maestra en Materiales y Sistemas Energéticos Renovables del IIER-UNICACH en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Es Doctora en Ingeniería en Energía del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (IER-UNAM).

La Dra. Araceli Hernández Granados estudió Ingeniería Industrial en la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería (FCQI), maestría y doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas en el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CIICAP) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

El Dr. Horacio Martínez Valencia estudió la licenciatura, maestría y doctorado en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Actualmente, es Investigador Titular "C", perteneciente al Grupo (FAMO) del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM. Y es actualmente miembro activo de la Academia de Ciencias de Morelos.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos

Para empezar

El inicio de una nueva era en la astronomía ya dio comienzo, gracias al avance de varias áreas tecnológicas. Esto se ve reflejado en las primeras imágenes obtenidas por el telescopio James Webb Space Telescope, creado por el consorcio formado por la NASA, la Agencia Espacial Europea y la Agencia Espacial de Canadá (ESA, European Space Agency) & (CSA, Canadian Space Agency). Estas imágenes dieron la vuelta al mundo al ser publicadas el 12 de julio del presente año, y sorprendieron a más de uno por los hermosos colores vibrantes. Son las primeras imágenes que marcan el comienzo para descubrir el Universo visto en el infrarrojo y además demuestran la capacidad y poder del telescopio Webb.

Las primeras imágenes y su descripción de acuerdo con la NASA fueron las siguientes:

WASP-96b (espectro): La observación detallada obtenida por Webb del espectro de la atmósfera de este planeta caliente e "inflado" externo a nuestro sistema solar (llamado exoplaneta) muestra señales inconfundibles del vapor de agua. Mostrando así evidencias de nubes en la atmósfera de ese exoplaneta.

Nebulosa del Anillo del Sur: También conocida como nebulosa de los Ocho Estallidos, es una nube de gas en expansión que fue eyectada por una estrella moribunda. Está a unos 2.000 años luz de distancia y muestra también una segunda estrella que antes no se había visto.

Quinteto de Stephan: Es un grupo compacto de cuatro

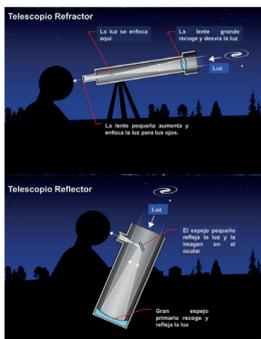


FIGURA 2. ESQUEMAS de los tipos de Telescopios Refractores y Reflectores. Imágenes tomadas de SpacePlace NASA Science. Créditos NASA/JPL-Caltech [HTTPS://SPACEPLACE.NASA.GOV/](https://spaceplace.nasa.gov/)

galaxias, ubicadas en la constelación de Pegasus, que se encuentra a 290 millones de años luz. La quinta galaxia está en la misma dirección, pero a una distancia diferente.

Nebulosa de Carina: Una famosa nebulosa brillante, la cual se encuentra a 7,600 años luz y muestra el interior de una nube opaca con las fases iniciales de formación estelar que previamente habían estado ocultas.

SMACS 0723: Webb ha proporcionado la imagen infrarroja más profunda y nítida del universo lejano hasta la fecha, y con solo 12.5 horas de observación. Conocida como el primer campo profundo de Webb, esta imagen muestra un cúmulo de galaxias en la parte central de la imagen, las cuales actúan como lentes gravitacionales y permiten ver galaxias mucho más lejanas que están atrás del cúmulo central.

Un recorrido por la historia de los telescopios

Durante el siglo XVII (1601 a 1700), arcanos y científicos desarrollaron una nueva herramienta para estudiar los cielos. El telescopio fue uno de los inventos más importantes de la Revolución Científica y pronto se convertiría en la herramienta esencial del astrónomo.

Aunque la fabricación y propiedades de los lentes se conocían desde la época de los griegos, no fue hasta el siglo XIII (1201 a 1300) cuando los lentes se introdujeron en Europa; sin embargo, la invención del telescopio tuvo que esperar.

En octubre de 1608, el telescopio apareció por primera vez en la ciudad de la Haya, Países Bajos. El holandés Hans Lippershey presentó ante el gobierno de este entonces, una solicitud de patente para un dispositivo que ayudaba a "ver cosas como si estuvieran cerca". El instrumento consistía en un tubo con una lente cóncava y convexa (lente con curvatura). La combinación magnificaba los objetos

tres o cuatro veces. A Lippershey se le atribuye la patente más antigua sobre este instrumento. Sin embargo, investigaciones posteriores atribuyen la invención al español Juan Roget en 1590. Quien haya sido el verdadero inventor, su utilidad para conocer y ubicarnos ante el cosmos está más que demostrada.

La noticia de la invención del telescopio se difundió rápidamente por todo Europa. En 1609, ya se podía comprar catalejos (instrumento óptico monocular que sirve para ver cerca objetos lejanos) en tiendas de fabricantes de gafas en París y cuatro meses después ya había varios en Italia. Fueron fabricados por el famoso físico, astrónomo y filósofo italiano llamado Galileo Galilei en el verano de 1609 en la Universidad de Padua, cerca de Venecia, Italia.

Si bien Galileo no inventó el telescopio, sí diseñó y construyó telescopios cada vez más precisos y potentes para su propio uso, además se convirtió en la primera persona en apuntar un telescopio hacia el cielo. El primer telescopio de Galileo era básicamente un tubo que contenía dos lentes que aumentaba los objetos a tres diámetros; esto fue seguido por uno que aumentaba los objetos aproximadamente nueve veces, y finalmente otro de treinta veces. Las imágenes tomadas para ese entonces aun eran borrosas, sin embargo, Galileo pudo observar montañas y cráteres en la luna; observó que la Vía Láctea está formada por una gran cantidad de estrellas concentradas en una banda de luz difusa que se curva en el cielo.

Ahora sabemos que la Vía Láctea es nuestra galaxia y tiene una forma espiral. Después de la época de Galileo, la astronomía floreció como resultado de telescopios cada vez más grandes, complejos y poderosos.

Entre los avances iniciales de los telescopios astronómicos se encuentra el Telescopio Kepleriano diseñado por Johannes Kepler en 1611, surgió como una variación del telescopio galileano; Kepler señalaba que se podría construir un telescopio usando dos lentes convexas, pero la imagen que produciría estaría al revés. Sin embargo, esta recomendación no fue aceptada por los astrónomos. Años después, el matemático Christoph Scheiner se encargaría de argumentar lo que dijo Kepler, por medio de su estudio de las manchas solares. Para ello, Scheiner experimentó con telescopios que solo tenían lentes convexas, descubriendo que cuando se observaba un objeto directamente a través de este tipo de instrumento, la imagen se miraba al revés, pero era mucho más brillante y el campo de visión mucho mayor que en el telescopio galileano, como había señalado Kepler. Los estudios de las imágenes invertidas en las observaciones astronómicas fue la base a la combinación magnificaba los objetos

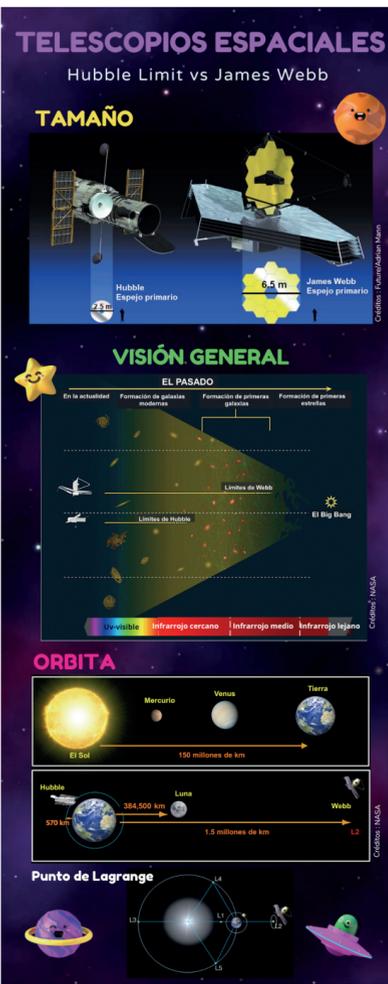


FIGURA 3. INFOGRAFÍA sobre las características del Telescopio Hubble vs Webb. Hecho por autoras. Crédito de imágenes: NASA, Future/Adrian Mann.

astronómico" que llevaron a su aceptación en la comunidad científica. Del telescopio de Galileo de 1.5 metros de largo, los telescopios astronómicos crecieron a longitudes de 4 a 6 metros a mediados del siglo XVII. Uno de los telescopios que permitió observar por primera vez la Nebulosa de Orión, fue el construido en 1656 por el matemático holandés Christiaan Huygens y su hermano Constantine, con 7 metros de largo aumentaba los objetos unas cien veces. El astrónomo alemán Johannes Hevelius, fabricó telescopios con longitudes focales de hasta 46 metros y lentes de hasta 20 centímetros de diámetro.

A principios del siglo XVIII (1701 a 1800), los telescopios refractores (que utilizan lentes y son muy largos) ya casi no se usaban. Se hicieron mejoras en los aumentos de potencia, gracias a

una nueva forma de captar imágenes desde el telescopio reflector (que utiliza espejos). En 1668, Isaac Newton construyó el primer telescopio reflector, en lugar de una lente, usó un solo espejo principal curvo, junto con un espejo plano más pequeño para recolectar la luz. La idea de usar espejos fue planteada por Leonard Digges, desde un siglo antes, pero fue Newton quien fabricó el primer telescopio reflector funcional. A partir de esto, en los siglos siguientes, se comenzaron a construir instrumentos descendientes del diseño de Newton, que resultaron ser muy útiles para estudiar objetos muy débiles, como las manchas tenues de luz conocidas como nebulosas.

¿Cómo funcionan los telescopios?

Como hemos descrito, un telescopio es un instrumento que usan los astrónomos para ver objetos lejanos. Los primeros telescopios enfocaban la luz usando piezas de vidrio curvas y transparentes, llamadas lentes. Actualmente, los telescopios utilizan espejos curvos para captar la luz del cielo nocturno.

Los telescopios se pueden clasificar en tres tipos dependiendo la forma en que manejan la luz: los telescopios refractores, que utilizan lentes de vidrio; los telescopios reflectores, que utilizan espejos en lugar de lentes; y los telescopios catadióptricos que se inventaron en 1930 y son los diseños más modernos, ya que combinan lentes y espejos para enfocar la luz.

Telescopio Refractor

El principio de funcionamiento de los telescopios que construyó Galileo se basa en el funcionamiento del ojo humano. A la entrada de nuestro ojo hay un tipo de lente que se encarga de direccionar (converger) la luz que entra en él hacia un único punto de la retina, donde se forman las imágenes. Al fenómeno que experimenta la luz al cambiar de dirección cuando pasa de un medio a otro se le conoce como refracción. El cristalino de nuestro ojo actúa como una lente convexa, enfocando los rayos hacia la retina, pero es tan pequeño que solo puede captar una pequeña cantidad de luz, de forma que nuestra visión es poco eficiente para observar el cielo nocturno.

Un telescopio refractor consta de una gran lente convexa como unidad de enfoque principal para recolectar la luz en la parte delantera de un tubo cilíndrico largo. Su diseño generalmente se compone de dos o más lentes donde la luz se desvía (se refracta), a medida que pasa a través del tubo, para generar una imagen clara y reducir la distorsión. La Figura 2 muestra los rayos de luz que ingresan a través de la lente del objetivo a la derecha y se enfocan hacia un punto en el plano ocular a la izquierda.

Telescopio Reflector

Una de las limitaciones de los telescopios refractores es que debido a que diferentes longitudes de onda de luz convergen en diferentes ángulos, esto hace que no converjan en un solo punto, provocando que la imagen se distorsione. A esto se le conoce como una aberración. La mejora que propuso Digges y que Newton llevó a cabo, fue reemplazar la lente convexa, es decir, el objetivo de un telescopio, por un espejo cóncavo. El uso de este espejo evita las aberraciones producidas por las lentes. La forma de este espejo es parabólica con la finalidad de enfocar la luz. Como se muestra en la Figura 2, la luz ingresa al visor desde arriba y llega al espejo primario al final del tubo. Este refleja los rayos de manera convergente a un espejo secundario más pequeño, que es el rectángulo que se muestra en la Figura 2 colocado en un ángulo de 45°. El espejo secundario desvía y enfoca la imagen en un ocular ubicado al costado del telescopio. El ocular consta de una lente, pero debido a que la aberración depende de la longitud de la lente, la lente del ocular no es muy grande.

Una de las principales limitaciones de este tipo de telescopios es la colimación, que es el proceso de alinear el espejo primario con el espejo secundario, lo cual no es sencillo.

Telescopios catadióptricos

Este tipo de telescopios combinan la física de los refractores y de los reflectores. El telescopio catadióptrico más popular es el llamado Schmidt-Cassegrain. El diseño consiste en un espejo secundario que refleja la imagen del espejo primario y la manda a través de un agujero en el centro del espejo primario hacia un ocular. Físicamente, es compacto y tiene una longitud focal parecida a un telescopio refractor, la luz se concentra y produce la imagen en el extremo posterior del tubo. Su diseño portátil lo hace ser uno de los favoritos de los astrónomos aficionados.

Telescopios Espaciales Hubble y Webb

El telescopio espacial Hubble es un gran telescopio que se encuentra orbitando alrededor de la Tierra. Fue lanzado por la NASA (National Aeronautics and Space Administration) cuya traducción es "Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio" en 1990. Lleva el nombre del astrónomo Edwin P. Hubble, quien descubrió que el Universo está en expansión. El telescopio Hubble ha tomado increíbles fotografías de planetas, estrellas, nebulosas y galaxias, como los famosos pilares de la creación, las imágenes detalladas de los anillos de Saturno y el corazón de la Vía Láctea. Mientras que el Telescopio Espacial

James Webb (JWST, por sus siglas en inglés), es un observatorio espacial que se lanzó el 25 de diciembre de 2021 desde el sitio de lanzamiento de la Agencia Espacial Europea (ESA por sus siglas en inglés) en Kourou en la Guayana Francesa, a bordo de un cohete Ariane 5. Su nombre es en honor al funcionario de gobierno estadounidense James Edwin Webb, segundo administrador de la NASA. El JWST tardó 30 días en viajar casi 1.5 millones de kilómetros hasta su hogar permanente, una posición estacionaria que gira sincrónicamente con la Tierra alrededor del Sol denominada punto 2 de Lagrange, o L2.

A continuación, mencionaremos algunas de las diferencias entre uno y otro telescopio

Tamaño

Uno de los componentes principales de cualquier telescopio reflector es su espejo primario. El Hubble tiene un espejo primario de 2.4 metros de diámetro, mientras que el James Webb cuenta con "superespejo" segmentado de 6.5 metros, formado por 18 espejos hexagonales de berilio de 132 centímetros de diámetro cada uno y recubiertos con oro.

Además, la base del Webb mide lo de una cancha de tenis (21 metros de largo por 14 de ancho), es el doble de grande que el Hubble (13 metros de largo). Aunque parezca increíble, el

Webb pesa la mitad que el Hubble.

Visión general

Las ondas, independientemente de donde se encuentran, tienen y transportan energía. Sus características principales son la longitud de onda y la velocidad de propagación. Al cociente de la velocidad entre la longitud de onda se le denomina frecuencia. Imagínate flotando en el mar y piensa en la distancia entre el punto más alto de cada ola, a este punto más alto se le denomina cresta. Si te encuentras flotando en la cresta de una ola y alcanzas a ver la siguiente cresta, la distancia entre ellas es la longitud de onda. Eso mismo caracteriza al sonido que se propaga en el aire, aunque en este caso las ondas son de compresión y es más común caracterizarlas por su frecuencia. Por ejemplo, cuanto más larga es la longitud de onda de sonido, más baja es su frecuencia y el sonido que se escucha tendrá un timbre más bajo. En el caso de la luz, que es una onda electromagnética, cada longitud de onda corresponde a un color diferente.

El Webb tiene un espejo principal de 6.5 metros, lo que le permite coleccionar mucha más luz que el espejo de 2.4 metros del Hubble y observar objetos más tenues que el Hubble. Los instrumentos del Hubble nos permiten observar las longitudes de onda que se encuentran en la región UV-Visible e infrarrojo cercano. Por su lado, los del Webb están diseñados para captar

longitudes de onda de luz más largas, en el infrarrojo, cuyos detectores necesitan funcionar a temperaturas muy bajas.

Órbita

Otra de las diferencias entre el Hubble y el Webb en su localización con respecto a la Tierra. La Tierra se encuentra a 150 millones de kilómetros del Sol y la Luna gira alrededor de la Tierra a una distancia aproximada de 384,500 kilómetros. El Telescopio Hubble gira alrededor de la Tierra y se encuentra a aproximadamente 600 kilómetros por encima de la superficie. Mientras que el Webb no orbita la Tierra, sino que se encuentra a 1.5 millones de kilómetros, en el punto denominado como Lagrange L2 del sistema Tierra-Sol. A medida que la Tierra gira alrededor del Sol, el Webb se mueve sincrónicamente con la Tierra, permaneciendo fijo en relación con el sistema Tierra-Sol, como se muestra en el último diagrama de la Figura 3.

En la figura 4 se muestran las primeras fotografías de Telescopio Espacial James Webb

Para terminar

No puede uno dejar de decir que estos logros son producto de los avances científicos y tecnológicos a lo largo de la historia, ya que desde su invención hace más de 400 años, el telescopio astronómico ha evolucionado desde un pequeño dispositivo manual hasta convertirse en la actualidad en grandes telescopios terrestres manejados por computadora y en telescopios espaciales muy sofisticados, que se controlan de manera remota desde la Tierra. A través de estos desarrollos hemos construido el conocimiento actual del Universo, donde han sido especialmente importantes dos parámetros: el poder colector de luz -o el diámetro del espejo del telescopio que permite la detección de objetos más débiles y distantes- y la nitidez de la imagen -o resolución angular que permite ver los detalles de objetos más pequeños y apenas perceptibles. El telescopio Webb es el instrumento astronómico más potente y complejo que ha creado el ser humano, con la última tecnología del siglo XXI. Se espera que ayude a dar respuestas a preguntas imposibles de responder hoy en día. De la misma forma que lo hizo el telescopio Hubble cuando observó las lentes gravitacionales predichas en la teoría, infinidad de galaxias donde parecía que no había nada y detalles de estructuras cósmicas sorprendentes como los pilares de la creación. Los descubrimientos del James Webb abrirán una nueva etapa al conocimiento del universo.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.



FIGURA 4. IMÁGENES tomadas desde el Telescopio Espacial Hubble vs Webb. Hecho por autoras. Crédito de imágenes: NASA, ESA.

ESTA PUBLICACIÓN FUE REVISADA POR EL COMITÉ EDITORIAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx
¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS: editorial@acmor.org.mx



ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

REFERENCIAS

- https://www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/telescope_feature_912.html
- <https://www.nasa.gov/press-release/la-nasa-revela-las-primeras-im-genes-del-telescopio-webb-de-un-universo-nunca-antes>
- <https://lovethehightsky.com/how-telescopes-work-and-why-your-eyes-dont/>
- <https://history.aip.org/exhibits/cosmology/tools/tools-first-telescopes.htm>
- <https://www.jwst.nasa.gov/content/about/comparisonWebbVsHubble.html>