



# Telescopio James Webb El comienzo

Juan Guillermo Rivera Berrío

iCartesiLibri

# Telescopio espacial James Webb

## El comienzo

**Juan Guillermo Rivera Berrío**  
Institución Universitaria Pascual Bravo



Fondo Editorial RED Descartes



Córdoba (España)

2022

Título de la obra:  
Telescopio espacial James Webb - El comienzo

Autor:  
Juan Guillermo Rivera Berrío

Revisión:  
José Gregorio Doria Andrade

Fuente información Telescopio espacial James Webb: [NASA](#).  
Código JavaScript para el libro: [Joel Espinosa Longi](#), [IMATE](#), UNAM.  
Recursos interactivos: [DescartesJS](#)  
Fuentes: [Lato](#) y [UbuntuMono](#)  
Imagen portada: [Nebulosa del Anillo del Sur o Nebulosa de los Ocho Estallidos](#)

Red Educativa Digital Descartes  
Córdoba (España)  
[descartes@projectodescartes.org](mailto:descartes@projectodescartes.org)  
<https://projectodescartes.org>

Proyecto iCartesiLibri  
<https://projectodescartes.org/iCartesiLibri/index.htm>

ISBN: 978-84-18834-50-9



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons 4.0 internacional: Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual.

# Tabla de contenido

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Prefacio .....</b>                                              | <b>6</b>  |
| <b>1. El telescopio .....</b>                                      | <b>9</b>  |
| 1.1 Los inicios .....                                              | 12        |
| 1.2 Comparación telescopios Hubble y Webb .....                    | 15        |
| 1.2.1 Rango .....                                                  | 16        |
| 1.2.2 Órbita .....                                                 | 17        |
| 1.2.3 Dimensiones del espejo .....                                 | 19        |
| 1.3 Lanzamiento y despliegue .....                                 | 22        |
| 1.4 Un nuevo impacto irreparable en el Webb alarma a la NASA ..... | 24        |
| 1.5 Otros telescopios espaciales .....                             | 26        |
| 1.5.1 Telescopio espacial de Rayos Gamma Fermi .....               | 28        |
| 1.5.2 Observatorio de rayos X Chandra .....                        | 30        |
| 1.5.3 Telescopio espacial infrarrojo Spitzer .....                 | 32        |
| 1.5.4 Telescopio espacial tipo reflector Hubble .....              | 34        |
| 1.6 El telescopio como máquina del tiempo .....                    | 36        |
| <b>2. El Universo .....</b>                                        | <b>41</b> |
| 2.1 Los divulgadores científicos .....                             | 44        |
| 2.1.1 Carl Sagan .....                                             | 45        |
| 2.1.2 Isaac Asimov .....                                           | 47        |
| 2.2 El sistema solar .....                                         | 52        |
| 2.3 Las constelaciones .....                                       | 54        |
| 2.4 La galaxias .....                                              | 57        |
| 2.5 Las nebulosas .....                                            | 65        |

|                                                        |            |
|--------------------------------------------------------|------------|
| 2.6 Los cúmulos estelares .....                        | 69         |
| 2.7 Los Púlsares .....                                 | 74         |
| 2.8 Quásares .....                                     | 76         |
| <b>3. Las imágenes del James Webb .....</b>            | <b>79</b>  |
| 3.1 La primeras imágenes .....                         | 82         |
| 3.1.1 El primer campo profundo .....                   | 82         |
| 3.1.2 El Quinteto de Stephan .....                     | 88         |
| 3.1.3 Nebulosa Anillo del sur .....                    | 91         |
| 3.1.4 Nebulosa de Carina .....                         | 95         |
| 3.1.5 El exoplaneta WASP-96b .....                     | 100        |
| 3.2 Las imágenes de Judit Schmidt .....                | 104        |
| 3.2.1 Galaxia espiral IC 5332 .....                    | 104        |
| 3.2.2 Galaxia espiral NGC 7496 .....                   | 106        |
| 3.2.3 Galaxia espiral NGC 628 - Galaxia Fantasma ..... | 108        |
| 3.3 Imágenes Webb de Júpiter .....                     | 112        |
| 3.4 Los primeros memes del Webb .....                  | 114        |
| 3.5 Imposturas intelectuales .....                     | 116        |
| 3.6 Últimas imágenes .....                             | 118        |
| 3.6.1 Imágenes en alta resolución .....                | 118        |
| 3.6.2 Galaxia Cartwheel .....                          | 124        |
| 3.7 Programas .....                                    | 126        |
| <b>4. Evaluación .....</b>                             | <b>129</b> |
| 4.1 Preguntas de Falso y Verdadero .....               | 130        |
| 4.2 Identificando imágenes .....                       | 131        |
| 4.3 Puzle animado .....                                | 132        |





# Prefacio

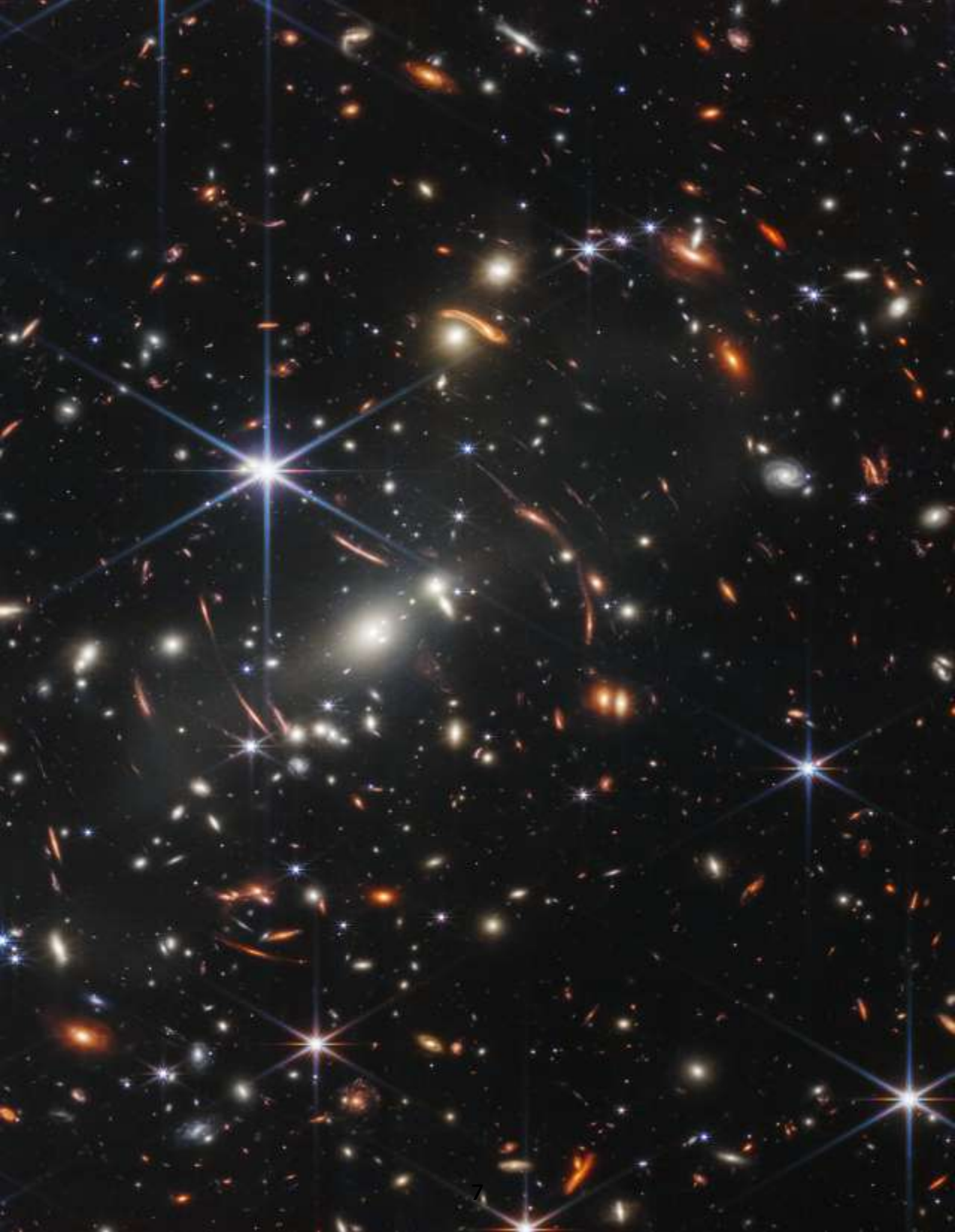
El Telescopio Espacial James Webb es el telescopio de ciencia espacial más grande, poderoso y complejo del mundo jamás construido. Webb resolverá misterios en nuestro sistema solar, mirará más allá de mundos distantes alrededor de otras estrellas y explorará las misteriosas estructuras y orígenes de nuestro universo y nuestro lugar en él. Webb es un programa internacional liderado por la NASA con sus socios, la ESA (Agencia Espacial Europea) y la Agencia Espacial Canadiense (<https://blogs.nasa.gov/webb/2022/>).

En este libro describimos el telescopio e incluimos las primeras imágenes publicadas por la NASA. Acompañamos el texto con algunos objetos interactivos y videos, que permitan comprender mejor la importancia que tiene el Webb para el estudio de nuestro universo. La mayoría de la información ha sido tomada directamente de la NASA.

Es importante aclarar que no soy astrónomo, por lo que este libro está dirigido a legos como yo, que se maravillan con las nuevas imágenes del universo. Por ejemplo, la imagen que acompaña este prefacio es *el primer campo profundo del Webb*, que muestra miles de galaxias y algunas estrellas de ocho puntas en primer plano.









# Capítulo I

## El telescopio



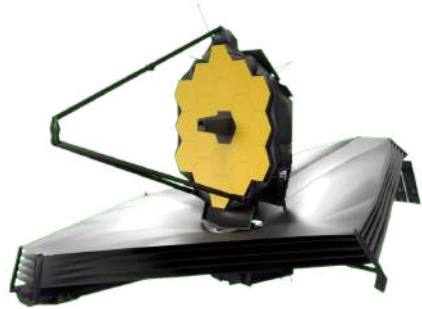






## 1.1 Los inicios

El telescopio espacial James Webb se conocía originalmente como el telescopio espacial de próxima generación y ha estado en desarrollo durante más de 30 años. En 1989, el Instituto de Ciencias del Telescopio Espacial (STScI, por sus siglas en inglés) en Baltimore, Maryland, y la NASA copatrocinaron el Taller de Telescopios Espaciales de Próxima Generación en STScI, donde ingenieros y astrónomos se concentraron en las capacidades científicas y técnicas de un observatorio que seguiría al Hubble. Las discusiones de ese taller llevaron a la recomendación formal, en 1996, de que el telescopio debería operar en **longitudes de onda infrarrojas** y estar equipado con un espejo de más de 4 metros (<https://www.news9live.com/>).

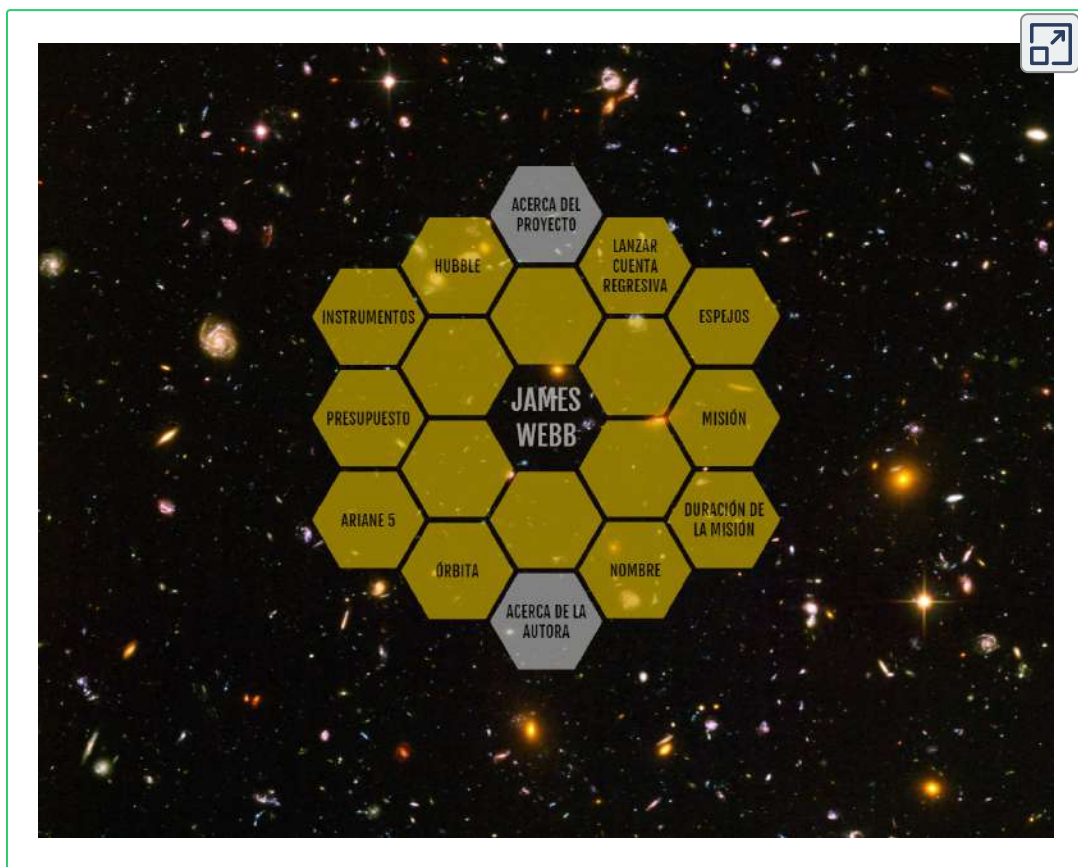


La construcción del Webb comenzó en 2004. En 2005, el puerto espacial *Centre Spatial Guyanais* (CSG) de la Agencia Espacial Europea, en la Guayana Francesa, fue elegido como lugar de lanzamiento y un cohete **Ariane 5** como vehículo de lanzamiento. Para 2011, los 18 segmentos del espejo se terminaron y probaron mediante pruebas para cumplir con las especificaciones requeridas.

El Webb sobrevive a una decisión del Congreso de los EE. UU. de cerrar el proyecto debido a los crecientes costos y retrasos. Se necesitan seis años para integrar todos los componentes y la construcción del telescopio se completa en 2017. Hay una serie de retrasos en la fecha de lanzamiento debido a pruebas adicionales, preocupaciones sobre el vehículo de lanzamiento, el sitio de lanzamiento y la pandemia de COVID-19 (Ibid).



A continuación, se presenta una descripción interactiva del telescopio, diseñada por [Syldys Khomushku](#)<sup>1</sup>. Primero aparece una celda hexagonal, en la cual hay que hacer clic para que se abran los 'espejos'. Es una rejilla tipo nido de abeja que imita los espejos del telescopio James Webb. Al hacer clic en las celdas se encontrará más información sobre el James Webb.



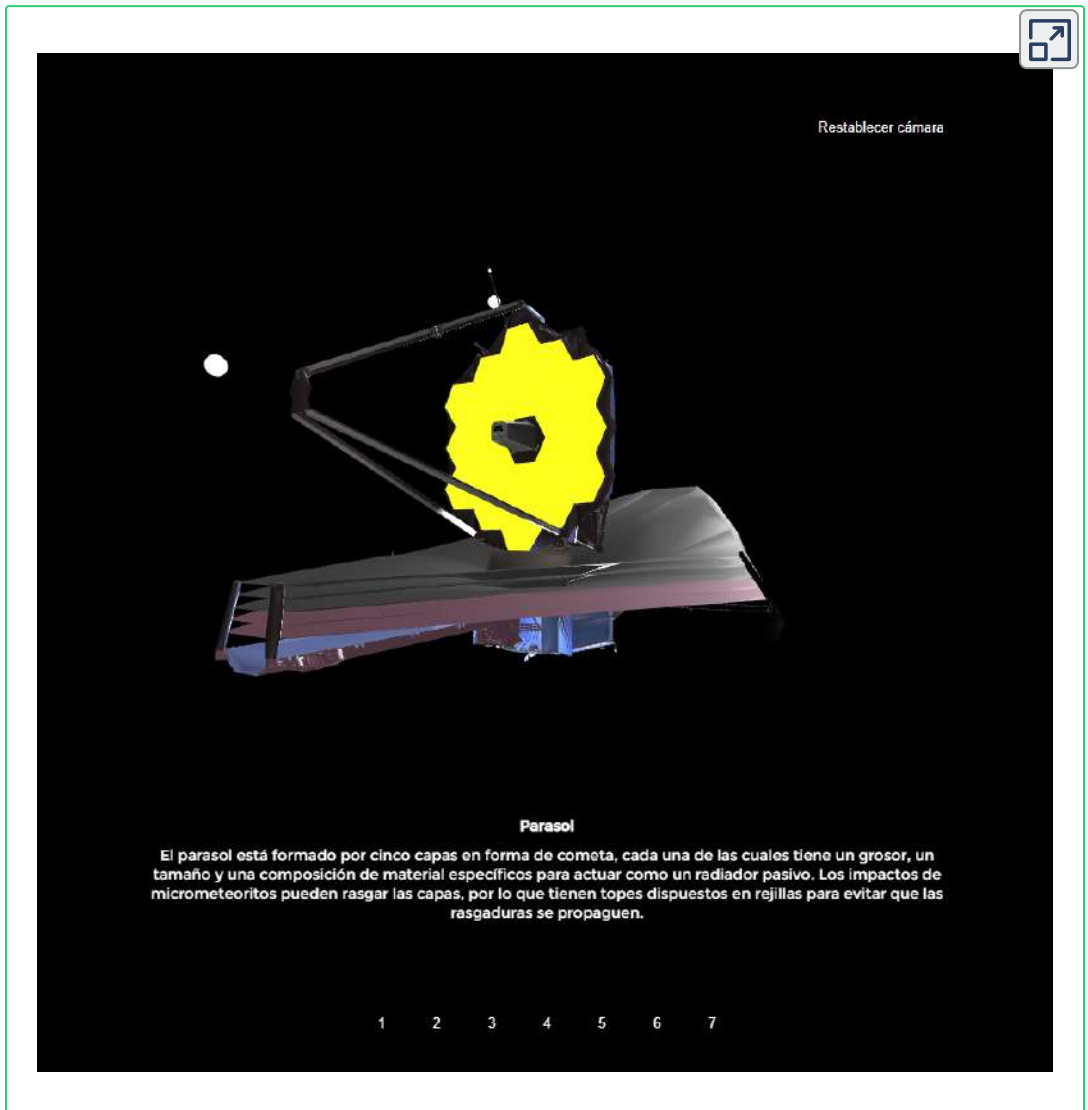
Para una mejor lectura, se sugiere ampliar el objeto interactivo haciendo clic en el botón de la esquina superior derecha.

---

<sup>1</sup> La aplicación fue diseñada en mayo de 2021, por ello incluye la cuenta regresiva del lanzamiento.

## Detalles del Webb

En la siguiente escena interactiva, adaptada de la presentada en <https://www.news9live.com/>, se muestra el Webb en tres dimensiones con información de sus elementos principales. Con clic izquierdo sostenido se puede mover el telescopio y haciendo clic en los números, se obtiene información de sus elementos.



## 1.2 Comparación telescopios Hubble y Webb

Son muchas la diferencias físicas y tecnológicas entre el Hubble y el Webb, pero antes recordemos los personajes que dieron origen a los nombres de cada telescopio.

Edwin Powell Hubble fue uno de los más importantes astrónomos estadounidenses del siglo XX, famoso principalmente por haber demostrado en 1929 la expansión del universo midiendo el corrimiento al rojo de galaxias distantes. Hubble es considerado el padre de la cosmología observacional aunque su influencia en astronomía y astrofísica toca muchos otros campos (<https://es.wikipedia.org/>).



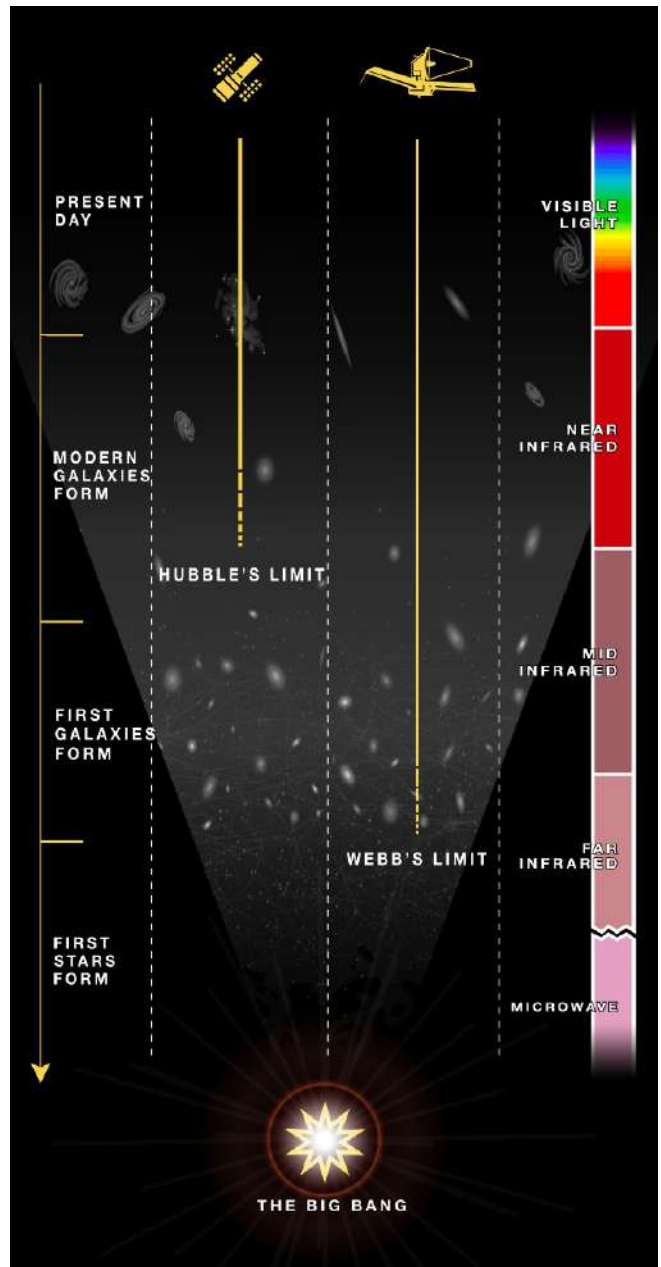
James Edwin Webb fue el segundo administrador de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA). Muchos astrónomos lo consideran como uno de los mejores directores que ha tenido la agencia espacial, ya que bajo su dirección emprendió uno de los proyectos más impresionantes de la historia: el aterrizaje de un hombre en la Luna. James Webb revolucionó la industria de tal manera que la NASA nombró al mayor telescopio espacial de la historia en su honor

(<https://es.wikipedia.org/>).

## 1.2.1 Rango

Los instrumentos del Webb están diseñados para trabajar principalmente en el rango infrarrojo del espectro electromagnético, con alguna capacidad en el rango visible. El telescopio podrá ver a través de nubes de polvo, gas y material estelar que oscurecen los criaderos estelares con estrellas y planetas recién nacidos. Con la capacidad de observar un abejorro en la Luna, Webb proporcionará las imágenes astronómicas más espectaculares durante la duración de su misión.

Este rango permite que el Webb alcance a obtener imágenes del universo 300 millones de años después del Big Bang, por contraste al Hubble que logra hacerlo mil millones de años después del Big Bang.





## 1.2.2 Órbita

La Tierra se encuentra a 150 millones de km del Sol y la Luna gira alrededor de la Tierra a una distancia aproximada de 384.500 km. El telescopio espacial Hubble orbita alrededor de la Tierra a una altitud de ~570 km por encima de ella. ¡Webb en realidad no orbitará la Tierra, sino que se ubicará en el punto de Lagrange L2 de la Tierra-Sol, a 1,5 millones de kilómetros de distancia!

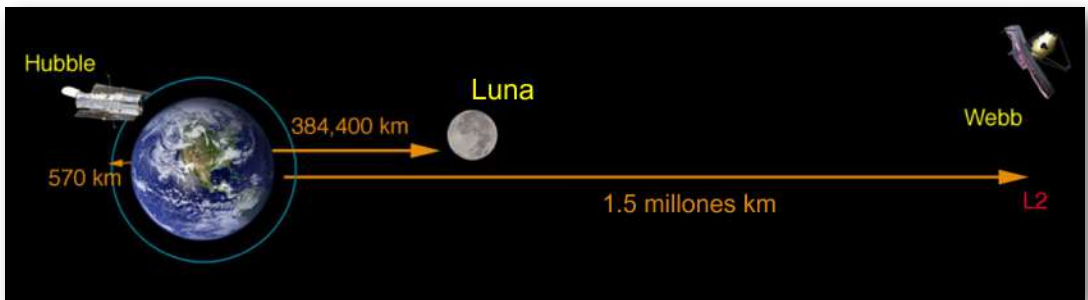


Figura 1.1. Imagen tomada de <https://www.jwst.nasa.gov/>.

Los puntos de Lagrange son aquellos en los que las fuerzas gravitacionales de dos objetos muy masivos, como el Sol y la Tierra, se encuentran en equilibrio con la fuerza centrífuga de un objeto mucho más pequeño, como una nave espacial o, en este caso, el Webb.

La fuerza centrífuga es aquella descrita por un objeto en rotación. Por eso, gracias a este equilibrio, el James Webb puede mantener una órbita circular sin salir disparado por la atracción solar o terrestre. Pero hay cinco puntos de Lagrange: L1, L2, L3, L4 y L5. ¿Por qué se ha elegido el 2 y no cualquiera de los otros? Básicamente, porque es el mejor lugar para que el telescopio espacial pueda optimizar los datos obtenidos por sus instrumentos, sin verse dañado en el intento.

Bueno, empecemos por aclarar que el punto exacto es el Sol-Tierra L2. Es decir, el segundo punto de Lagrange entre estos dos objetos. Habrá puntos para cualquier otra pareja de objetos muy masivos. (<https://hipertextual.com/>).

En la imagen 1.2 se aprecia porqué el punto 2 de Lagrange es el idóneo para el Webb, pues el telescopio se mantendrá continuamente en sombra, una ventaja para su sensibilidad infrarroja. No obstante, ello no significa que el Sol se encuentre eclipsado por la Tierra y no pueda aprovechar sus paneles solares. Esta posición se eligió pues permite que tanto "la Tierra como el Sol estén lo suficientemente alejados para que el calor que irradian ambos no sobrecaliente el telescopio" (Ibid).

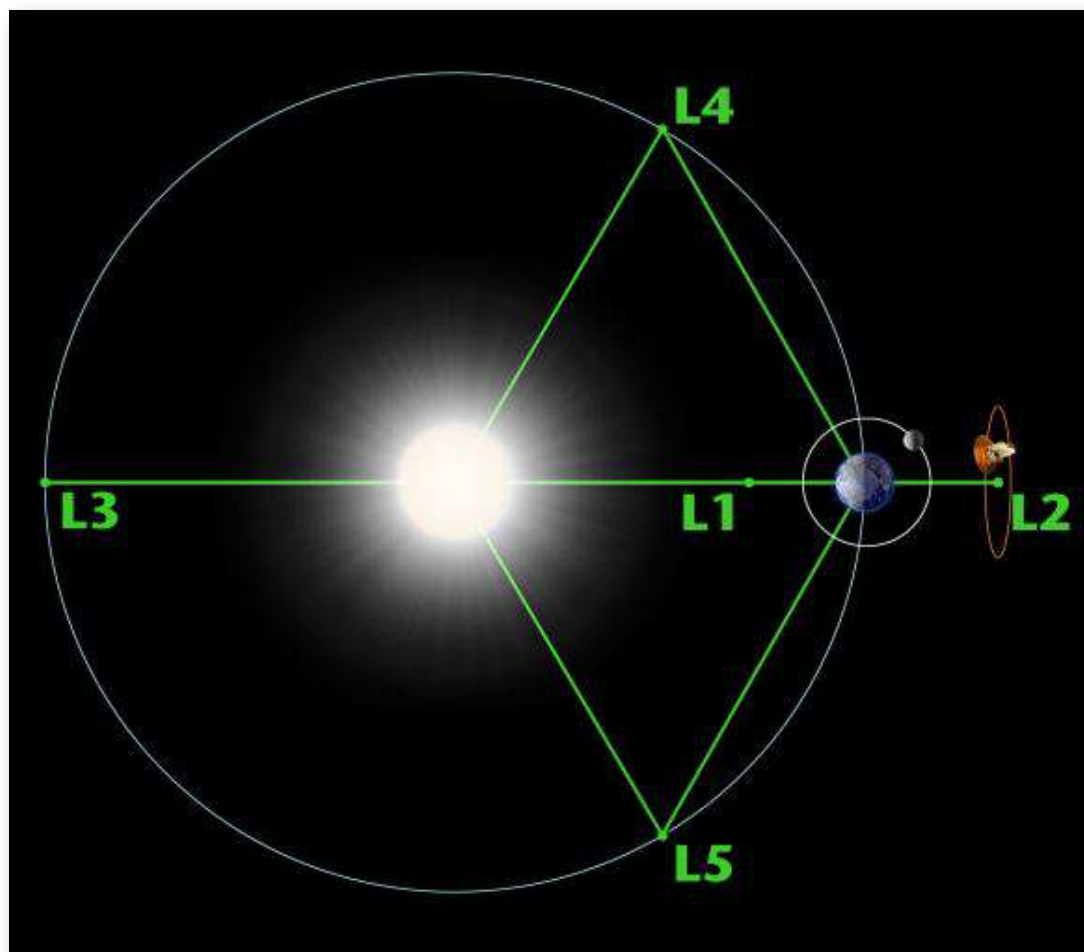


Figura 1.2. Los cinco puntos de Lagrange.

En el siguiente video se recrea la órbita del Webb.



### 1.2.3 Dimensiones del espejo

El espejo primario de 21,3 pies (6,5 metros) del Webb también es significativamente más grande que el espejo primario de 7,9 pies (2,4 metros) del Hubble, lo que le da al Webb más de seis veces el área de recolección de luz que tiene el Hubble. Esto es importante en las longitudes de onda más largas y tenues de la luz que ve el Webb. Debido a que el universo se está expandiendo, la luz de los objetos distantes se estira cuando viaja a la Tierra. Las longitudes de onda de luz más cortas y más azules se estiran hacia longitudes de onda más largas y más rojas. Los objetos distantes que son brillantes en luz ultravioleta o azul aparecerán más rojos, o desplazados hacia el rojo, cuando su luz llegue a la Tierra (más información en <https://www.nasa.gov/>).

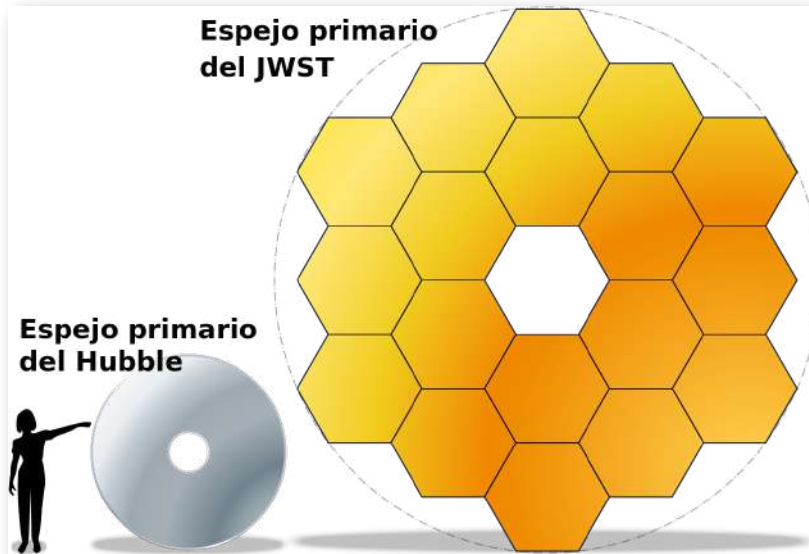


Figura 1.3. Imagen de [Bobarino](#), basado en una imagen de dominio público de la NASA.

En el siguiente video se presenta una animación que compara las dimensiones de los dos telescopios.





## Visión general

*A menudo se llama a Webb el reemplazo del Hubble, pero preferimos llamarlo sucesor. Los objetivos científicos del Webb fueron motivados por los resultados del Hubble. La ciencia del Hubble nos empujó a buscar longitudes de onda más largas para "ir más allá" de lo que el Hubble ya ha hecho. En particular, los objetos más distantes tienen un mayor desplazamiento hacia el rojo y su luz es empujada desde el UV y el óptico al infrarrojo cercano. Por lo tanto, las observaciones de estos objetos distantes (como las primeras galaxias formadas en el Universo, por ejemplo) requieren un telescopio infrarrojo (<https://www.jwst.nasa.gov/>).*

La siguiente escena interactiva, muestra otras diferencias entre los dos telescopios.

### Telescopio espacial Hubble

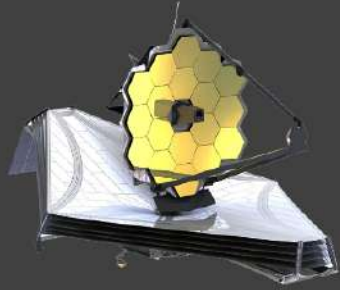


24 de abril de 1990

### Comparación

- Fecha de lanzamiento
- Masa de lanzamiento
- Dimensiones
- Diámetro del espejo
- Segmentos de espejo
- Parasol
- Protección solar
- Tipo de instrumento
- Longitudes de onda
- Régimen
- Distancia
- Rango

### Telescopio espacial James Webb



22 de diciembre de 2021

## 1.3 Lanzamiento y despliegue

El despliegue del telescopio Webb fue una tarea compleja, considerada como toda una obra maestra de ingeniería.

El proceso de despliegue consistía en 50 etapas, de las cuales las más importantes eran el desempaquetado, tensado y reparto de capas del escudo multicapa parasol, era una de las más complejas y temidas. Sin el correcto desempeño de este escudo de cinco capas de kaptón y del tamaño de una pista de tenis, el módulo de instrumentos del telescopio no podría trabajar a la temperatura necesaria,  $-233^{\circ}\text{C}$ . Esta capa aísla a sus espejos y módulo de instrumentos científicos de la luz y el calor del Sol, la Tierra y la Luna (<https://www.lavanguardia.com/>).

En la siguiente imagen se aprecian, en forma resumida, los diferentes despliegues realizados en dos semanas.



Figura 1.4. Adaptación de una imagen de la Agencia espacial europea [ESA](https://www.esa.europa.eu/).

Después del parasol, llegaba el momento del trípode del espejo secundario, encargado de enviar la señal reflejada desde el espejo primario al módulo de instrumentos. Por último, la pieza más emblemática del telescopio: su espejo principal; formado por 18 hexágonos de oro y berilio. Este diseño era necesario para poder acomodar el telescopio plegado en el cohete Ariane 5 en el que despegó (<https://www.lavanguardia.com/>).

En la siguiente simulación, se aprecia mejor el despliegue del WBB iniciando desde su lanzamiento.



Para los científicos e ingenieros que trabajan en la misión han sido días tensos. El telescopio tenía que realizar cada paso sin problemas y aunque los ingenieros habían ensayado la secuencia cuidadosamente coreografiada aquí en la Tierra, no se sabía cómo funcionaría realmente el observatorio una vez que llegara al espacio. Un error en el despliegue y la misión podría haber tenido un final prematuro y devastador. Pero el 8 de enero, el espejo primario del telescopio terminó de desplegarse, marcando el final de la secuencia de despliegue principal ([National Geographic](#)).

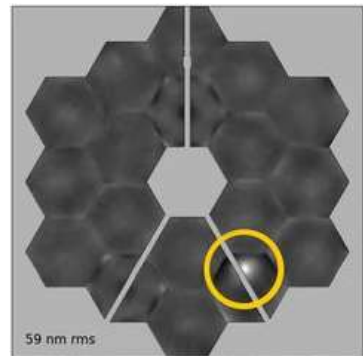
## 1.4 Un nuevo impacto irreparable en el Webb alarma a la NASA

La NASA afirma que un nuevo impacto de meteorito "excede la expectativa de daños" en los espejos del telescopio espacial James Webb y no se puede corregir.

El James Webb ha recibido un nuevo impacto de micrometeorito que es mucho más serio de lo que se esperaba, causando daños significativos que no se pueden reparar ni compensar con un realineamiento de espejos. Pero lo más preocupante es que, según la NASA, el ritmo de impacto de partículas espaciales supera las simulaciones y el telescopio espacial **parece correr más peligro** de lo que habían previsto.

Como apunta la NASA, "de los seis impactos de micrometeoritos detectados hasta ahora, cinco tuvieron efectos insignificantes. Por el contrario, el micrometeorito que alcanzó el segmento C3 en el periodo 22-24 de mayo de 2022 UT causó un **cambio significativo e irreparable en el estado general de ese segmento**". Al contrario que el Hubble —que pudo ser reparado y actualizado por el transbordador espacial en dos ocasiones—, es casi imposible mandar una tripulación a intentar reparar el espejo afectado en un viaje de 1,6 millones de kilómetros.

La imagen muestra que el daño en el espejo es notable y una razón de peso para preocuparse. Como apunta 'Nature', aunque el telescopio tiene una vida esperada de 20 años, el nuevo estudio de la NASA basado en el análisis del efecto de estos micrometeoritos —y la magnitud del sexto— afirma que ahora no están totalmente seguros de hasta qué punto esa fecha de caducidad se cumplirá. O, mejor dicho, cómo afectará a la calidad de la imagen este aparente incremento en la frecuencia de impactos. Los rigores del espacio parecen ser peores de lo que se esperaba ([El Confidencial](#), 19 de julio de 2022).



Según la NASA, pese al daño, el Webb seguirá capturando imágenes, pues la alineación de los otros 17 segmentos del espejo corregirá el problema. Sin embargo, existe gran preocupación por los continuos impactos (19 a la fecha), no esperados y contemplados en las predicciones previas; por ello, ahora, los expertos de la NASA están buscando alternativas de solución para evitar que futuras colisiones de micrometeoritos sigan haciendo daño.

Por ahora, el reporte *Characterization of JWST science performance from commissioning* de la NASA, en el apartado 4.7, nos deja tranquilos.

Inevitablemente, cualquier nave espacial se encontrará con micrometeoritos. Durante la puesta en servicio, la detección de frente de onda registró seis deformaciones superficiales localizadas en el espejo primario que se atribuyen al impacto de micrometeoritos. Estos ocurrieron a un ritmo (aproximadamente uno por mes) consistente con las expectativas previas al lanzamiento. Cada micrometeorito provocó una degradación en el frente de onda del segmento del espejo impactado. Parte de la degradación del frente de onda resultante se puede corregir mediante el control regular del frente de onda; algunos de ellos comprenden términos de alta frecuencia espacial que no se pueden corregir. También debería haber un pequeño efecto en el rendimiento del telescopio, que aún no se puede medir [...] el micrometeorito que golpeó el segmento C3 en el período del 22 al 24 de mayo de 2022 provocó un cambio significativo e incorregible en ese segmento. Sin embargo, el efecto fue pequeño en el nivel completo del telescopio porque solo se vio afectada una pequeña porción del área del telescopio. Después de dos pasos de realineación posteriores, el telescopio se alineó a un mínimo de 59 nm rms, que es aproximadamente 5-10 nm rms por encima de los mejores valores rms de error de frente de onda anteriores (<https://arxiv.org/>, 12 de julio de 2022).



## 1.5 Otros telescopios espaciales

La invención del telescopio (óptico) se atribuye al fabricante de lentes germano Hans Lippershey (1570-1619), primero en diseñar el artefacto, y al célebre científico italiano Galileo Galilei (1564-1642), quien con tan sólo leer la descripción del primer telescopio creó el suyo propio en 1609 (<https://concepto.de/telescopio/>).

El 18 de abril de 1968 se lanza el primer telescopio u observatorio espacial, se trataba del telescopio soviético **Cosmos 215<sup>2</sup>**, dedicado especialmente al estudio solar.

Desde la década de los años 60 del siglo pasado, se ha lanzado una gran cantidad de telescopios espaciales, los cuales se suelen clasificar en telescopios de rayos gamma, de rayos X, los telescopios ultravioleta, obviamente los ópticos o de luz visible, los infrarrojos como el Webb, los telescopios espaciales de microondas y los radio telescopios (ver imagen 1.5).

Para este apartado hemos seleccionado cinco telescopios, que describiremos brevemente e incorporaremos algunas de las imágenes publicadas. Obviamente, el telescopio espacial Hubble es uno de los invitados en este apartado. En un [anexo](#) de Wikipedia, se puede consultar una amplia lista de telescopios espaciales agrupada por rangos de frecuencia principales: rayos gamma, rayos X, ultravioleta, visible, infrarrojo, microondas y radio, incluyendo los telescopios espaciales que recolectan partículas, como núcleos de rayos cósmicos y/o electrones.

---

<sup>2</sup> No existe un consenso sobre cual fue el primer telescopio espacial. En [web.archive.org](http://web.archive.org) se le da el crédito a Cosmos 215, para la [NASA](#) el primer satélite que detectó rayos X cósmicos se llamó *Third Orbiting Solar Observatory* u OSO-3 en 1962.

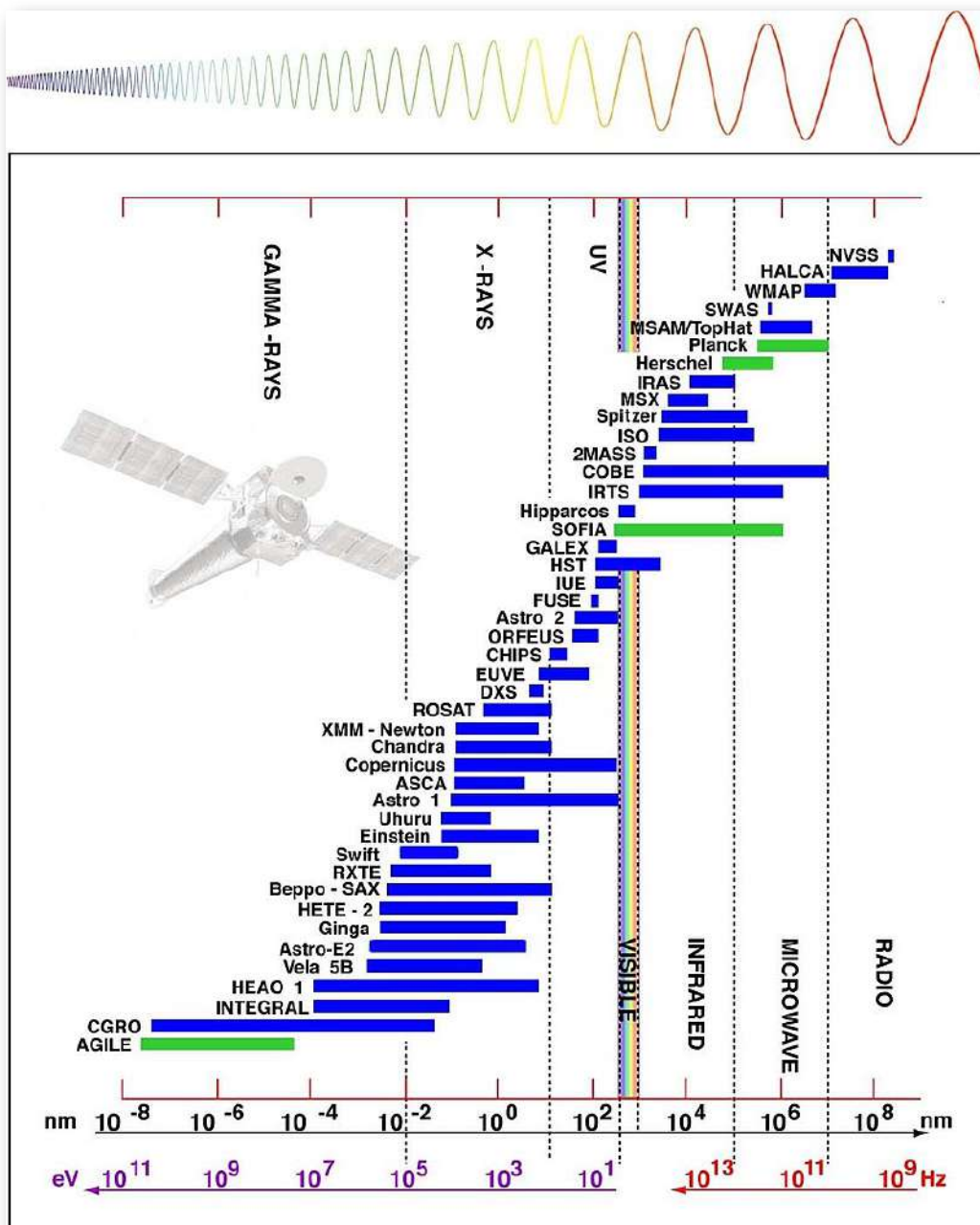


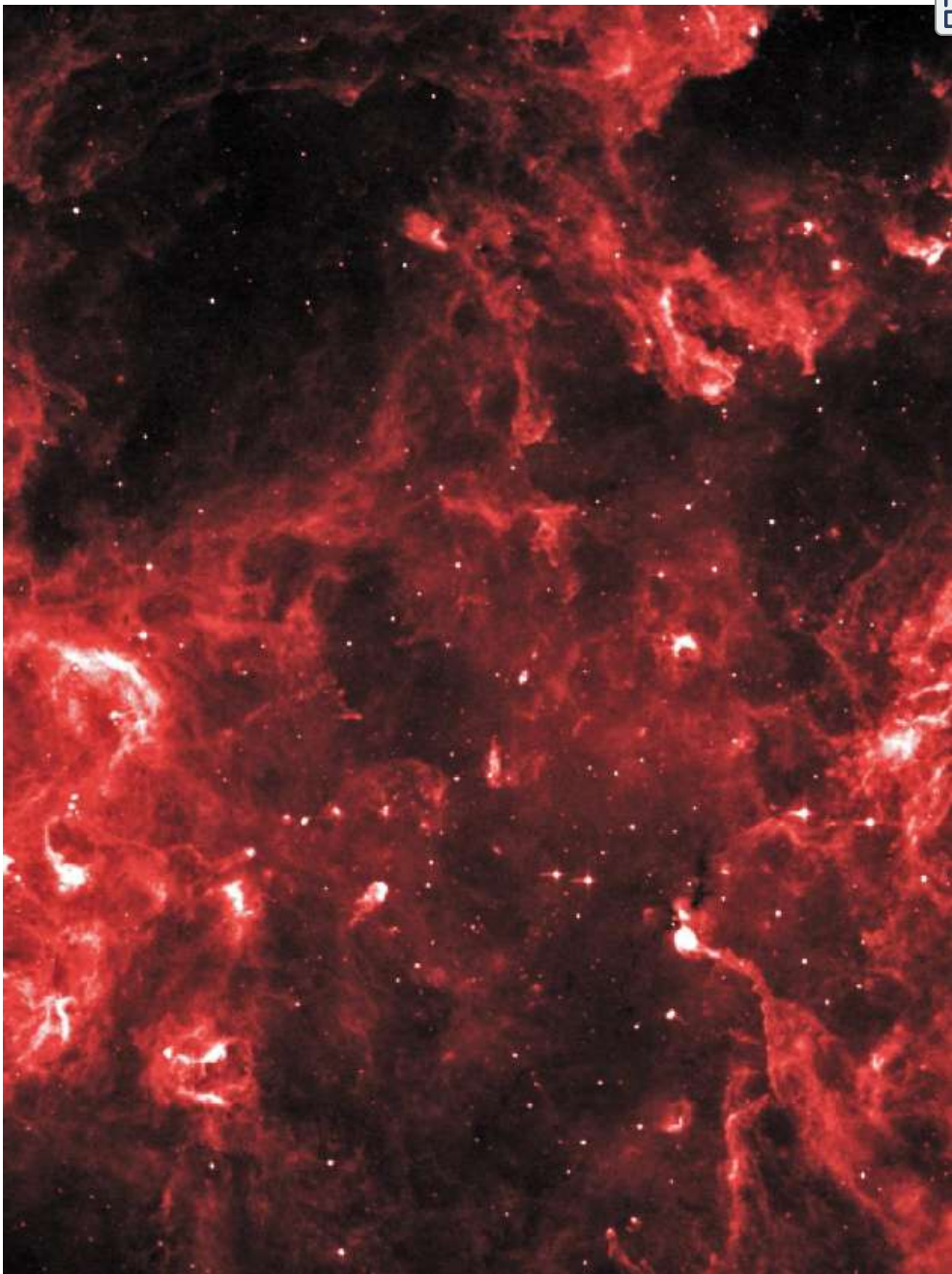
Figura 1.5. Clasificación de observatorios espaciales por zona del espectro electromagnético (Imagen de dominio público tomada de [NASA](#)).

## 1.5.1 Telescopio espacial de Rayos Gamma Fermi

El Fermi observa el cosmos utilizando la forma de luz de mayor energía, proporcionando una ventana importante a los fenómenos más extremos del universo, desde estallidos de rayos gamma y chorros de agujeros negros hasta púlsares, remanentes de supernovas y el origen de los rayos cósmicos. Fue puesto en órbita el 11 de junio de 2008 desde el cohete Delta II y su nombre honra al físico italiano Enrico Fermi.



**Figura 1.6.** El satélite y su accesorio de conexión de carga útil (Crédito de la foto: [NASA/Kim Shiflett](#)).



Cygnus X alberga muchas agrupaciones estelares jóvenes ([NASA](#)).

## 1.5.2 Observatorio de rayos X Chandra

Satélite artificial lanzado por la NASA el 23 de julio de 1999. Fue llamado así en honor del físico indio Subrahmanyan Chandrasekhar, uno de los fundadores de la astrofísica. Chandra permite a científicos de todo el mundo obtener imágenes de rayos X de ambientes exóticos para ayudar a comprender la estructura y evolución del universo.



Imágenes del Chandra ([NASA](#)).

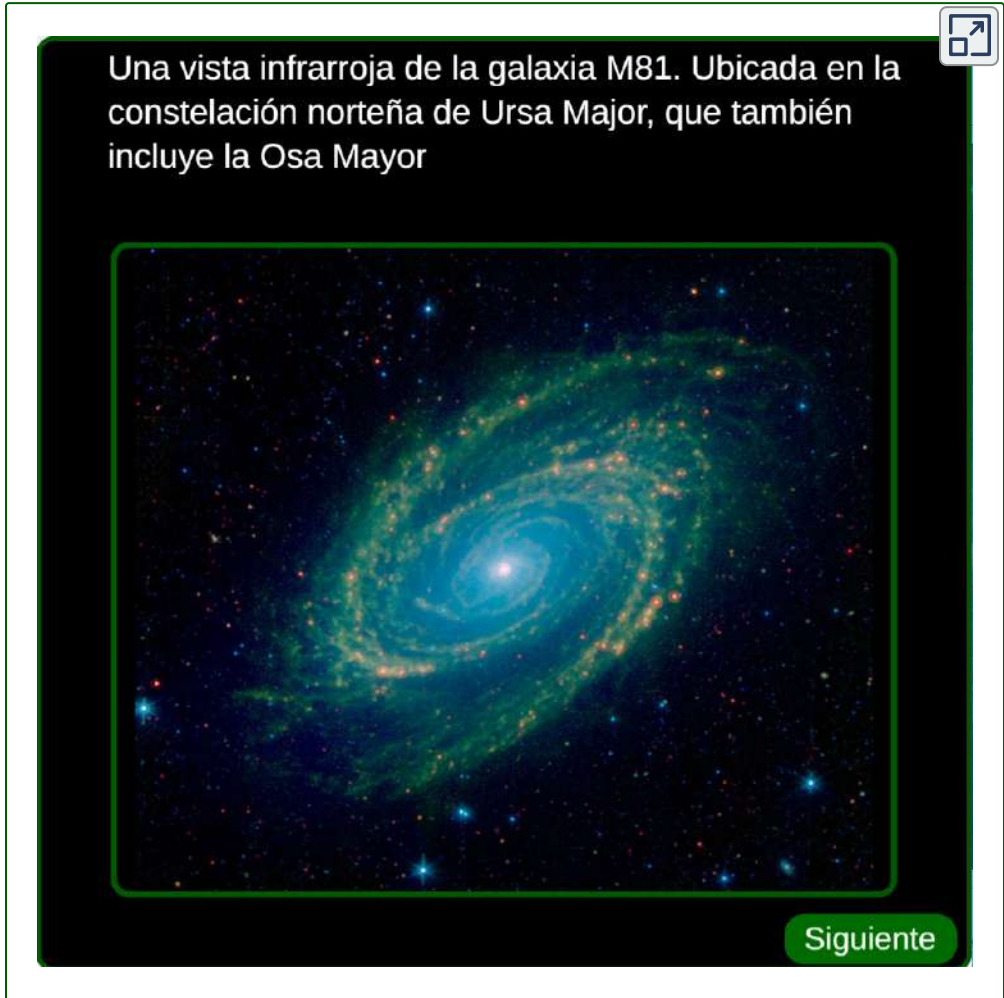




NGC 4258: Pirotecnia galáctica a 23 millones de años luz de distancia ([NASA](#)).

### 1.5.3 Telescopio espacial infrarrojo Spitzer

Fue lanzado el 25 de agosto de 2003 y desactivado 30 de enero de 2020. Otros telescopios espaciales en el infrarrojo que han precedido al Spitzer fueron los telescopios IRAS e ISO. Spitzer fue diseñado para detectar radiación infrarroja, que es principalmente radiación de calor.



Imágenes del Spitzer ([NASA](#)).



Las nubes torturadas de Eta Carinae. Las estrellas masivas pueden causar estragos en su entorno ([NASA](#)).



## 1.5.4 Telescopio espacial tipo reflector Hubble

Hubble es uno de los telescopios espaciales más renombrados de la astronomía moderna que orbita alrededor de la Tierra a 593 kilómetros sobre el nivel del mar. Bautizado en honor del astrónomo Edwin Hubble, fue puesto en órbita el 24 de abril de 1990, ha realizado más de 1,5 millones de observaciones y se han publicado más de 19 000 artículos científicos.

La Nebulosa Omega (M17) se asemeja a la furia de un mar embravecido, mostrando un océano burbujeante de gas hidrógeno brillante y pequeñas cantidades de otros elementos como oxígeno y azufre.



Siguiente

Imágenes del Hubble ([NASA](#)).



Hubble ve una cabeza de caballo de un color diferente ([NASA](#)).



## 1.6 El telescopio como máquina del tiempo

Este apartado es un fragmento del artículo publicado en "*The Conversation*" por Chris Impey, bajo una licencia Creative Commons (Leer el [artículo original](#)).

Los telescopios son como máquinas del tiempo. Si un objeto está a 10.000 años luz de distancia, eso significa que la luz tarda 10.000 años en llegar a la Tierra. Entonces, cuanto más lejos en el espacio miran los astrónomos, más atrás en el tiempo estamos mirando.



**Figura 1.7.** El telescopio espacial James Webb fue diseñado específicamente para detectar las galaxias más antiguas del universo (Crédito de la imagen: NASA/Desiree Stover, CC BY).

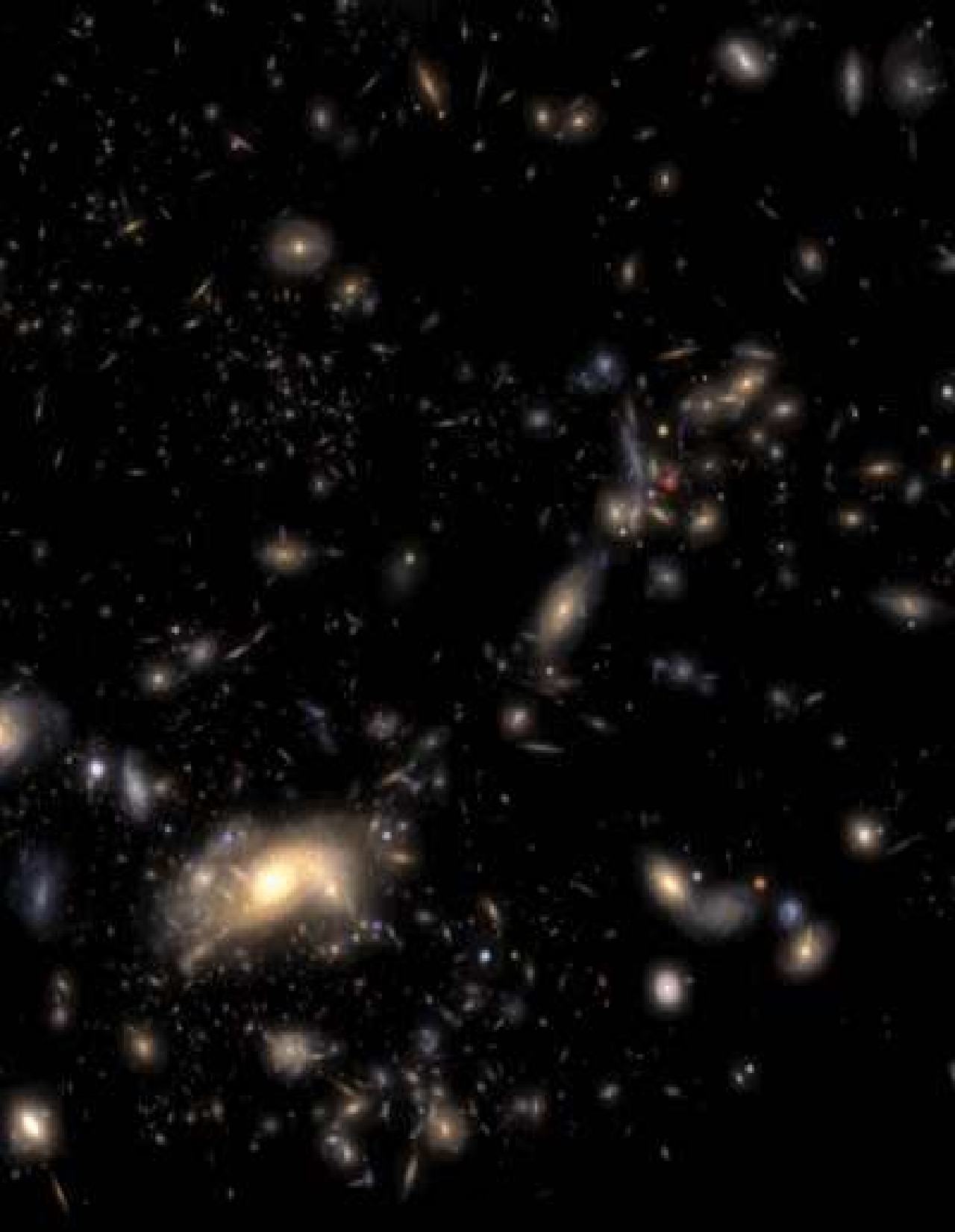
Los ingenieros [optimizaron a James Webb](#) para detectar específicamente la tenue luz infrarroja de las primeras estrellas o galaxias. En comparación con el telescopio espacial Hubble, [James Webb tiene un campo de visión 15 veces más amplio en su cámara](#), recoge seis veces más luz y sus sensores están ajustados para ser más sensibles a la luz infrarroja.

La estrategia será [mirar profundamente un trozo de cielo durante mucho tiempo](#), recolectando tanta luz e información de las galaxias más distantes y antiguas como sea posible. Con estos datos, puede ser posible responder cuándo y cómo terminó la edad oscura, pero hay muchos otros descubrimientos importantes por hacer. Por ejemplo, desentrañar esta historia también puede [ayudar a explicar la naturaleza de la materia oscura](#), la misteriosa forma de materia que constituye aproximadamente el 80% de la masa del universo.

Una forma sencilla de comprender esa mirada al pasado, es a través de la siguiente animación tomada de un episodio de 2013 de *Cosmic Front* de NHK sobre las primeras estrellas ([publicada en Twitter](#)):











# Capítulo II

## El Universo

Capitolo

***EL UNO***

**Ítulo II**

**IVERSO**

## 2.1 Los divulgadores científicos

El acceso al conocimiento científico se logra gracias a las publicaciones, las cuales pueden provenir de libros o artículos que contienen los resultados de las investigaciones que realizan los diferentes actores vinculados a la ciencia. Pero, estas publicaciones, generalmente, van dirigidas a un público experto que tiene bases científicas, que les permiten comprender dichos resultados. No obstante, existen otras publicaciones que interpretan y hacen accesible el conocimiento científico al público en general. Mientras que a las primeras se les conoce como **comunicación científica**, a las segundas se les denomina **divulgación científica**, este libro, por ejemplo, se cataloga en esta segunda categoría.

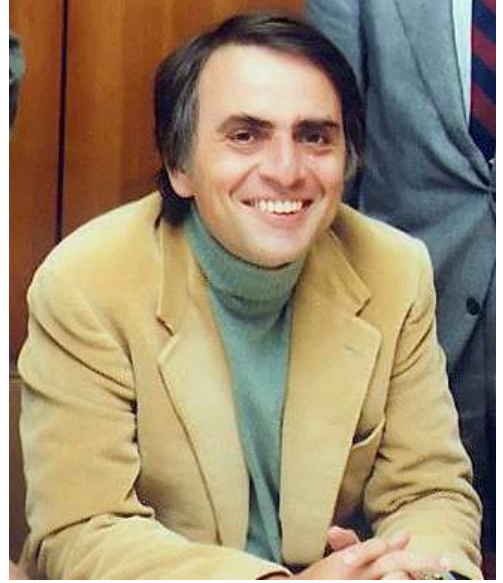
Algunos autores que han contribuido especialmente a la divulgación del conocimiento científico son: Jacob Bronowski (El ascenso del hombre), Carl Sagan (Cosmos: Un viaje personal), Stephen Hawking (Historia del tiempo), Richard Dawkins (El gen egoísta), Stephen Jay Gould y Edward O. Wilson, Martin Gardner, David Attenborough (La vida en la tierra) y autores de ciencia ficción como Isaac Asimov [...] Muchos artistas, aunque la divulgación científica no sea su actividad formal, han realizado esta tarea a través de sus obras de arte: gran número de novelas y cuentos y otros tipos de obras de ficción narran historias directa o indirectamente relacionadas con descubrimientos científicos diversos, como las obras de Julio Verne ([Wikipedia](#)).

Obviamente, la lista anterior es sólo una muestra, pues son muchos más los divulgadores de la ciencia que podríamos relacionar; por ejemplo, el astrofísico Neil deGrasse Tyson (*Welcome to the Universe in 3D*) es uno de los más recientes.

De los divulgadores científicos relacionados por Wikipedia, hemos seleccionado dos, que han contribuido al conocimiento del Universo.

## 2.1.1 Carl Sagan

Carl Edward Sagan (9 de noviembre de 1934 - 20 de diciembre de 1996) fue un astrónomo, científico planetario, cosmólogo, astrofísico, astrobiólogo, autor y divulgador científico. Su contribución científica más conocida es la investigación sobre la vida extraterrestre, incluida la demostración experimental de la producción de aminoácidos a partir de sustancias químicas básicas mediante radiación. Sagan reunió los primeros mensajes físicos enviados al espacio, la placa Pioneer y el Disco de Oro de la Voyager, mensajes universales que potencialmente podrían ser entendidos por cualquier inteligencia extraterrestre que pudiera encontrarlos. Sagan argumentó la hipótesis, aceptada desde entonces, de que las altas temperaturas de la superficie de Venus pueden atribuirse y calcularse utilizando el efecto invernadero ([Wikipedia](#)).



La serie de televisión de 1980 "*Cosmos: A Personal Voyage*", fue escrita y presentada por Carl Sagan, con una amplia gama de temas científicos, en especial los relacionados con el universo. A continuación, presentamos un apartado del

primer episodio "En la orilla del océano cósmico", correspondiente a la medición de la longitud de la tierra por Eratóstenes.



Haz clic en el botón, para iniciar el video

Video



El episodio completo, se puede ver en [Vimeo](#), [YouTube](#), [daylimotion](#) o en [facebook](#).

En este episodio, Carl Sagan viaja a través de las galaxias de Andrómeda y la Vía Láctea, la Nebulosa de Orión, nuestro Sistema Solar y finalmente el planeta Tierra. Hemos seleccionado el cálculo de Eratóstenes de la circunferencia de la Tierra, como introducción a nuestro segundo divulgador de la ciencia.



## 2.1.2 Isaac Asimov

Contra la estupidez, los propios dioses luchan en vano  
Friedrich Schiller



Isaac Asimov (1920-1992) fue uno de los grandes escritores de ciencia ficción pero, también, un gran divulgador científico. Algunas de sus obras de ciencia ficción son: Fundación, El fin de la Eternidad, El sol desnudo, "Yo, robot", El hombre bicentenario y Los propios dioses. Esta última, "Los propios dioses", publicada en 1972, toma el título de la novela de la frase «Contra la estupidez, los propios dioses luchan en vano» de Friedrich Schiller; el libro lo divide en tres partes, siendo la primera "Contra la estupidez", "Los propios dioses" la segunda,

y la tercera "Luchan en vano".

Entre 1960 y 1970, Asimov se dedica a la divulgación científica, con obras como: Momentos estelares de la ciencia, Breve historia de la química, ¿Hay alguien ahí?, Grandes ideas de la ciencia, El monstruo subatómico, El cometa Halley, Nueva guía de la ciencia, El código genético, Soles en explosión y **"El Universo. De la Tierra plana a los quásares"**, esta última publicada en 1966.

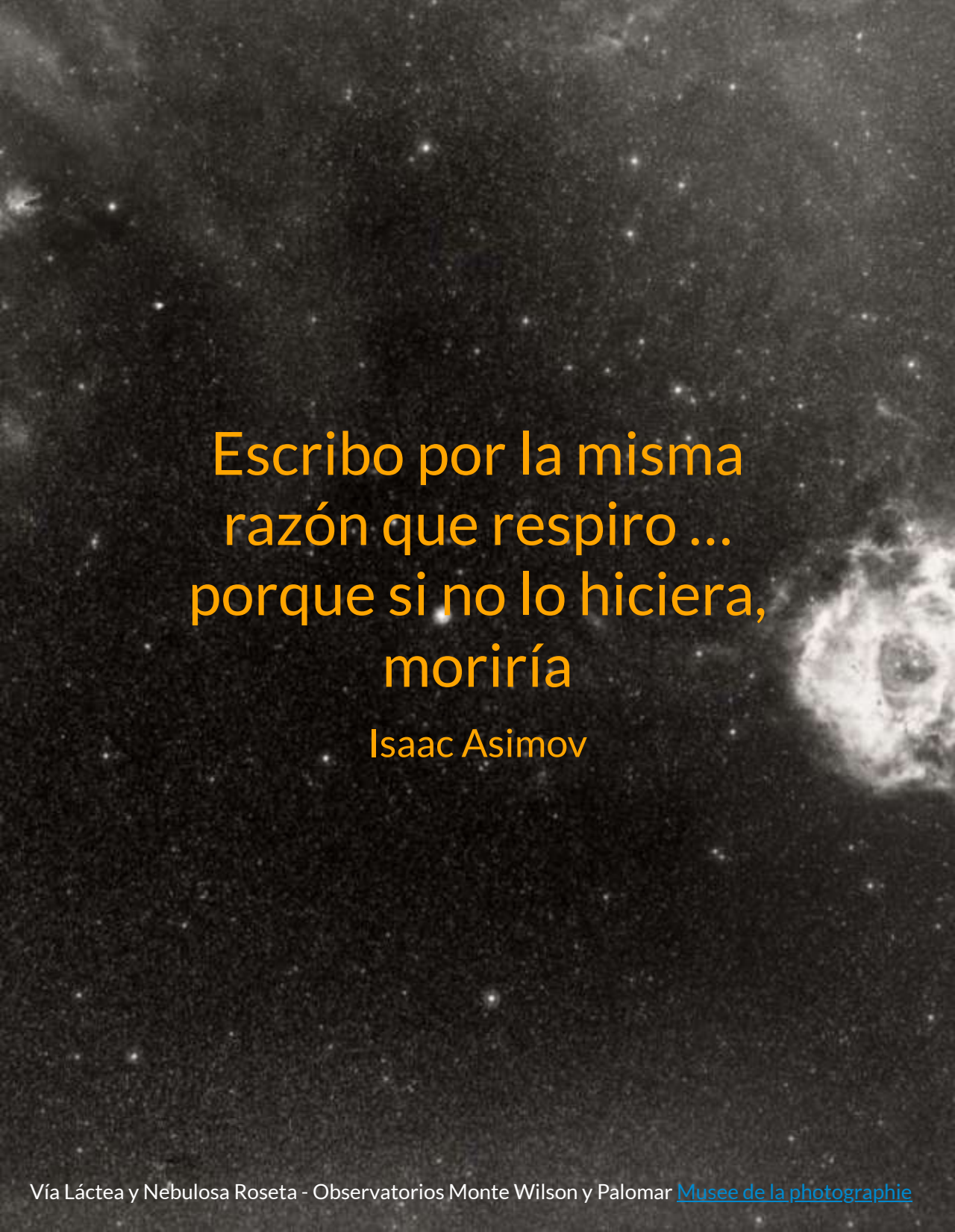
En 1976 compré un libro de la editorial "Círculo de Lectores". Se trataba del **El Universo** de Isaac Asimov. Mi interés por la astronomía lo despertó Asimov, pues en una forma sencilla, para legos, me explicaba que eran las galaxias, los tipos de estrellas, los paralajes, los cúmulos estelares, las nebulosas, supernovas, los púlsares y los quásares. Años más tarde, como profesor de matemáticas en una de mis clases de trigonometría demostraba la siguiente afirmación: **Si los griegos le hubieran creído a Eratóstenes, Cristóbal Colón no hubiera descubierto América**; después de deleitarme con la perplejidad de mis alumnos, procedía a explicar lo que le había aprendido a Asimov (el autor de este libro).



Es importante acotar que las observaciones del Universo, en la época de Asimov, se obtuvieron de los observatorios Lick, Mount Wilson y Palomar. En la página siguiente, hemos puesto una imagen de los observatorios Mount Wilson y Palomar.

Por lo dicho anteriormente, concluimos que para interesarse por la astronomía, basta un buen divulgador científico como Asimov o Sagan.

A continuación, como ejercicio matemático, demostraremos la afirmación sobre Eratóstenes y Cristóbal Colón.



Escribo por la misma  
razón que respiro ...  
porque si no lo hiciera,  
moriría

Isaac Asimov



La historia comienza con cierta observación que hace Eratóstenes<sup>3</sup> en el solsticio de verano (21 de junio). En dicho día, los rayos del Sol caen perpendicularmente en la ciudad de Siena (hoy Asuán, Egipto), mientras que a unos 800 km en la ciudad de Alejandría proyectaba sombra. Por experimentos anteriores, Eratóstenes sabía que los rayos del Sol son paralelos, evidencia adicional a la curvatura de la tierra (ver Figura 2.1).

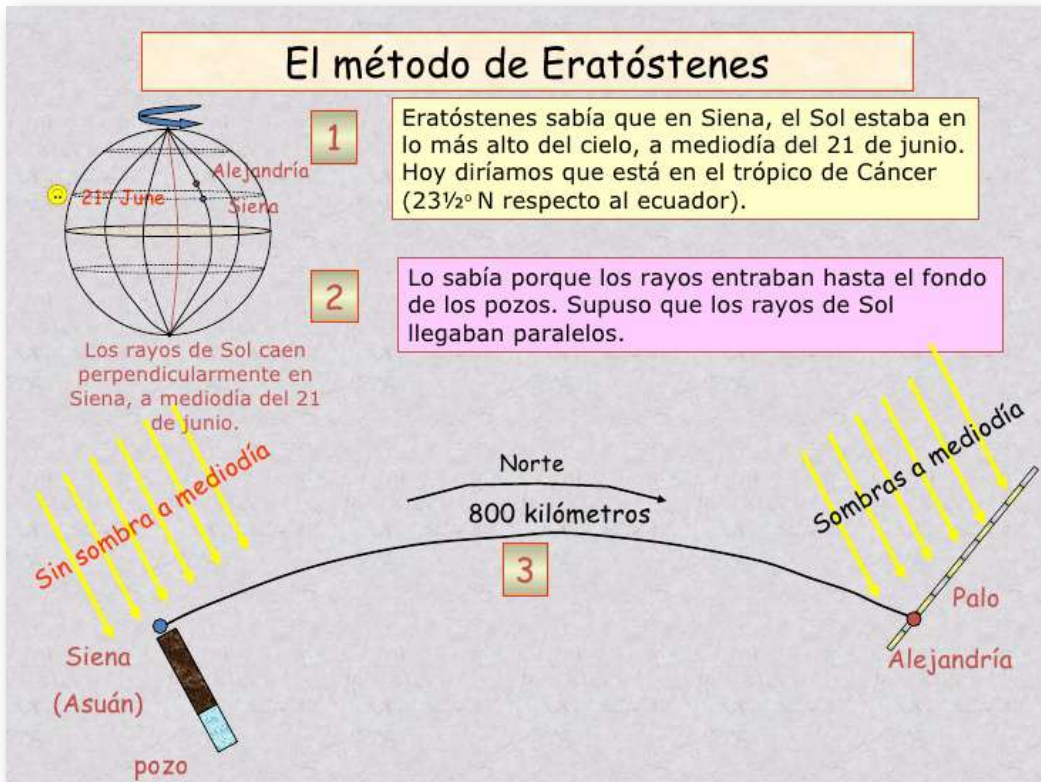
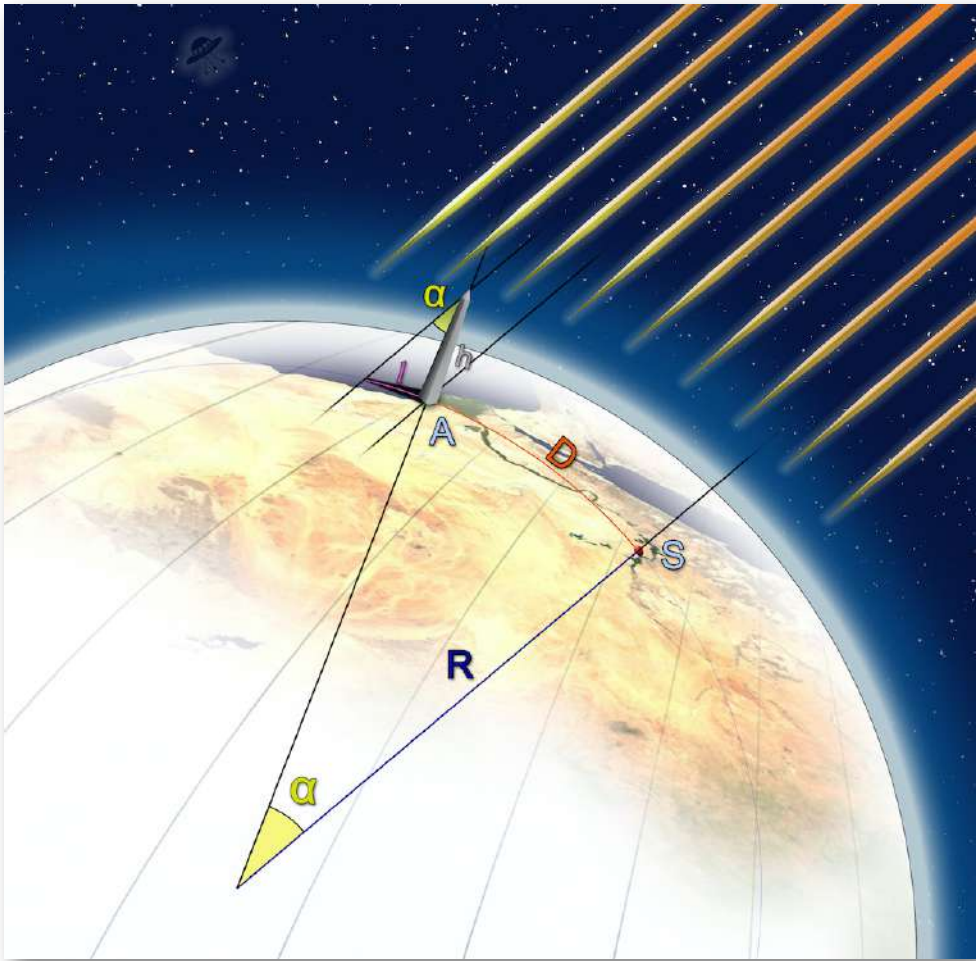


Figura 2.1. El método de Eratóstenes. Imagen tomada de ([Slideshare](#)).

Así las cosas, bastaba que calculara el ángulo  $\alpha$  en el triángulo rectángulo de la Figura 2.2, formado por una vara y la sombra proyectada, para calcular la longitud de la circunferencia terrestre.

<sup>3</sup> Eratóstenes nació en Cirene, antigua ciudad griega de Libia, hacia el año 276 AdC.





**Figura 2.2.** Cálculo del radio terrestre según el método de Eratóstenes. Imagen de Francesco De Lorenzo, bajo licencia GNU ([Wikimedia](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eratosthenes.jpg)).

El ángulo  $\alpha$  que obtuvo Eratóstenes fue de  $7.2^\circ$ . Finalmente, con una regla de tres simple, halló para  $360^\circ$  una longitud de la circunferencia terrestre de  $\approx 40.000 \text{ km}$ , ¡un 96% de la longitud real!

Pero, ¿qué tiene que ver Colón con esta historia? Resulta que en Grecia desestimaron el hallazgo de Eratóstenes y... pero, dejémos que Asimov intervenga un poco en la historia:

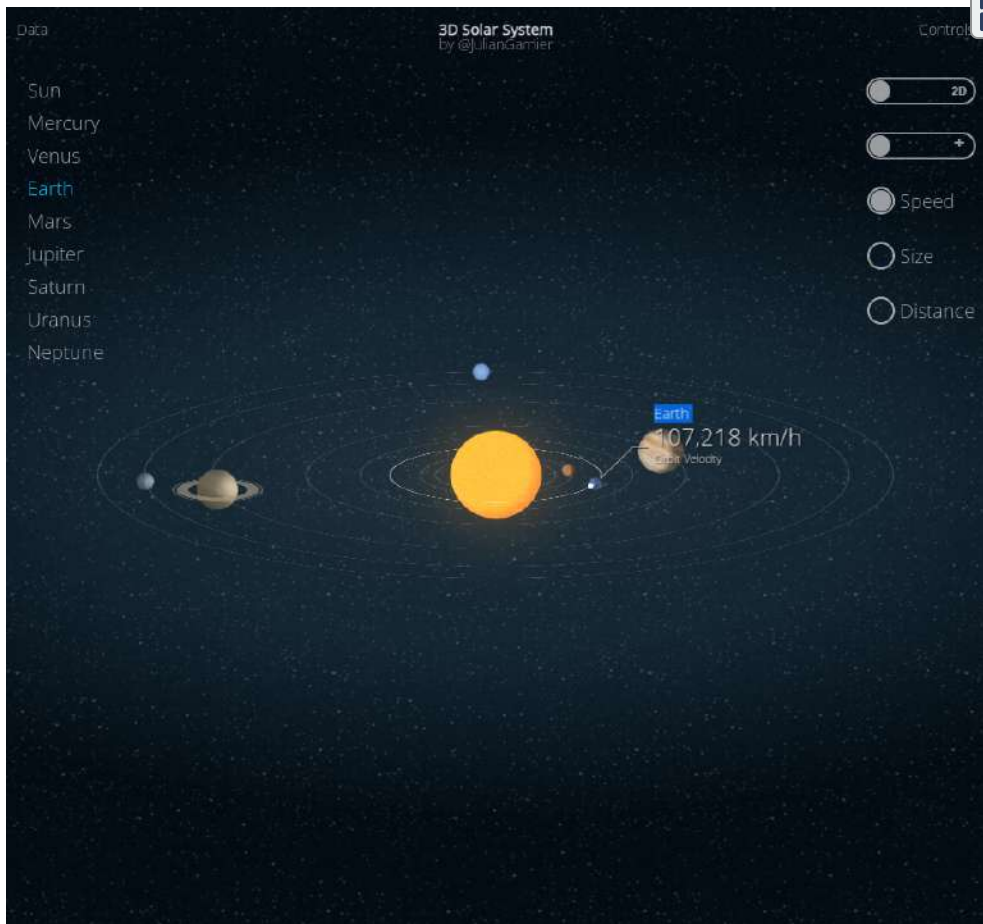
Evidentemente, la esfera de Eratóstenes se les antojaba algo desmesurada a los griegos, pues cuando más tarde los astrónomos repitieron las observaciones y obtuvieron cifras más pequeñas (29.000 kilómetros de circunferencia, 9.100 de diámetro y 256.000.000 de kilómetros cuadrados de superficie), dichas cifras fueron aceptadas sin pensarlo dos veces. Estas cifras prevalecieron a lo largo de toda la Edad Media y fueron utilizadas por Colón para demostrar que la ruta occidental desde España a Asia era una ruta práctica para los barcos de aquel tiempo (Asimov, 1976, pág. 12).

¡He ahí la respuesta! Si se le hubiera creído a Eratóstenes, Colón no se habría atrevido al viaje, pues serían 11.000 km adicionales que, para la época, no existía barco alguno que lograra tal travesía; obviamente, con el desconocimiento existente del continente americano.

## 2.2 El sistema solar

Un fenómeno que tuvo que ser observado desde los tiempos prehistóricos es que existen ciertos cuerpos celestes que se mueven con respecto a las estrellas: en un momento dado se encuentran próximos a una estrella determinada, mientras que en una ocasión posterior se hallan cerca de otra distinta. Estos cuerpos no podían estar adosados a la bóveda del cielo, sino que debían hallarse entre ésta y la Tierra. Los antiguos conocían siete de estos cuerpos, cuyos nombres son, por orden de brillo, los siguientes: el Sol, la Luna, Venus, Júpiter, Marte, Saturno y Mercurio. Los griegos llamaron a estos siete cuerpos «planetes» («errantes»), debido a que erraban entre las estrellas. El vocablo ha llegado hasta nosotros en la forma «planetas» (Asimov, 1976, pág. 15).

No nos detendremos a describir los cuerpos de nuestro sistema solar, pues es conocimiento bastante popular. En la siguiente página, presentamos un interactivo diseñado por [Julian Garnier](#). En los controles podemos ver la velocidad orbital, el tamaño y la distancia al Sol de los planetas de nuestro sistema solar.



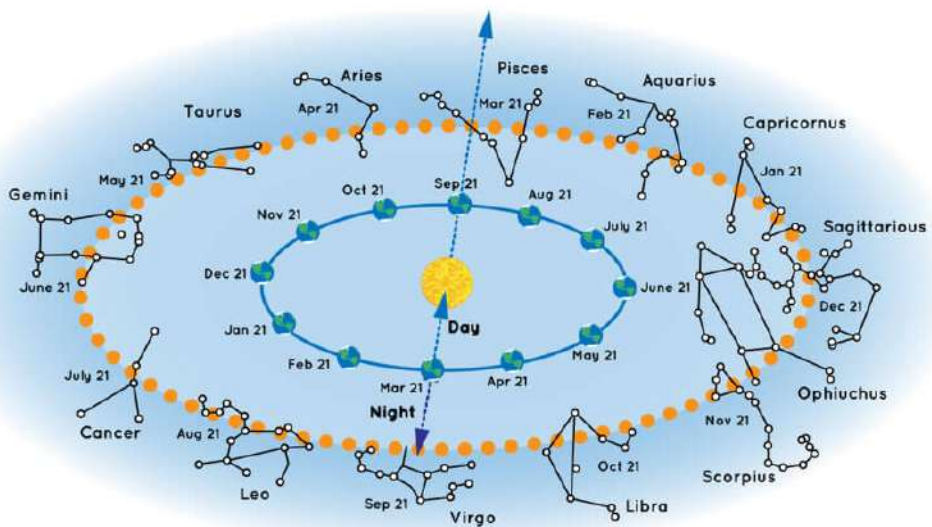
Con la opción **Data**, se puede seleccionar el planeta que se desea consultar.

**Nuestro sistema planetario es el único oficialmente llamado "sistema solar", pero los astrónomos han descubierto más de 3200 estrellas con planetas que las orbitan en nuestra galaxia**

## 2.3 Las constelaciones

Una constelación es un grupo de estrellas que se parece a una forma particular en el cielo y se le ha dado un nombre. Estas estrellas están muy lejos de la Tierra. No están conectados entre sí en absoluto. Algunas estrellas en una constelación pueden estar cerca mientras que otras están muy lejos. Pero, si tuviera que dibujar líneas en el cielo entre las estrellas como un rompecabezas de punto a punto, y usar mucha imaginación, la imagen se vería como un objeto, animal o persona.

Con el tiempo, las culturas de todo el mundo han tenido diferentes nombres y números de constelaciones según lo que la gente pensaba que veía. Hoy en día, hay 88 constelaciones reconocidas oficialmente ([NASA](#)).



**Figura 2.3.** Un gráfico que muestra algunas de las constelaciones que son visibles desde el hemisferio norte en diferentes épocas del año. Crédito: [NASA/JPL-Caltech](#).

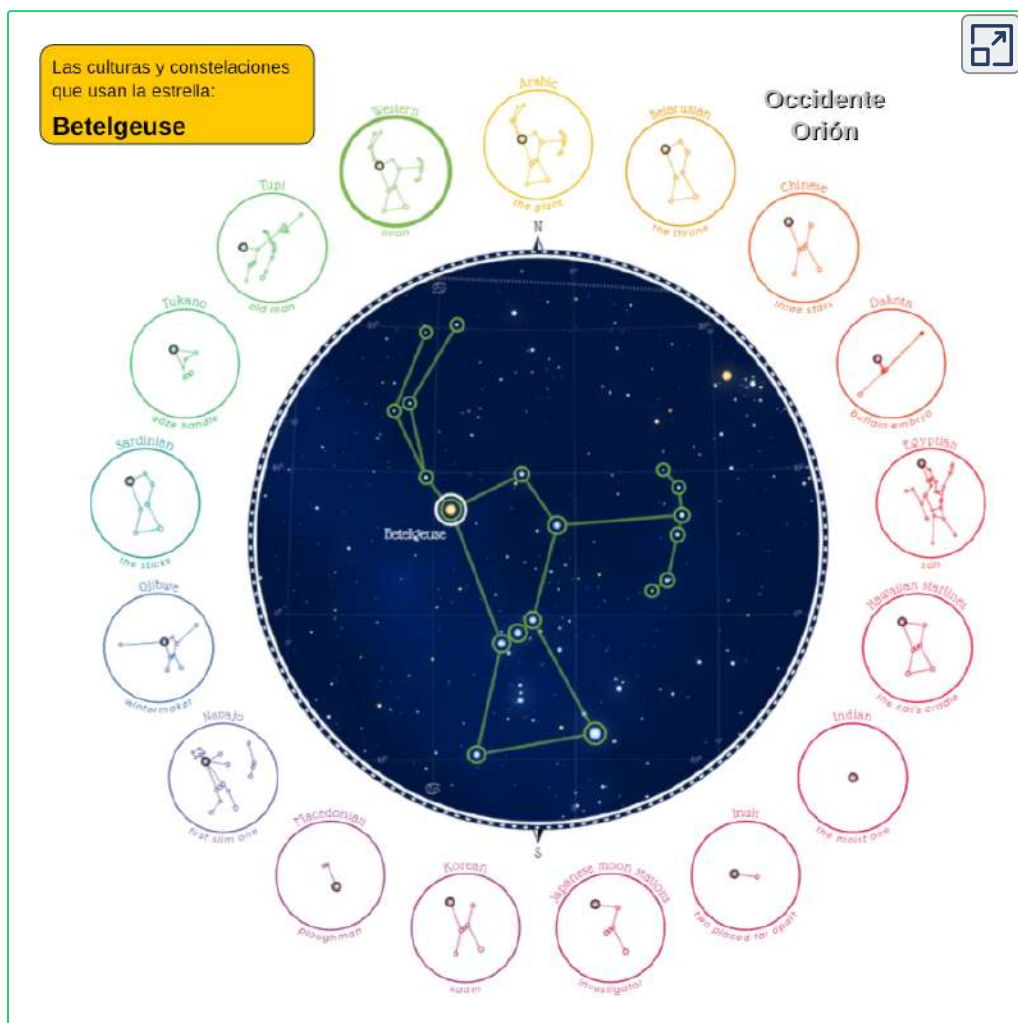
En la página de la derecha aparece Orión —el Cazador—, una constelación prominente, quizás la más conocida del cielo. Sus estrellas brillantes son visibles desde ambos hemisferios ([Wikipedia](#)).







Las constelaciones, entonces, son un grupo de estrellas en una región del Universo, las cuales, según la cultura, forman una figura determinada. Por ejemplo, en la siguiente escena interactiviva<sup>4</sup> puedes observar diferentes figuras en torno a la estrella Betelgeuse (haz clic en los círculos), el segundo astro más brillante de la constelación que en occidente llamamos **Orión** (una supergigante roja)



<sup>4</sup> Otras escenas interactivas similares, para otras estrellas, se pueden consultar en "[Figures in the Sky](#)".

## 2.4 La galaxias

Una galaxia es una enorme colección de gas, polvo y miles de millones de estrellas y sus sistemas solares, todos unidos por la gravedad ([NASA](#)).



Para empezar, observa algunas galaxias:

NGC 7678, una galaxia con un brazo particularmente prominente, ubicada aproximadamente a 164 millones de años luz de distancia en la constelación de Pegaso  
**25 de marzo de 2021**



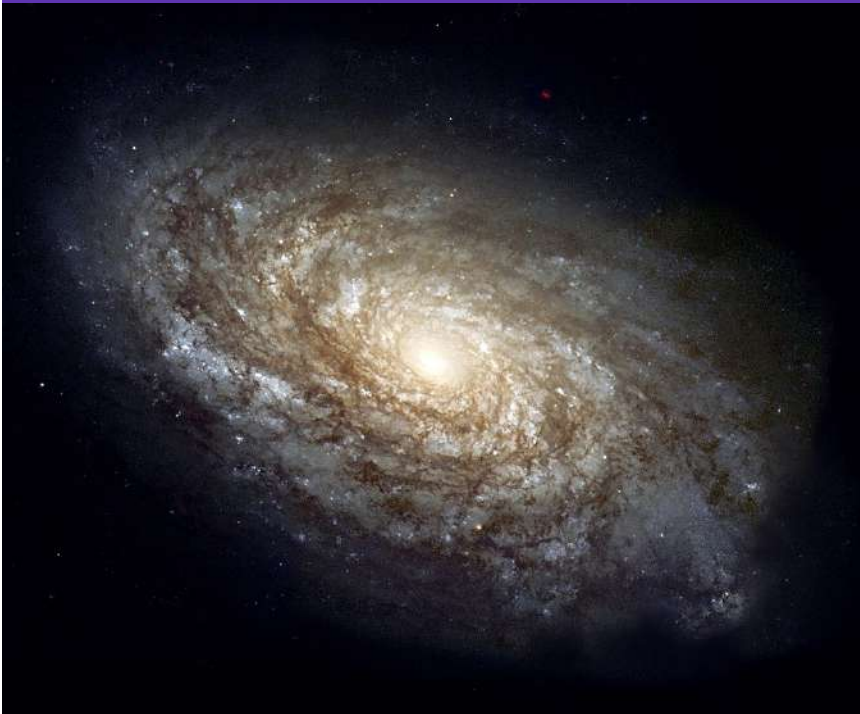
Siguiente

Pudiste observar dos expresiones recurrentes en la información sobre las galaxias. La primera es el nombre, que en algunas de ellas inician con las siglas NGC y luego un número. Las siglas NGC significan "**Nuevo Catálogo General**" de Nebulosas y Cúmulos de Estrellas, en inglés *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars*.



La segunda expresión, que amerita una breve explicación, es la que indica la distancia de la galaxia en millones de años luz. Los astrónomos, ante distancias tan incomprensibles, han optado por usar algunas unidades especiales; por ejemplo, de Wikipedia copiamos:

NGC 4414, una típica galaxia espiral en la constelación Coma Berenices, cuyo diámetro es aproximadamente 19 000 parsec y a una distancia aproximada de 20 millones de parsec.



en la que aparece la unidad **parsec**, la cual equivale a 3,26 años luz, o 200.000 unidades astronómicas<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Una «unidad astronómica» es la distancia media de la Tierra al Sol, que es 149.588.000 km. Para todos los efectos 1 U. A.= 150.000.000 de kilómetros. o 30 billones de kilómetros.

A lo largo de todo el cielo y atravesando las constelaciones de Orión, Perseo, Casiopea, Cisne, Águila, Sagitario, Centauro y Carena, se extiende una banda de suave luminosidad que corta al plano ecuatorial de la Tierra a un ángulo de  $62^\circ$ . En medio de las luces estridentes de una ciudad moderna se desvanece, pero en pleno campo y en una noche sin luna constituye una visión magnífica.

Los antiguos que no conocían la dudosa bendición (dudosa desde el punto de vista del astrónomo) de la luz eléctrica, conocían muy bien esta banda luminosa. Los griegos le dieron el nombre de «*galaxias kyklos*» («círculo lácteo») y los romanos la llamaron «vía láctea», nombre con que se la conoce actualmente. La palabra «galaxia» proviene de la versión griega de dicho nombre (Asimov, 1976, pág. 51).

## Un poco de historia

Desde tiempos remotos, la galaxia de la vía láctea asombró al hombre. Como lo escribe Asimov, fueron los griegos quienes le dieron un primer nombre, al suponer que la gran mancha blanca que surcaba el cielo eran los restos de la leche materna derramada por la diosa Hera. Durante los siglos siguientes, el hombre continuó investigando sobre todas las galaxias visibles al ojo humano, extendiendo su visión con el uso de telescopios, interés que no se ha apagado, pues cada vez usa telescopios de mayores prestaciones como el Hubble, el Webb y, próximamente, el Roman. Los próximos descubrimientos serán mayores, en tanto que otros países como Rusia con el Spektr-RG o China con su Xuntian aportarán más información del Universo no visible.

En este apartado haremos un breve repaso sobre los avances del hombre en el estudio de las galaxias. El texto y las imágenes, en su mayoría, son tomados de Wikipedia.

### Galaxia (del griego γαλαξίας 'lácteo')



En 1610, Galileo Galilei usó un telescopio para estudiar la cinta lechosa en el cielo nocturno llamada Vía Láctea, y descubrió que está compuesta por una inmensa cantidad de pequeñas estrellas. Contó las estrellas de la constelación de Orión y constató que ciertas estrellas visibles a simple vista son, en verdad, cúmulos de estrellas ([Wikipedia](#)), como ya lo habían sugerido algunos filósofos de los tiempos pretelescópicos (Asimov, 1976, pág. 53).



En 1755, Immanuel Kant teorizó sobre la estructura y las agrupaciones de estrellas en el tratado *Historia general de la naturaleza y teoría del cielo*, basado en un trabajo previo de Thomas Wright. Kant afirmaba que la Vía Láctea era un sistema formado por miles de sistemas solares como el nuestro, agrupados en una estructura de orden superior y de características similares a las de los sistemas planetarios, sensiblemente plana, de forma elíptica, en movimiento de rotación alrededor de un centro y

regidas por la misma mecánica celeste. Desde un planteamiento completamente teórico, Kant afirmó que era lógico suponer la existencia de otros planetas y satélites orbitando alrededor de otras estrellas, y que debían existir otras «Vías Lácteas» separadas a distancias de un orden de magnitud comparable a su vasto tamaño.

Según el razonamiento de Kant, estas galaxias o "universos isla" teóricos serían visibles desde la Tierra como nubes ovaladas de luz tenue, sin que fuera posible distinguir las estrellas individuales dentro de ellas. Kant las identifica con ciertos tipos de nebulosas, que Pierre Louis Maupertuis describió como «pequeños lugares cuya luz es sólo un poco mayor que la oscuridad del espacio celestial, todas ellas con el aspecto de elipses más o menos abiertas, pero cuya luz es mucho más débil que cualquier otra que conozcamos en el cielo» ([Wikipedia](#)).

Charles Messier (Badonviller, Lorena; 26 de junio de 1730-París, 12 de abril de 1817) fue un astrónomo y cazacometas francés, conocido por ser el creador del catálogo de 110 objetos del espacio profundo (nebulosas, galaxias y cúmulos de estrellas) que constituyen el catálogo de objetos Messier. Este catálogo se publicó por primera vez en 1774. Los objetos Messier se numeran del M1 al M110, y aún hoy en día los aficionados los conocen por ese nombre. Hacia el final del siglo XVIII, las galaxias no habían sido descubiertas. Más tarde William Herschel elaboró un catálogo que contenía unos 2500 «objetos del espacio profundo». En 1845, Lord Rosse construyó un nuevo telescopio, con el cual consiguió distinguir las «nebulosas» elípticas de las circulares. Este telescopio permitía ver de manera parcial para poder distinguir en algunas de estas «nebulosas» fuentes puntuales individuales de luz, confirmando de manera parcial las anteriores conjeturas de Kant ([Wikipedia](#)).

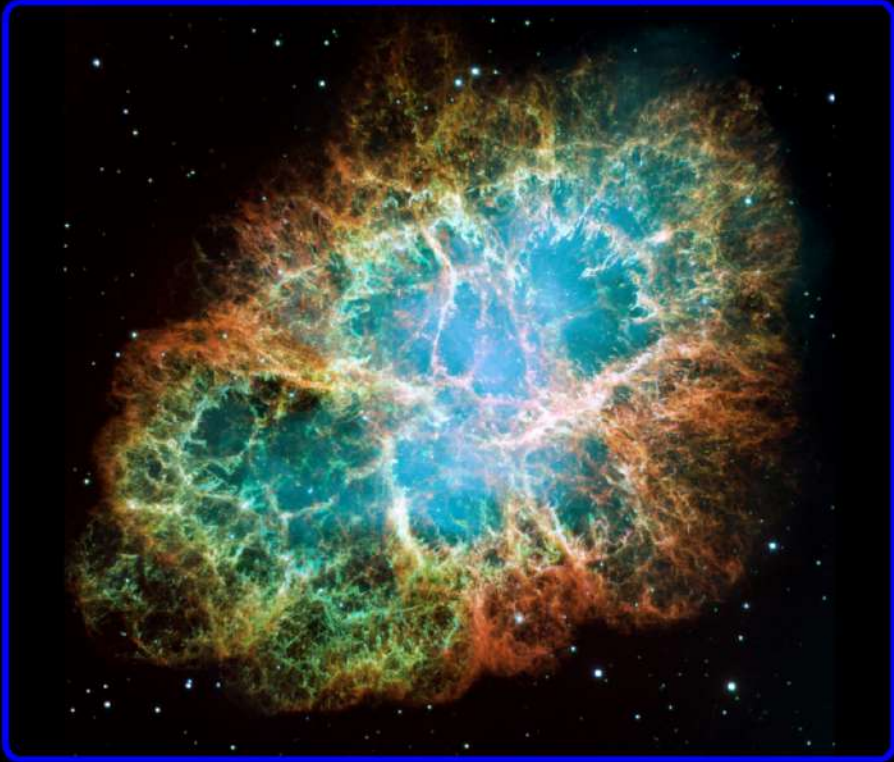


Más tarde William Herschel elaboró un catálogo que contenía unos 2500 «objetos del espacio profundo». En 1845, Lord Rosse construyó un nuevo telescopio, con el cual consiguió distinguir las «nebulosas» elípticas de las circulares. Este telescopio permitía ver de manera parcial para poder distinguir en algunas de estas «nebulosas» fuentes puntuales individuales de luz, confirmando de manera parcial las anteriores conjeturas de Kant ([Wikipedia](#)).

Del [Catálogo Messier del Hubble](#), hemos seleccionado 11 de los 110 objetos astronómicos, en la siguiente escena interactiva.

## Messier 1 (La Nebulosa del Cangrejo)

Créditos: NASA, ESA, J. Hester y A. Loll (Universidad Estatal de Arizona)



Siguiente

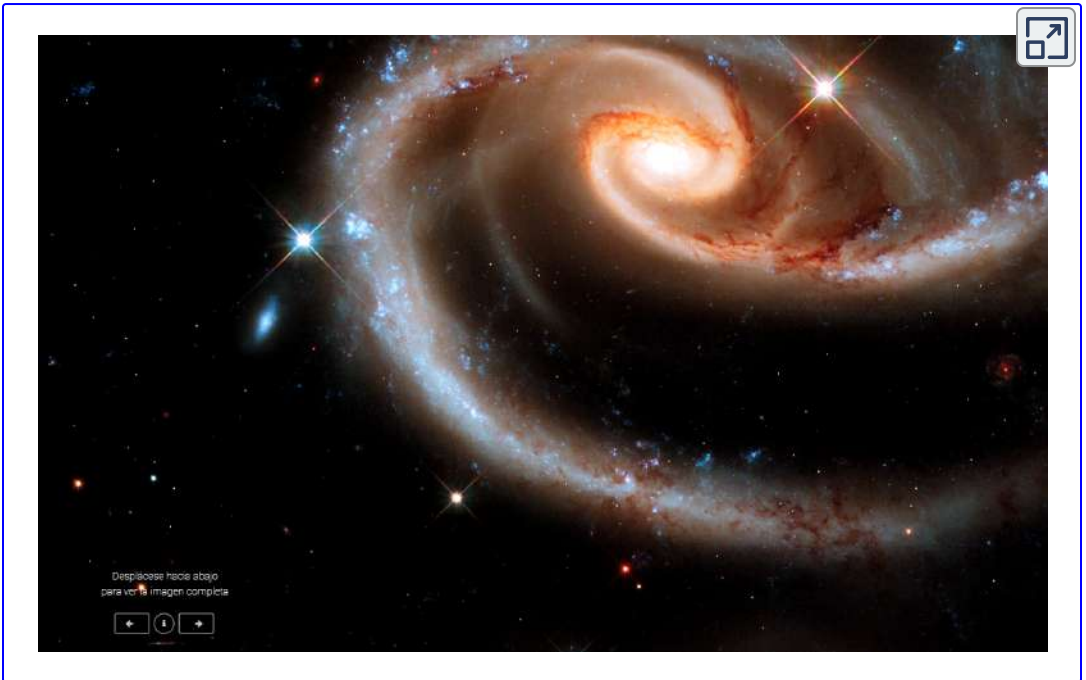
La idea misma de que existen otras galaxias solía ser controvertida. Incluso en la década de 1920, muchos astrónomos pensaban que la Vía Láctea abarcaba todo lo que existe en el universo. La evidencia encontrada en 1924 de que nuestra Galaxia no está sola fue uno de los grandes descubrimientos científicos del siglo XX (<https://openstax.org/books/astronomy>).

En 1917, Heber D. Curtis había observado la nova S Andrómeda, en la «nebulosa» de Messier M31. Buscando en los registros fotográficos, encontró otras 11 novas y observó que, en promedio, estas novas eran 10 órdenes de magnitud más débiles que las ocurridas en nuestra galaxia. Como resultado de esta observación pudo predecir que dichas novas se debían encontrar a una distancia de 150 000 parsecs. Heber se convirtió en un célebre defensor de la hipótesis de los «universos isla», que sostenía que las «nebulosas espirales» eran realmente galaxias independientes.

En 1920 ocurrió el gran debate entre Harlow Shapley y Heber Curtis en torno a la naturaleza de nuestra galaxia, las «nebulosas espirales» y la dimensión del universo. Para defender la afirmación de que M31 era una galaxia externa, Curtis argumentaba que las líneas oscuras observadas en dicha «nebulosa» eran similares a las nubes de polvo que se observan en la nuestra. Usar un nuevo telescopio le permitió a Edwin Hubble descubrir las partes exteriores de algunas «nebulosas espirales» como colecciones de estrellas individuales. Más aún, Hubble pudo identificar en esas estrellas algunas variables cefeidas y éstas le permitieron estimar la distancia a dichas «nebulosas». Resultó que estaban demasiado alejadas para ser parte de la Vía Láctea. En 1936, Hubble organizó un sistema de clasificación de galaxias que todavía se usa en nuestros días: la secuencia de Hubble.

A partir de 1990, el estudio de galaxias ha mejorado sustancialmente con el telescopio espacial Hubble y otros telescopios espaciales, que cuentan con cámaras sensibles al infrarrojo, ultravioleta, rayos X y rayos gamma. Nuestra galaxia, la Vía Láctea, pertenece a un Grupo Local de unas cuarenta y seis galaxias dominadas por la Vía Láctea y la Galaxia de Andrómeda. Este cúmulo se encuentra en el límite de un «superconglomerado» que comprende casi cinco mil galaxias. El supercúmulo, a su vez, pertenece a otra enorme concentración de galaxias reunidas en masas compactas y suaves ([Wikipedia](#)).

Habrás observado que hemos hablado de nebulosas y cúmulos estelares, terminemos este capítulo hablando sobre ello. Pero antes, observa algunas imágenes en la siguiente escena diseñada por [Vinayak Mukherjee](#).

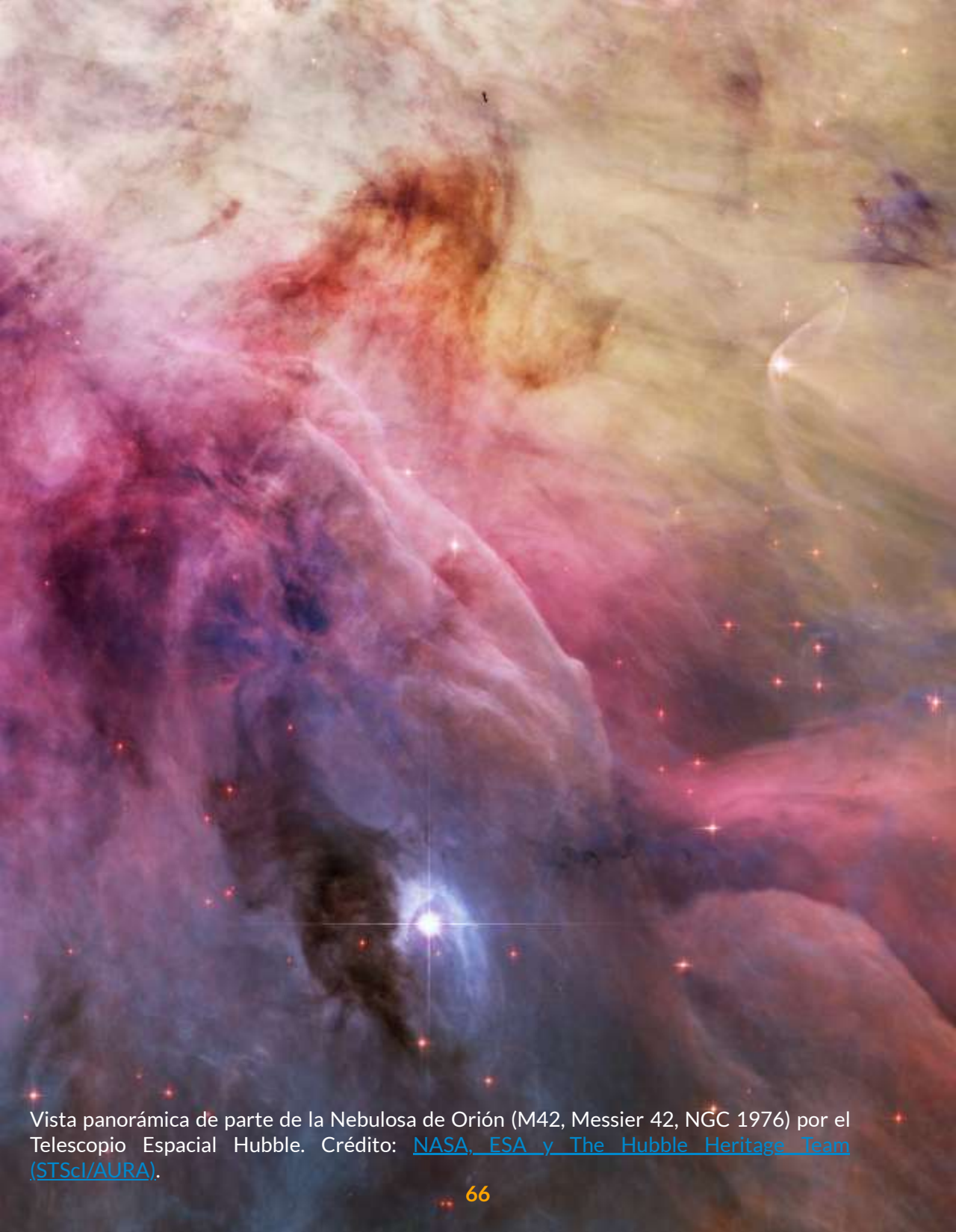


**Amplía la escena haciendo clic en el botón de la esquina superior derecha, para disfrutar mejor de las imágenes.**

## 2.5 Las nebulosas

En 1694, el astrónomo holandés Christian Huygens (1629-1695) incluyó en su diario la descripción de una zona brillante y difusa en la constelación de Orión. Las regiones de estas características, cuyo aspecto se asemeja al de una nube luminosa, recibieron el nombre de «nebulosas» («nébula» es nube en latín). La descrita por Huygens es la «Nebulosa de Orión», un objeto descomunal. Hoy día se conocen otras muchas nebulosas luminosas de este tipo, algunas de ellas muy hermosas (Asimov, 1976, pág. 83).

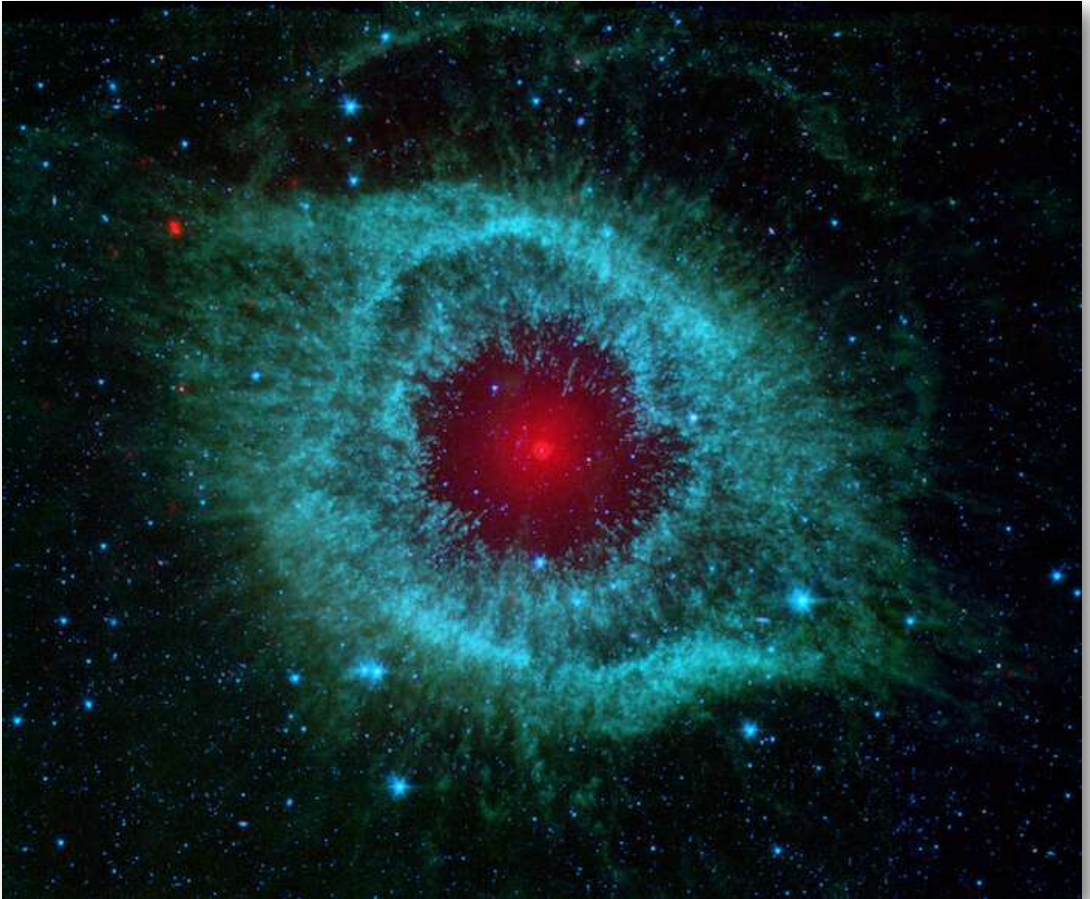




Vista panorámica de parte de la Nebulosa de Orión (M42, Messier 42, NGC 1976) por el Telescopio Espacial Hubble. Crédito: [NASA, ESA y The Hubble Heritage Team \(STScI/AURA\)](#).

Una nebulosa es una nube gigante de polvo y gas en el espacio. Algunas nebulosas (más de una nebulosa) provienen del gas y el polvo arrojados por la explosión de una estrella moribunda, como una supernova. Otras nebulosas son regiones donde comienzan a formarse nuevas estrellas. Por esta razón, algunas nebulosas se llaman "viveros de estrellas" ([NASA](#)).

Las nebulosas se distribuyen por todo el espacio, entre las estrellas y demás cuerpos celestes. La nebulosa más conocida se llama “Helix” y está conformada por el remanente de una estrella extinta y es posible que haya sido similar al Sol. Se encuentra a unos 700 años luz de la Tierra ([NASA](#)).



**Figura 2.4.** Esta imagen puede parecer un globo ocular espeluznante, ¡pero en realidad es una nebulosa! El Telescopio Espacial Spitzer de la NASA capturó esta imagen de la Nebulosa Helix, que se encuentra en la constelación de Acuario. Crédito de imagen: NASA/JPL-Caltech/Universidad de Arizona.

Como ya habrás notado, los astrónomos han hecho grandes esfuerzos por descubrir estos cuerpos celestes, haz tú también un esfuerzo por descubrir algunas nebulosas en el siguiente puzzle giratorio.





Amplía la escena haciendo clic en el botón de la esquina superior derecha, para armar las nebulosas.

## 2.6 Los cúmulos estelares

Un cúmulo estelar es un grupo de estrellas atraídas entre sí por su gravedad mutua. La clasificación tradicional incluye dos tipos de cúmulos estelares: los cúmulos globulares y los cúmulos abiertos o galácticos.

Los cúmulos globulares son agrupaciones densas de centenares de miles o millones de estrellas viejas (más de mil millones de años), mientras que los cúmulos abiertos contienen generalmente centenares o millares de estrellas jóvenes (menos de cien millones de años) o de edad intermedia (entre cien millones y mil millones de años).

Los cúmulos abiertos son disgregados a lo largo del tiempo por su interacción gravitatoria con nubes moleculares en su movimiento por la galaxia mientras que los cúmulos globulares, más densos, son más estables frente a su disgregación (aunque, a largo plazo, también acaban siendo destruidos). Además de las diferencias en número de estrellas (y, por lo tanto, masa) y en edad entre los dos tipos tradicionales de cúmulos, también se distinguen por su metalicidad (los cúmulos abiertos son ricos en metales mientras que los globulares son pobres en ellos) y su órbita (los cúmulos abiertos pertenecen a la población del disco de la galaxia mientras que los globulares pertenecen al halo). Por el contrario, no existen diferencias grandes entre los tamaños de los núcleos de ambos tipos de cúmulos, que en ambos casos es de unos pocos pársecs ([Wikipedia](#)).



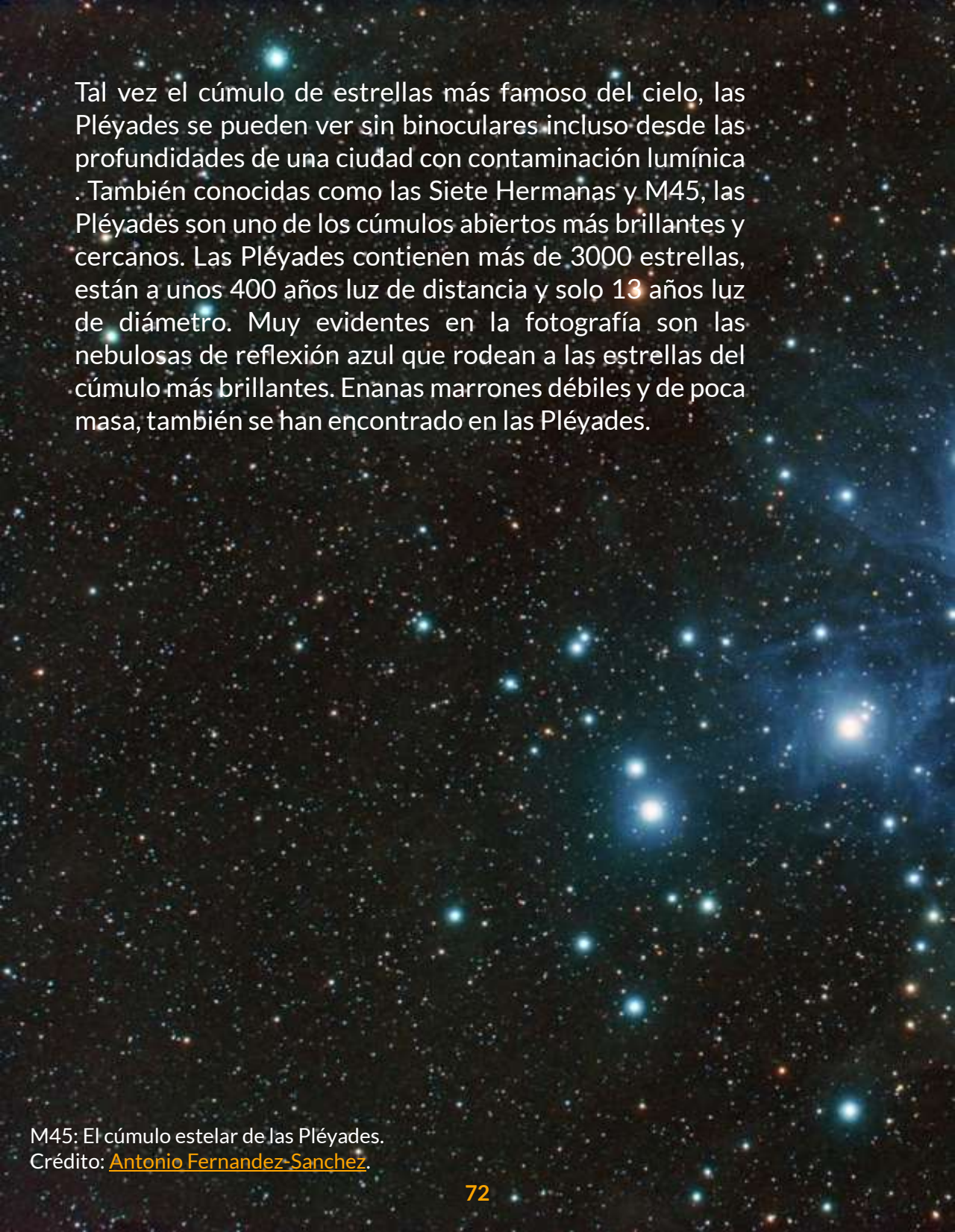
Figura 2.5. Cúmulo globular M13 [Wikipedia](#).





Messier 28, un cúmulo globular en la constelación de Sagitario (el Arquero). Crédito: [ESA/Hubble y NASA, JE Grindlay et al.](#)





Tal vez el cúmulo de estrellas más famoso del cielo, las Pléyades se pueden ver sin binoculares incluso desde las profundidades de una ciudad con contaminación lumínica. También conocidas como las Siete Hermanas y M45, las Pléyades son uno de los cúmulos abiertos más brillantes y cercanos. Las Pléyades contienen más de 3000 estrellas, están a unos 400 años luz de distancia y solo 13 años luz de diámetro. Muy evidentes en la fotografía son las nebulosas de reflexión azul que rodean a las estrellas del cúmulo más brillantes. Enanas marrones débiles y de poca masa, también se han encontrado en las Pléyades.



Aun cuando las Pléyades son el cúmulo más grandioso de cuantos se pueden observar a simple vista, no constituyen sino una muestra sumamente pálida de los espectáculos que se nos ofrecen a través del telescopio (Asimov, 1976, pág. 61).



## 2.7 Los Púlsares

Un púlsar (del acrónimo en inglés de pulsating star, 'estrella pulsante') es una estrella de neutrones que gira muy rápido y que está altamente magnetizada. La emisión que detectamos en la tierra de los púlsares es periódica, con intervalos de emisión cortos y regulares. La radiación es producida en los polos magnéticos, desde donde emana en haces muy delgados. Debido a que los haces de radiación están desalineados con el eje de rotación, un punto fijo en el espacio será brevemente iluminado por el haz de radiación sólo una vez por cada giro de la estrella (como un ocurre con un faro).

Las estrellas de neutrones pueden girar sobre sí mismas hasta varios cientos de veces por segundo. Esto implica que estas estrellas tengan un tamaño de unos pocos miles de metros, entre 10 y 20 kilómetros, ya que la fuerza centrífuga generada a esta velocidad es enorme y solo el potente campo gravitatorio de una de estas estrellas (dada su enorme densidad) es capaz de evitar que se despedace ([Wikipedia](#)).



**Figura 2.6.** Púlsar de la Nebulosa del Cangrejo. Esta imagen combina imágenes del Hubble (rojo) y del Telescopio Chandra (azul). [Wikipedia](#).



PSR B1509-58 parece joven. La luz de la explosión de la supernova que la originó habría llegado a la Tierra por primera vez hace unos 1.700 años. La estrella de neutrones magnetizada de 20 kilómetros de diámetro gira 7 veces por segundo. Su estructura se asemeja a una mano, que algunos han llamado "la mano de Dios" ([NASA](#)).



## 2.8 Quásares

Aunque su aspecto recordaba al de una estrella, las radiofuentes compactas tal vez no fuesen ni mucho menos estrellas comunes. Por ello se dio en llamarlas «fuentes cuasi-estelares». A medida que este concepto fue adquiriendo importancia para los astrónomos, la expresión «radiofuentes cuasi-estelares» resultó cada vez más incómoda de emplear, por lo cual Hong-Yee Chiu ideó en 1964 la abreviatura de «quásar» («quasistellar» en inglés), expresión nada eufónica, pero que, sin embargo, se encuentra ya firmemente afincada en la terminología astronómica (Asimov, 1976, pág. 328).

Una definición del quásar o cuásar es el de una galaxia recién nacida o una fuente de energía que se presenta en el agujero negro del centro de las galaxias recién nacidas, "caracterizados por ser una fuente astronómica de energía electromagnética, que incluye radiofrecuencias y luz visible" ([Wikipedia](#)).



**Figura 2.7.** Impresión de un artista de un cuásar del universo primitivo como podría haber sido: centrado en un agujero negro masivo, rodeado de láminas de gas y expulsando un poderoso chorro. Los cuásares se encuentran entre los objetos más distantes que vemos y brindan a la humanidad información única sobre el universo temprano e intermedio ([ESO](#), [M. Kornmesser](#)).



SS 433 es uno de los sistemas estelares más exóticos que se conocen. Su notable comportamiento proviene de un objeto compacto, un agujero negro o estrella de neutrones, que ha producido un disco de acreción con chorros<sup>6</sup>. Debido a que el disco y los chorros de SS 433 se asemejan a los agujeros negros supermasivos que rodean los centros de galaxias distantes, SS 433 se considera un microquásar. Como se ilustra en el video, una estrella normal masiva y caliente está bloqueada en órbita con el objeto compacto. Cuando comienza el video, se muestra material siendo arrancado gravitacionalmente de la estrella normal y cayendo sobre un disco de acreción. La estrella central también lanza chorros de gas ionizado en direcciones opuestas, cada uno a aproximadamente  $1/4$  de la velocidad de la luz. Luego, el video se amplía para mostrar una vista superior de los chorros que producen una espiral en expansión ([DESY, Science Communication Lab](#)).

---

<sup>6</sup> Acreción: Fenómeno por el cual materia, normalmente gas, es atraída por un cuerpo debido a la interacción gravitatoria y pasa a incorporarse al mismo



# Capítulo III

## Las imágenes del James Webb





El presidente de los Estados Unidos, Joe Biden, y la vicepresidenta Kamala Harris, obtienen una vista previa de las imágenes del Telescopio Espacial James Webb de la NASA en una reunión, el lunes 11 de julio de 2022, en el South Court Auditorium en el Eisenhower Executive Office Building en el complejo de la Casa Blanca en Washington.





## 3.1 La primeras imágenes

Durante varias semanas, el mundo estuvo a la espera de las primeras imágenes del Webb. El 12 de julio de 2022, la NASA presenta al mundo las primeras imágenes, que evidencia otra de las diferencias con el Hubble, pues la imágenes prsentan resoluciones que van desde los 4k a los 16k.

Con la narración de Noelia González, hechemos un vistazo a esas primeras imágenes en el siguiente video:



### 3.1.1 El primer campo profundo

Como lo dije en el prefacio, no soy astrónomo, por lo que mi admiración por esta primera imagen es muy lejana de la que pueda sentir la comunidad científica, así que dejemos a ellos hablar sobre la imagen presentada en las siguientes dos páginas:

**El cúmulo de galaxias SMACS 0723** es un paisaje en tetracolor visto en luz infrarroja media por el Webb de la NASA. En comparación con la imagen de infrarrojo cercano de Webb a la derecha, las galaxias y las estrellas están inundadas de nuevos colores. Comience comparando la estrella azul brillante más grande. A la derecha, tiene picos de difracción muy largos, pero en el infrarrojo medio a la izquierda, sus puntos más pequeños se parecen más a los de un copo de nieve. Las estrellas también aparecen amarillas, a veces con picos de difracción verdes.

Si un objeto es azul y carece de púas, es una galaxia. Estas galaxias contienen estrellas, pero muy poco polvo. Esto significa que sus estrellas son más viejas: hay menos gas y polvo disponibles para condensarse y formar nuevas estrellas. También significa que sus estrellas están envejeciendo. Los objetos rojos en este campo están envueltos en gruesas capas de polvo y muy bien pueden ser galaxias distantes.

Los arcos prominentes en el centro del cúmulo de galaxias, que son galaxias que se estiran y magnifican mediante lentes gravitacionales, aparecen en azul en la imagen del instrumento de infrarrojo medio (MIRI) a la izquierda y en naranja en la imagen de la cámara de infrarrojo cercano (NIRCam) en Correcto. Estas galaxias son más antiguas y tienen mucho menos polvo.

Los tamaños de las galaxias en ambas imágenes ofrecen pistas sobre cuán distantes pueden estar: cuanto más pequeño es el objeto, más distante está. Entre este caleidoscopio de colores en la imagen MIRI, el verde es el más tentador. El verde indica que el polvo de una galaxia incluye una mezcla de hidrocarburos y otros compuestos químicos. Las diferencias en las imágenes de Webb se deben a las capacidades técnicas de los instrumentos MIRI y NIRCam. MIRI captura la luz del infrarrojo medio, que resalta dónde está el polvo. El polvo es un ingrediente importante para la formación de estrellas.

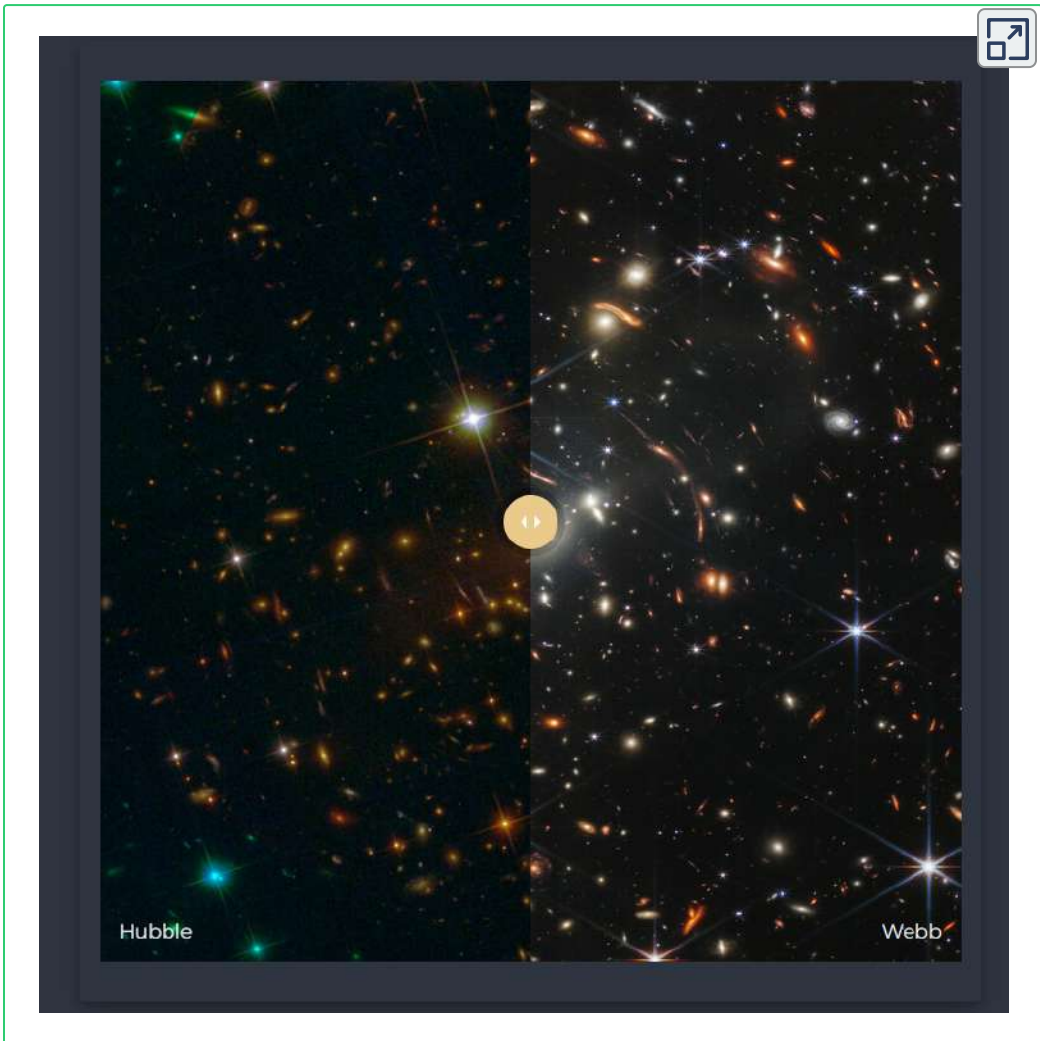
Las estrellas son más brillantes en longitudes de onda más cortas, por lo que aparecen con picos de difracción prominentes en la imagen de NIRCam (<https://webbtelescope.org/>).







En la siguiente escena interactiva, diseñada por [John Christensen](#), podemos comparar la imagen del Webb con la obtenida por el Hubble (desplaza el boton central de la imagen):



En la imagen del Webb o del Hubble, hay miles de galaxias, pero..

las imágenes de alta resolución del Webb combinadas con un efecto natural conocido como lentes gravitacionales hicieron posible una imagen finamente detallada.

Concéntrese en las galaxias responsables de la formación de lentes: la galaxia elíptica blanca brillante en el centro de la imagen y las galaxias blancas más pequeñas en toda la imagen. Unidos por la gravedad en un cúmulo de galaxias, están desviando la luz de las galaxias que aparecen en las grandes distancias detrás de ellos. La masa combinada de las galaxias y la materia oscura actúa como un telescopio cósmico, creando imágenes ampliadas, distorsionadas y, a veces, reflejadas de galaxias individuales.

Ejemplos claros de reflejo se encuentran en los prominentes arcos naranjas a la izquierda y derecha del cúmulo de galaxias más brillante. Estas son galaxias con lentes: cada galaxia individual se muestra dos veces en un arco. La imagen del Webb ha revelado completamente sus núcleos brillantes, que están llenos de estrellas, junto con cúmulos de estrellas naranjas a lo largo de sus bordes.

Una galaxia salpicada de cúmulos de estrellas aparece cerca del extremo inferior del pico de difracción vertical de la brillante estrella central, justo a la derecha de un largo arco naranja. La larga y delgada galaxia parecida a una mariposa está salpicada de focos de formación estelar. Dibuja una línea entre sus "alas" para que coincidan aproximadamente con sus cúmulos de estrellas, reflejados de arriba a abajo. Debido a que esta galaxia está tan ampliada y sus cúmulos de estrellas individuales son tan nítidos, los investigadores podrán estudiarla con exquisito detalle, lo que antes no era posible para galaxias tan distantes.

Las galaxias en esta escena que están más alejadas, las galaxias más pequeñas que se encuentran muy por detrás del cúmulo, no se parecen en nada a las galaxias espirales y elípticas observadas en el universo local. Son mucho más grumosos e irregulares. La imagen altamente detallada de Webb puede ayudar a los investigadores a medir las edades y masas de los cúmulos de estrellas dentro de estas galaxias distantes. Esto podría conducir a modelos más precisos de galaxias que existieron en la "primavera" cósmica. En última instancia, las próximas observaciones del Webb ayudarán a los astrónomos a comprender mejor cómo se forman y crecen las galaxias en el universo primitivo (<https://webbtelescope.org/>).



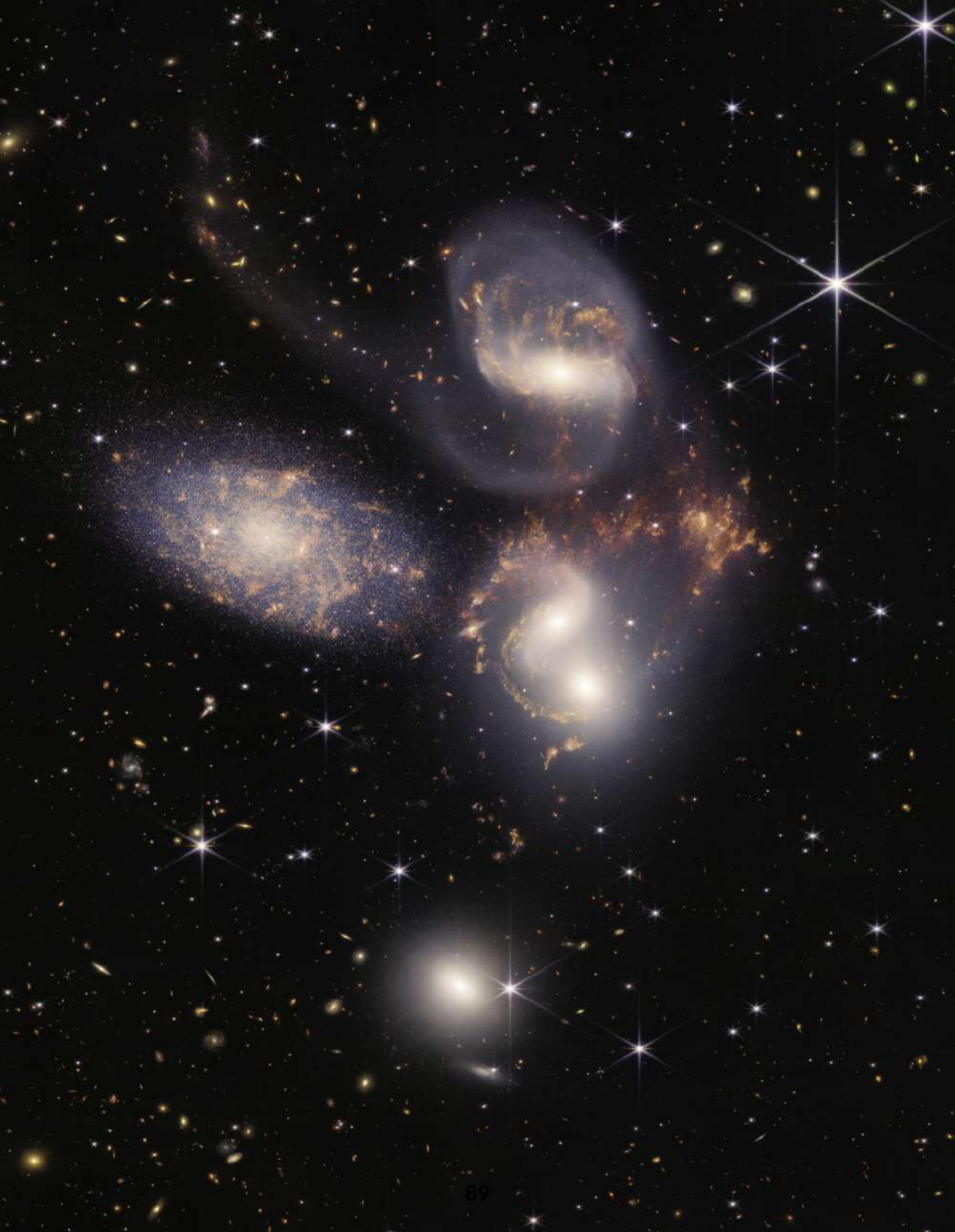
### 3.1.2 El Quinteto de Stephan

El Quinteto de Stephan es un grupo de cinco galaxias situado en la constelación de Pegaso, grupo descubierto por Édouard Stephan en 1877. Acerca de la imagen de la página derecha, <https://webbtelescope.org/> nos dice:

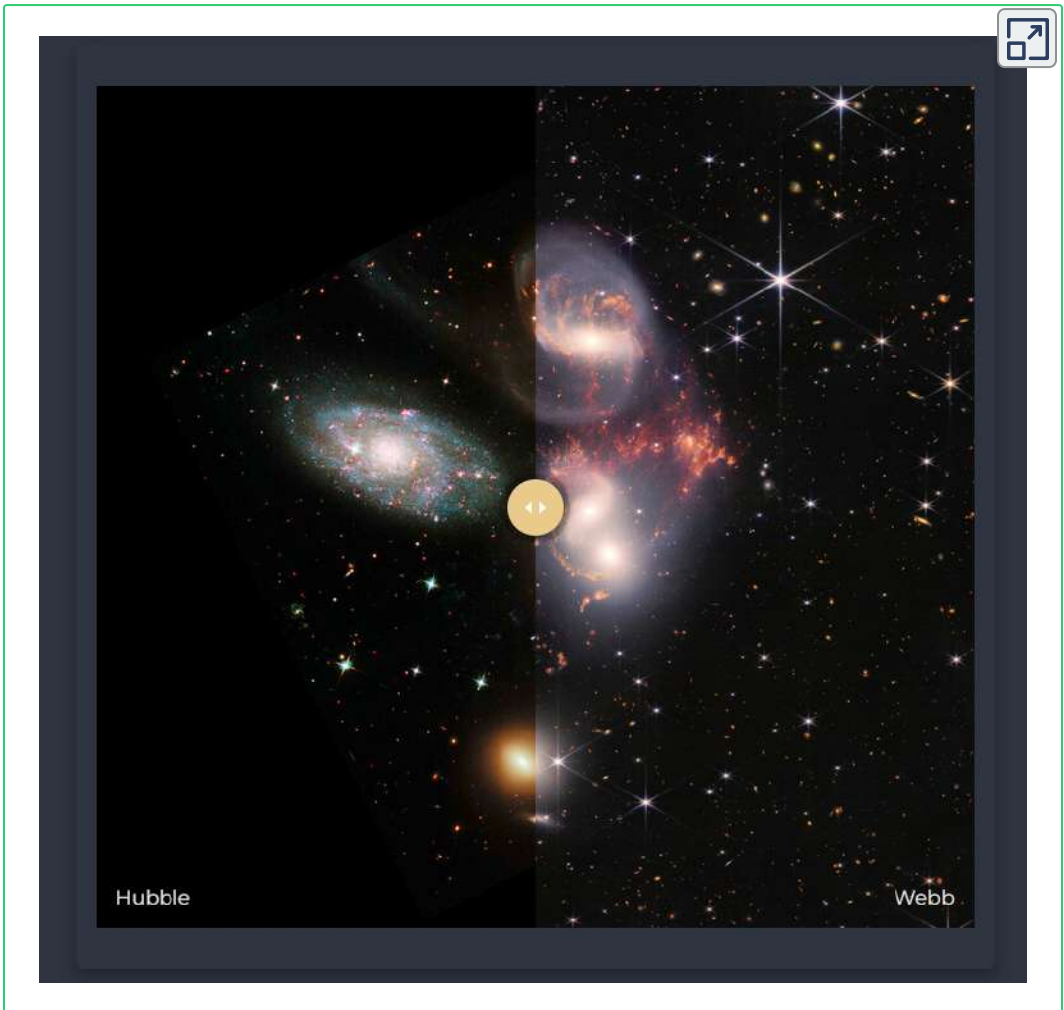
Un enorme mosaico del Quinteto de Stephan es la imagen más grande hasta la fecha del Telescopio Webb. Contiene más de 150 millones de píxeles y está construido a partir de casi 1000 archivos de imagen independientes. La agrupación visual de cinco galaxias fue capturada por la cámara de infrarrojo cercano (NIRCam) y el instrumento de infrarrojo medio (MIRI) de Webb.

Con su poderosa visión infrarroja y su resolución espacial extremadamente alta, Webb muestra detalles nunca antes vistos en este grupo de galaxias. Cúmulos brillantes de millones de estrellas jóvenes y regiones de brotes estelares de nacimiento de estrellas frescas adornan la imagen. Más dramáticamente, el instrumento MIRI del Webb captura enormes ondas de choque cuando una de las galaxias, NGC 7318B, atraviesa el cúmulo. Estas regiones que rodean al par central de galaxias se muestran en los colores rojo y dorado.

Esta imagen compuesta de NIRCam-MIRI utiliza dos de los tres filtros MIRI para mostrar y diferenciar mejor el polvo caliente y la estructura dentro de la galaxia. MIRI ve una clara diferencia de color entre el polvo de las galaxias y las ondas de choque entre las galaxias que interactúan. Juntas, las cinco galaxias del Quinteto de Stephan también se conocen como *Hickson Compact Group 92* (HCG 92). Aunque se llama un "quinteto", solo cuatro de las galaxias están realmente juntas y atrapadas en una danza cósmica. La quinta y más a la izquierda, llamada NGC 7320, está en primer plano en comparación con las otras cuatro. NGC 7320 reside a 40 millones de años luz de la Tierra, mientras que las otras cuatro galaxias (NGC 7317, NGC 7318A, NGC 7318B y NGC 7319) están a unos 290 millones de años luz de distancia.



Nuevamente [John Christensen](#) nos ofrece una escena interactiva, que nos permite comparar la imagen del Webb con la del Hubble:



El Quinteto es un “laboratorio” fantástico para estudiar los procesos fundamentales para todas las galaxias. Grupos apretados como este pueden haber sido más comunes en el universo primitivo cuando su material sobrecalentado que caía pudo haber alimentado agujeros negros muy energéticos llamados cuásares. Incluso hoy en día, la galaxia superior del grupo, NGC 7319, alberga un núcleo galáctico activo, un agujero negro supermasivo que acumula material de forma activa.

En el NGC 7320, la galaxia más a la izquierda y más cercana en la agrupación visual, NIRCam fue notablemente capaz de mostrar estrellas individuales e incluso el núcleo brillante de la galaxia. Las estrellas viejas y moribundas que están produciendo polvo se destacan claramente como puntos rojos con el NIRCam.

La nueva información del telescopio Webb proporciona información invaluable sobre cómo las interacciones galácticas pueden haber impulsado la evolución de las galaxias en el universo primitivo (<https://webbtelescope.org/>).

### 3.1.3 Nebulosa Anillo del sur

La **NGC 3132** es una nebulosa planetaria en la constelación de Vela de magnitud aparente 9,87. Es conocida también con el nombre de Nebulosa del Anillo del Sur o Nebulosa de los Ocho Estallidos. Tiene un diámetro de cerca de medio año luz, y a una distancia de 2500 años luz de la Tierra es también una de las nebulosas planetarias más próximas. Los gases que se expanden desde el centro lo hacen a una velocidad de 15 km/s (<https://es.wikipedia.org/>).

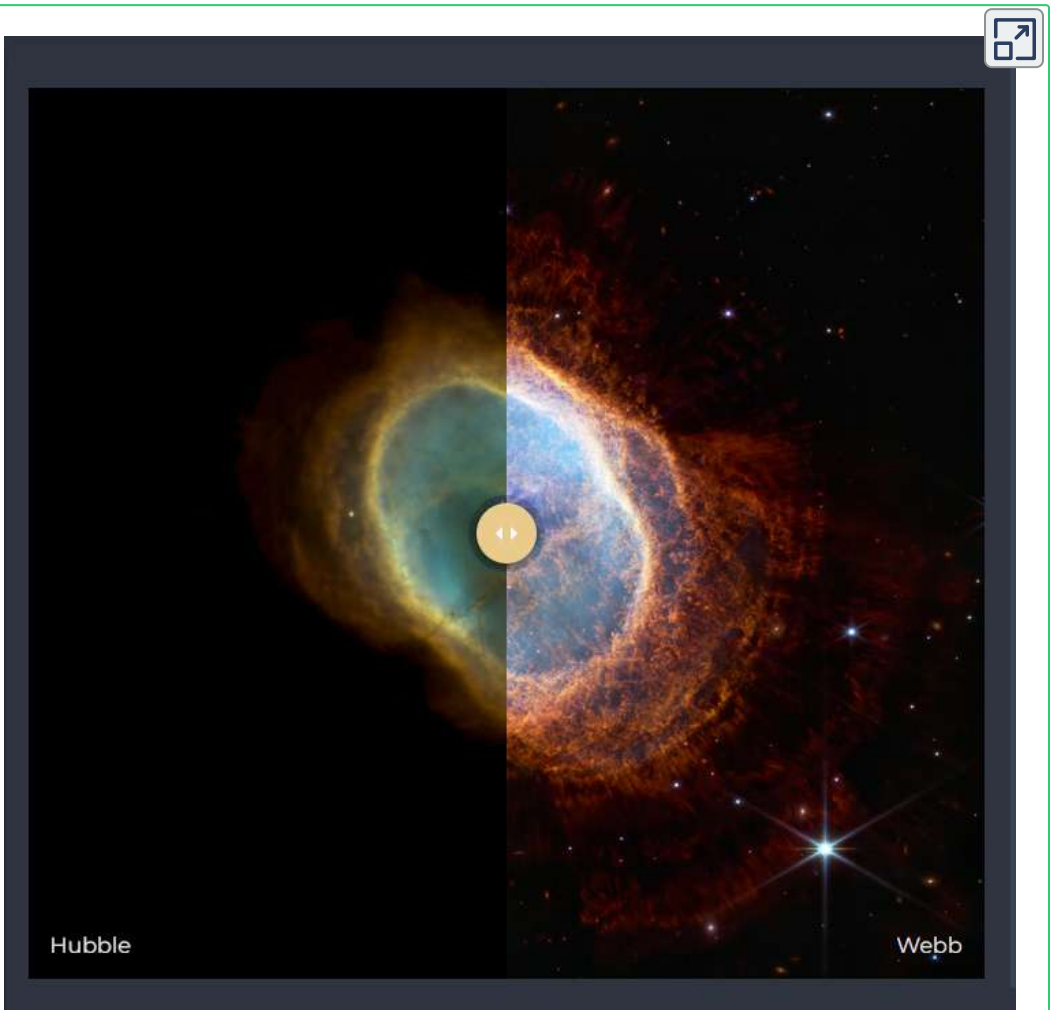
En la siguiente escena, diseñada por [John Christensen](#), se destaca una brillante estrella en el centro de la nebulosa NGC 3132, gracias al instrumento de luz infrarroja cercana. Una segunda estrella, apenas visible en la parte inferior izquierda de la estrella brillante, es la fuente de la nebulosa. Ha expulsado al menos ocho capas de gas y polvo durante miles de años.

El par de estrellas están bloqueadas en una órbita estrecha, lo que lleva a la estrella más tenue a rociar el material expulsado en una variedad de direcciones mientras orbitan entre sí, lo que da como resultado estos anillos irregulares.



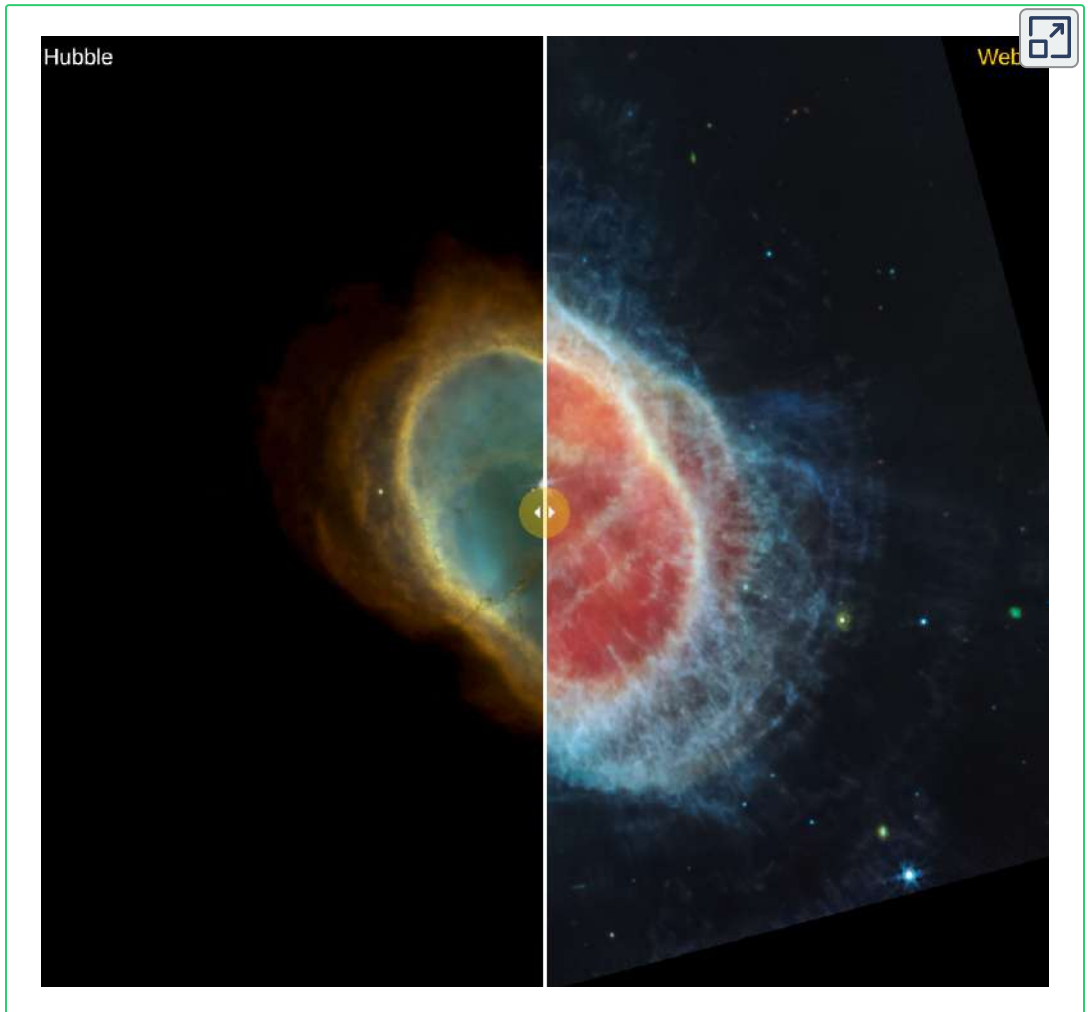
Cientos de líneas rectas y brillantemente iluminadas atraviesan los anillos de gas y polvo. Estos "focos" emanan de la estrella brillante y fluyen a través de los agujeros en la nebulosa como la luz del sol a través de los huecos en una nube.

Pero no toda la luz de las estrellas puede escapar. La densidad de la región central, resaltada en verde azulado, se refleja en cuán transparente u opaca es. Las áreas que son de un verde azulado más profundo indican que el gas y el polvo son más densos y que la luz no puede liberarse (<https://webbtelescope.org/>).



## El final de una estrella agonizante

La siguiente escena interactiva la hemos diseñado con el editor DescartesJS. La del Webb fue obtenida con el instrumento de infrarrojo medio (MIRI, por sus siglas en inglés), permitiendo apreciar una estrella más tenue en el centro de la nebulosa, que ha estado emitiendo anillos de gas y polvo en todas direcciones durante miles de años.



JAMES WEBB SPACE TELESCOPE

# SOUTHERN RING | NGC 3132



NIRCam Filters

F039M

F187N

F212N

F356W

F405N

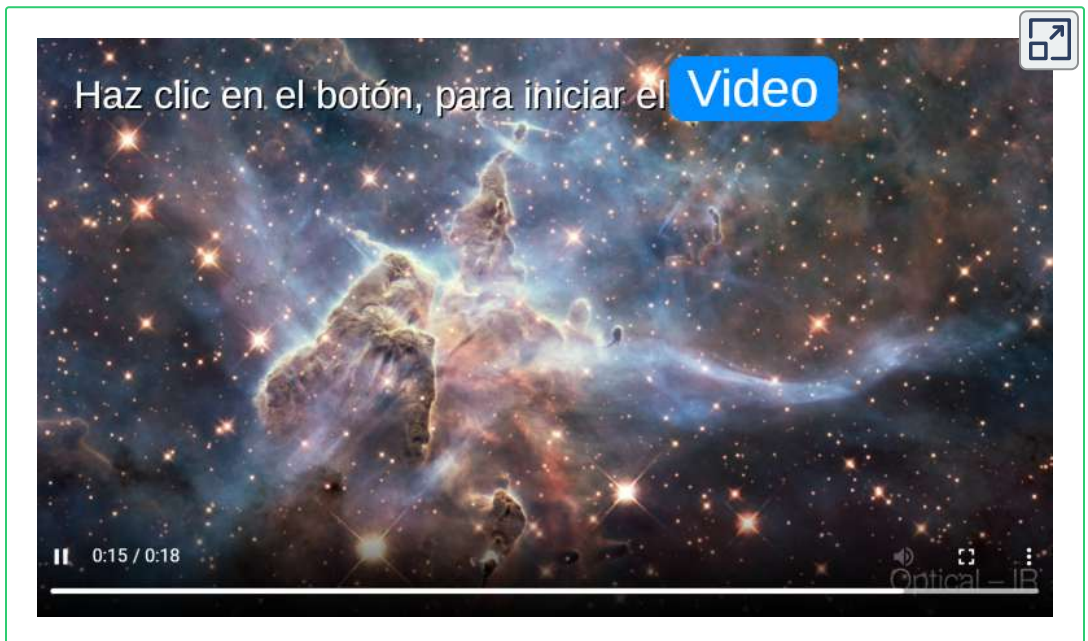
F470N

### 3.1.4 Nebulosa de Carina

La nebulosa de la Quilla, también llamada nebulosa de Carina, nebulosa de Eta Carinae o NGC 3372, es una gran nebulosa de emisión que rodea varios cúmulos abiertos de estrellas. Entre estas estrellas se encuentran Eta Carinae y HD 93129A, dos de las estrellas más masivas y más luminosas en la Vía Láctea.

La nebulosa se encuentra a una distancia estimada de 6500 a 10 000 años luz de la Tierra. Se encuentra localizada en la constelación de la Quilla (Carina). Esta nebulosa contiene diversas estrellas tipo O (<https://es.wikipedia.org/>).

En el siguiente video se aprecia el *Herbig Haro 901*, que es un inmenso pilar de gas y polvo dentro de la Nebulosa de Carina. El pilar tiene varios años luz de altura y contiene algunas estrellas jóvenes masivas. Disparan poderosos chorros que emergen de la nube. En algunos casos, los chorros crean patrones de choque de proa similares a los efectos de un barco surcando el océano (<https://webbtelescope.org/>).

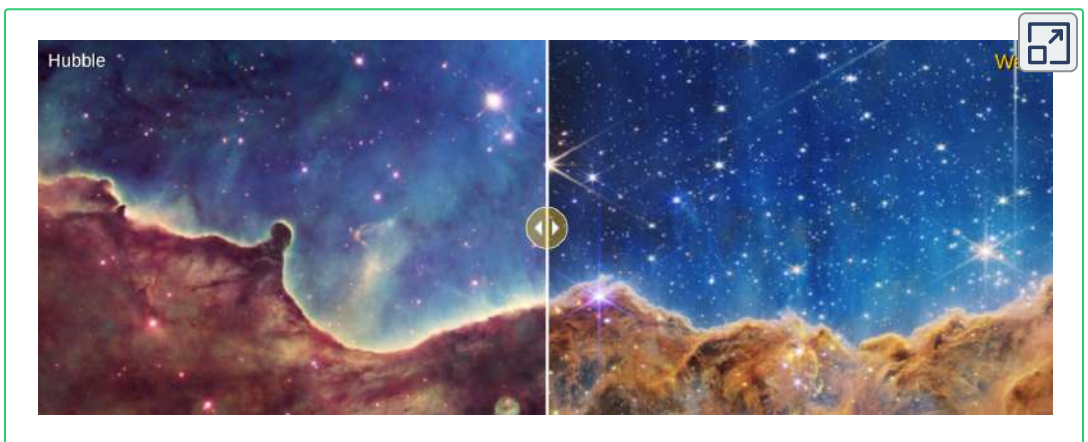




Este otro video, descargado de [wikipedia](https://es.wikipedia.org/wiki/Herbig_Haro_901) nos muestra cómo se hace el acercamiento al *Herbig Haro 901* desde el Hubble.



La siguiente escena interactiva, diseñada en DescartesJS, permite comparar las imágenes de Carina obtenidas por Hubble y Webb.



Se sugiere ver la escena en una ventana ampliada (clic en el botón de la esquina superior derechas).

En las siguientes páginas, mostramos la espectacular imagen de una región de la nebulosa Carina, sobre la cual la NASA nos dice:

Este paisaje de “montañas” y “valles” salpicados de estrellas brillantes es en realidad el borde de una región cercana y joven donde se forman estrellas, llamada NGC 3324, en la nebulosa de Carina. Esta imagen, capturada en luz infrarroja por el Webb, revela por primera vez regiones de nacimiento estelar que antes eran invisibles. Llamados los precipicios cósmicos, la imagen aparentemente tridimensional del Webb luce como montañas escarpadas en una noche iluminada por la Luna. En realidad, es el borde de la cavidad gaseosa gigante que está dentro de NGC 3324, y los “picos” más altos en esta imagen tienen una altura aproximada de 7 años luz. La zona cavernosa ha sido tallada en la nebulosa por la intensa radiación ultravioleta y los vientos estelares de estrellas jóvenes extremadamente grandes y calientes, ubicadas en el centro de la burbuja, sobre el área que se muestra en esta imagen.

El Webb pone al descubierto **viveros estelares** y estrellas individuales nacientes que están completamente ocultos en fotografías en luz visible. Debido a la sensibilidad del Webb a la luz infrarroja, el telescopio puede mirar a través del polvo cósmico para ver estos objetos. Chorros protoestelares, que emergen con claridad en esta imagen, salen disparados de algunas de estas estrellas jóvenes. Las fuentes más jóvenes aparecen como puntos rojos en la región oscura y polvorienta de la nube. Los objetos en las fases más tempranas y rápidas de la formación estelar son difíciles de capturar, pero la extrema sensibilidad, la resolución espacial y la capacidad para generar imágenes del Webb le permiten documentar estos elusivos eventos (<https://ciencia.nasa.gov/>).

**La región NGC 3324 fue catalogada por primera vez por James Dunlop en 1826. Es visible desde el hemisferio sur y está situada en la esquina noroeste de la nebulosa de Carina (NGC 3372), que reside en la constelación Carina (también conocida en español como constelación de la Quilla). La nebulosa de Carina es el hogar de la nebulosa de la Cerradura y la estrella hipergigante, activa e inestable llamada Eta Carinae.**

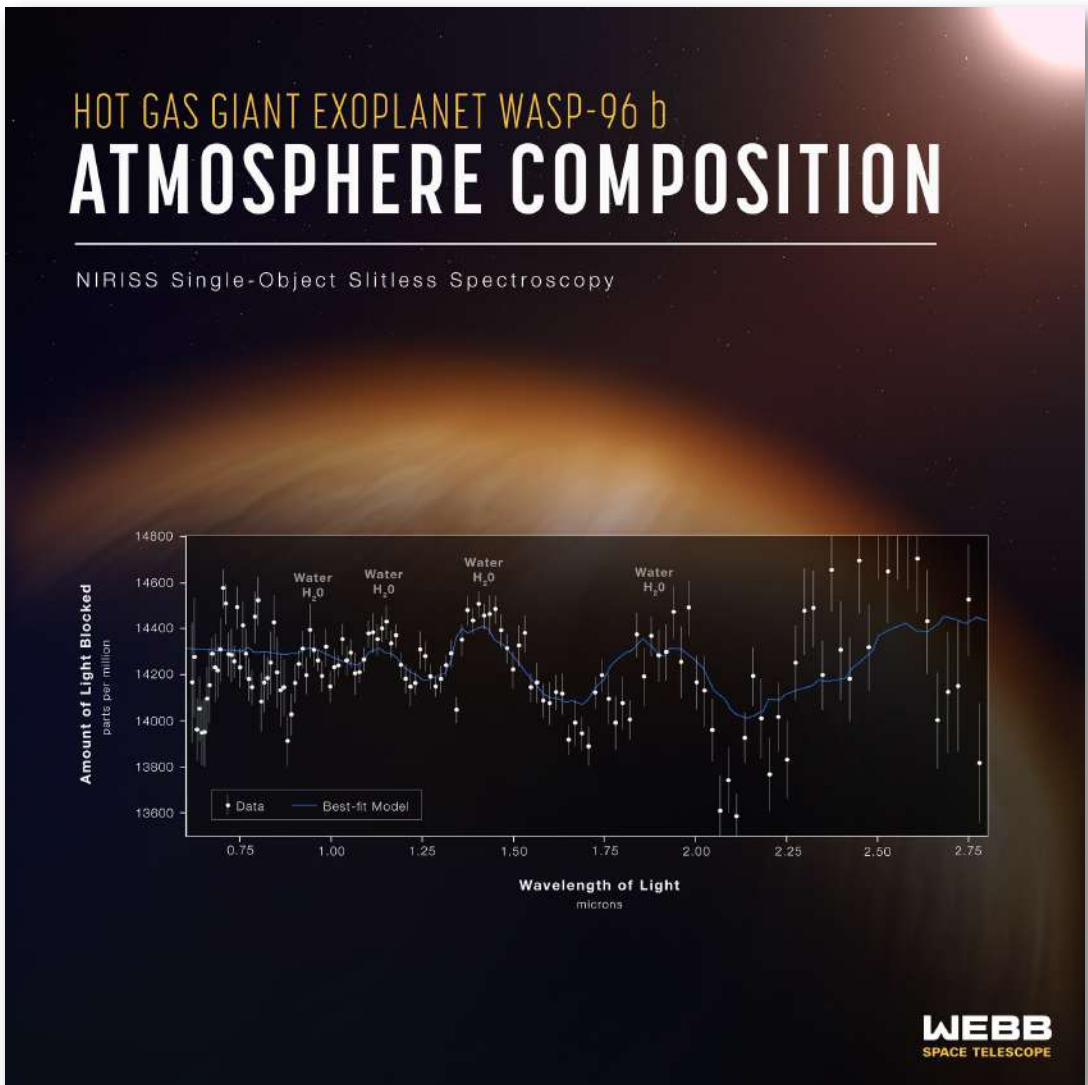








### 3.1.5 El exoplaneta WASP-96b



**Figura 3.1.** El Webb ha captado la señal inconfundible del agua, junto con evidencia de nubes y bruma, en la atmósfera que rodea WASP-96b, un planeta gigante gaseoso, caliente e inflado, que orbita alrededor de una estrella distante parecida al Sol. La observación, que revela la presencia de moléculas de gas específicas, con base en pequeñas disminuciones en el brillo de colores de luz precisos, es la más detallada de su tipo hasta la fecha, demostrando la capacidad sin precedentes de Webb de analizar atmósferas a cientos de años luz de distancia (Créditos: ([NASA](#), [ESA](#), [CSA](#), y [STScI](#))).

WASP-96b es uno de los más de 5.000 exoplanetas confirmados en la Vía Láctea. Ubicado a unos 1.150 años luz de distancia en la constelación del Fénix, representa un tipo de gigante gaseoso que no tiene un análogo directo en nuestro sistema solar. Con una masa inferior a la mitad de la masa de Júpiter y un diámetro 1,2 veces mayor, WASP-96b está mucho más “inflado” que cualquiera de los planeta que orbitan alrededor de nuestro Sol, con una temperatura superior a 538 °C (1.000 °F), es significativamente más caliente. La combinación de su gran tamaño, período orbital corto, atmósfera esponjada y ausencia de luz contaminante de los objetos cercanos en el cielo hacen que WASP-96b sea un objetivo ideal para hacer observaciones atmosféricas.

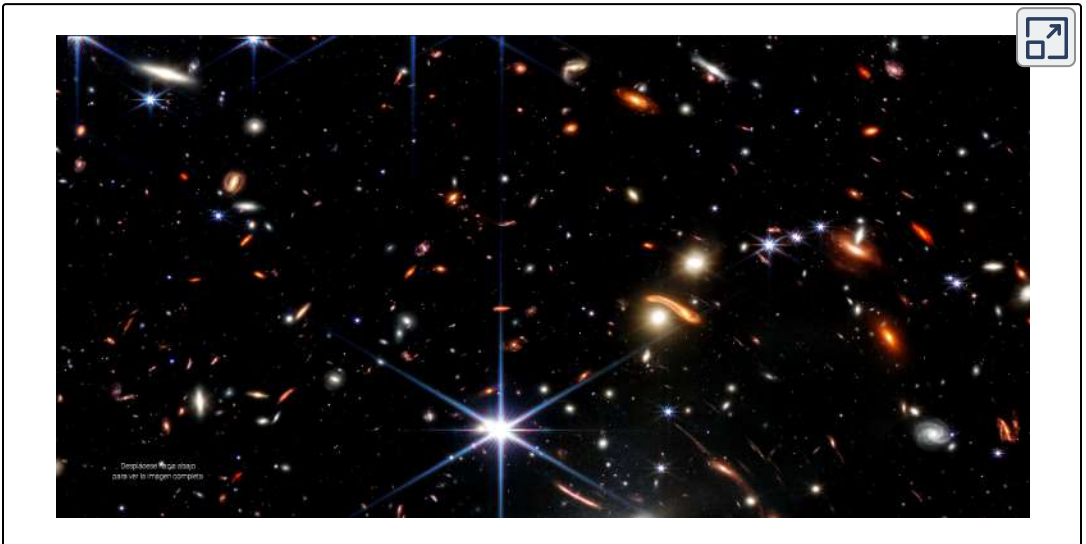
El 21 de junio, el generador de imágenes del infrarrojo cercano y espectrógrafo sin rendija (NIRISS) midió la luz del sistema WASP-96 durante 6,4 horas mientras el planeta pasaba por delante de la estrella. El resultado es una curva de luz que muestra la atenuación general de la luz de las estrellas durante su tránsito, y un espectro de transmisión que revela el cambio en el brillo de las longitudes de onda individuales de luz infrarroja entre 0,6 y 2,8 micras.

Si bien la curva de luz confirma las propiedades del planeta que ya se habían determinado a partir de otras observaciones —la existencia, el tamaño y la órbita del planeta—, el espectro de transmisión pone al descubierto detalles de la atmósfera que antes habían estado ocultos: la inequívoca señal del agua, indicaciones de bruma y la evidencia de nubes que se pensaba que no existían según observaciones anteriores. Los investigadores son capaces de detectar y medir la abundancia de gases clave en la atmósfera de un planeta a partir del patrón de absorción, es decir, las ubicaciones y las alturas de los picos en la gráfica.

El espectro de WASP-96b no solamente es el espectro de transmisión en infrarrojo cercano de la atmósfera de un exoplaneta más detallado que se haya captado hasta la fecha, sino que también cubre un rango de longitudes de onda notablemente amplio, incluyendo la luz roja visible y una porción del espectro que no ha sido accesible antes desde otros telescopios ([NASA](#), [ESA](#), [CSA](#), y [STScI](#)).

## La primeras imágenes en alta resolución

Hemos adaptado la aplicación de [Vinayak Mukherjee](#)<sup>7</sup>, para que puedas observar con más resolución las primeras imágenes del James Webb. En la siguiente escena interactiva, haz clic en el botón de la esquina superior derecha y usa el scroll vertical para ver la imagen completamente:



En la siguiente página, haz clic sobre las imágenes para abrir una ventana emergente con las imágenes ampliadas.

---

<sup>7</sup> Mukherjee, en su aplicación, ha usado el desplazamiento de paralaje (parallax), que es una técnica gráfica en la que las imágenes de fondo pasan más lentamente que las imágenes de primer plano, creando una ilusión de profundidad en una escena 2D de distancia; para ello, ha incorporado unas estrellas que no hacen parte de la imagen de fondo.





## 3.2 Las imágenes de Judit Schmidt

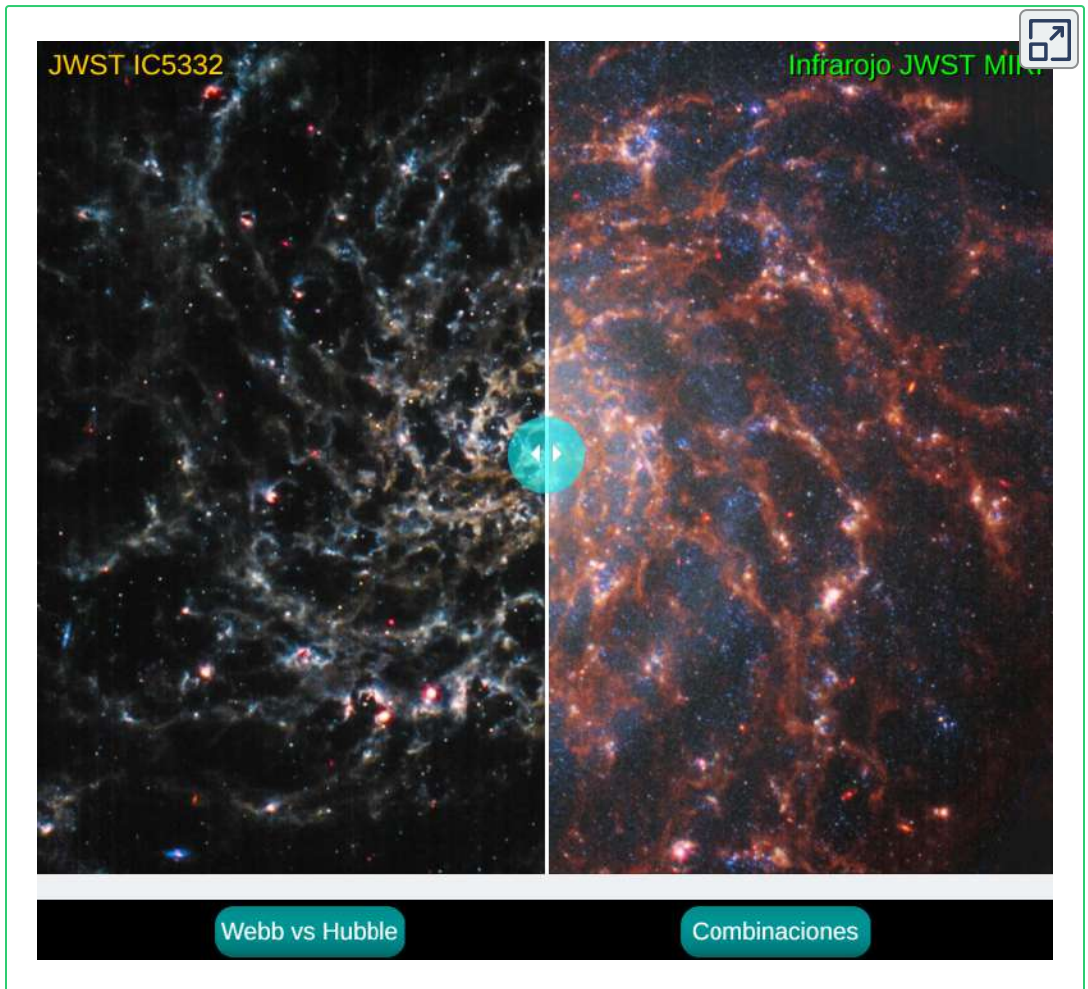
Judy Schmidt es una procesadora de imágenes espaciales aficionada y una de los tres administradores del foro [Starship Asterisk APOD and General Astronomy](#). Ella diseñó y continúa ayudando a desarrollar el sitio web de la [Biblioteca de código fuente de astrofísica](#). Su trabajo se puede ver en su página de [Flickr](#) o siguiéndola en [Twitter](#). Schmidt lleva años estudiando datos espaciales sin procesar para obtener imágenes impresionantes. Gracias a su minucioso trabajo, ahora tenemos imágenes absolutamente asombrosas de espectaculares ([galaxias espirales](#)).



### 3.2.1 Galaxia espiral IC 5332

La IC 5332, también conocida como PGC 71775, es una galaxia espiral intermedia a unos 30 millones de años luz de distancia en la constelación Sculptor, galaxia espiral delicada que es inusualmente débil y bellamente simétrica. Tiene un abultamiento central muy pequeño y brazos espirales abiertos. La galaxia se encuentra en la dirección del polo sur celeste. La IC 5332 es una galaxia espiral de tipo tardío con formación estelar observable en curso, aunque a un ritmo tan bajo como para ser una galaxia estable sin estallido estelar ([Flickr](#) o siguiéndola en [Wikipedia](#)).

Schmidt nos comparte dos imágenes procesadas de esta galaxia, que podemos observar en la siguiente escena interactiva, diseñada con DescartesJS.

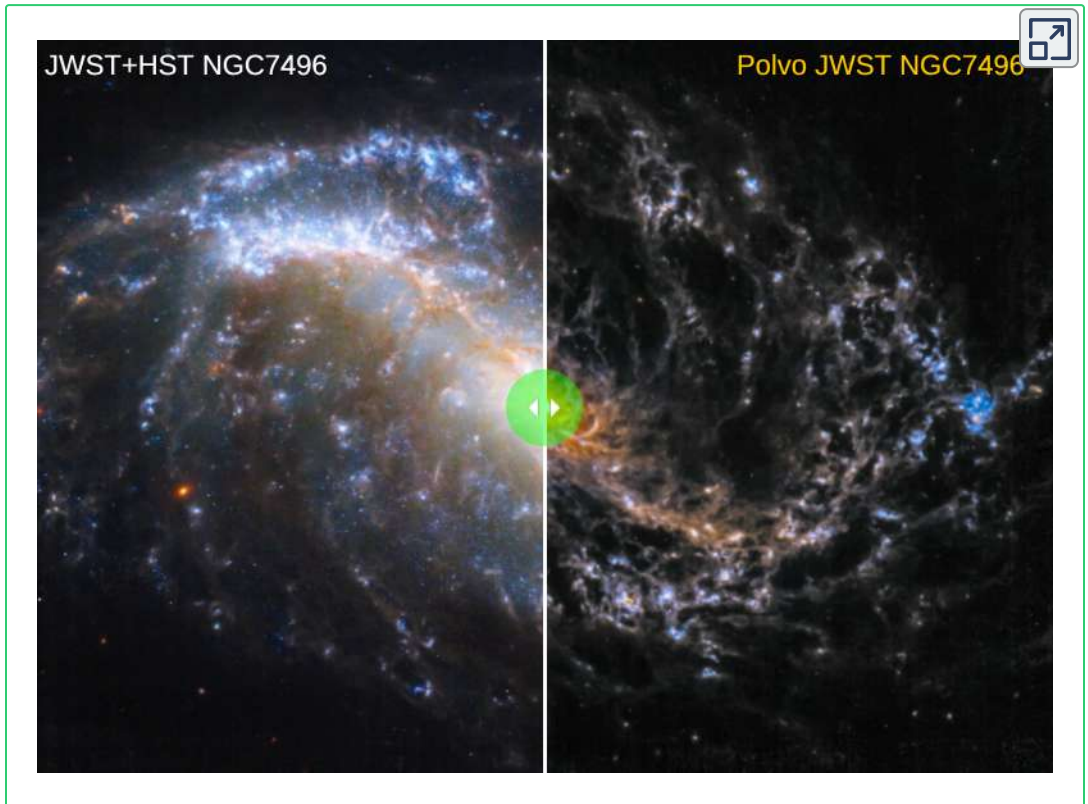


Hemos puestos dos botones. El primero permite comparar la imagen del Webb con la obtenida por el telescopio espacial Hubble. El segundo botón cambia la escena a una que permite comparar dos combinaciones de colores realizadas por Schmidt.

Quizá alguien dirá que la imagen del Hubble es más hermosa y configura mejor la espiral, afirmación cierta para nosotros los legos; pero, es indudable que las obtenidas por el Webb muestra mucho más información.

### 3.2.2 Galaxia espiral NGC 7496

NGC 7496<sup>8</sup> es una galaxia espiral en la constelación de Grus o Grulla, está situada al sur del ecuador celeste y, como tal, es más visible desde el hemisferio sur.



La imagen de la derecha es una combinación de filtros NIRCam y MIRI para mostrar el polvo continuo y de línea de emisión en NGC7496, mientras que la de la izquierda es una combinación de datos del Hubble y el Webb.

---

<sup>8</sup> Las siglas NGC significan "**Nuevo Catálogo General**" de Nebulosas y Cúmulos de Estrellas, en inglés *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars*.

En la imagen de la izquierda se usaron datos del Webb que se superpusieron a los datos de Hubble con un modo de capa de pantalla de Photoshop. En palabras de Schmidt:

Mientras trabajo probando diferentes formas de combinar los datos, este método se destacó como particularmente bonito, incluso si carece de claridad científica inmediata. Las hebras y las masas de polvo que brillan intensamente, que normalmente serían oscuras en las imágenes de luz visible, son brillantes y resplandecientes con la luz infrarroja de JWST (<https://www.flickr.com/photos/>).

Esta galaxia en luz visible de Hubble, la mostramos a continuación:



**Figura 3.2.** Imagen tomada de <https://www.flickr.com/>.



### 3.2.3 Galaxia espiral NGC 628 - Galaxia Fantasma

La información que nos da Wikipedia es:

Messier 74 (también conocido como Galaxia del Abanico o NGC 628) es una galaxia espiral en la constelación de Piscis. Debido a su bajo brillo de superficie es considerada uno de los objetos más difíciles del Catálogo Messier, habiendo discrepancias entre astrónomos aficionados sobre su visibilidad con diferentes ópticas, y de hecho un catálogo estelar del siglo XIX, el Bonner Durchmusterung, llega a clasificarla cómo una estrella (<https://es.wikipedia.org/>).

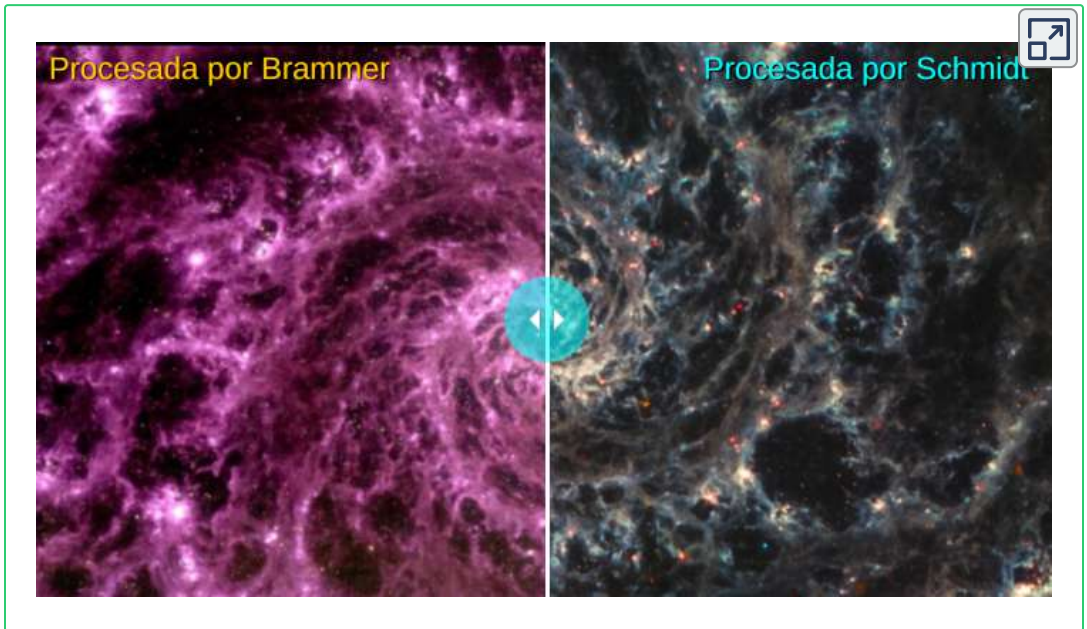
Esta galaxia fue descubierta por Pierre Méchain en 1780 y la imagen que teníamos de ella, nos la dio el Hubble, así:



**Figura 3.3.** Imagen tomada de <https://hubblesite.org/>.

Brillantes nudos de gas incandescente iluminan los brazos espirales, lo que indica un rico entorno de formación estelar (Ibid).

Los astrónomos sospechaban la presencia de un agujero negro en esta galaxia. Ahora, el Webb revela elementos ocultos, como una composición química única de las nubes de polvo, que se forman principalmente de moléculas grandes llamadas hidrocarburos policíclicos que le dan un tono violeta, tal como se aprecia en la imagen izquierda de la siguiente escena interactiva, procesada por [Gabriel Brammer](#) (profesor asociado del Centro del Amanecer Cósmico en el Instituto Niels Bohr de la Universidad de Dinamarca):



Por su parte, Schmidt usando colores de los diversos filtros que muestran todo el polvo brillante en el centro de NGC 628, obtuvo la imagen de la derecha, la cual ampliamos en las siguientes páginas.

**Puedo confirmar que algo oscuro y aterrador podría estar pasando en esta galaxia**

Schmidt









### 3.3 Imágenes Webb de Júpiter

Después del lanzamiento de las primeras imágenes del Webb, los datos del período de puesta en servicio del telescopio ahora se están publicando en el Archivo Mikulski. Los datos incluyen imágenes de Júpiter e imágenes y espectros de varios asteroides, capturados para probar los instrumentos del telescopio antes de que las operaciones científicas comenzaran oficialmente el 12 de julio ([NASA](#)).

En esta imagen se observa Júpiter en el centro, y su luna Europa, a la izquierda, se ven a través del filtro de 2,12 micras del instrumento NIRCam del Webb.



Schmidt, por su parte, nos ofrece otra imagen de Júpiter:

Una versión muy procesada (quizás incluso sobreprocesada) de Júpiter del Webb. Aquí estamos viendo el planeta solo en infrarrojo, y el anillo, generalmente invisible, está a la vista de todos. Los colores son definitivamente inusuales. Existe cierta discusión sobre qué son la mancha roja en el polo sur y la capa de atmósfera desconectada en el extremo este. ¿Real? ¿Artefactos? Esperaremos a que los científicos lo averigüen, pero me inclino por lo real. :) (<https://www.flickr.com/>)

En la siguiente escena interactiva, diseñada con DescartesJS, podemos comparar las dos imágenes (NASA vs Schmidt):



### 3.4 Los primeros memes del Webb

Como era de esperarse, los creativos de los memes tampoco ignoraron las espectaculares imágenes del Webb.

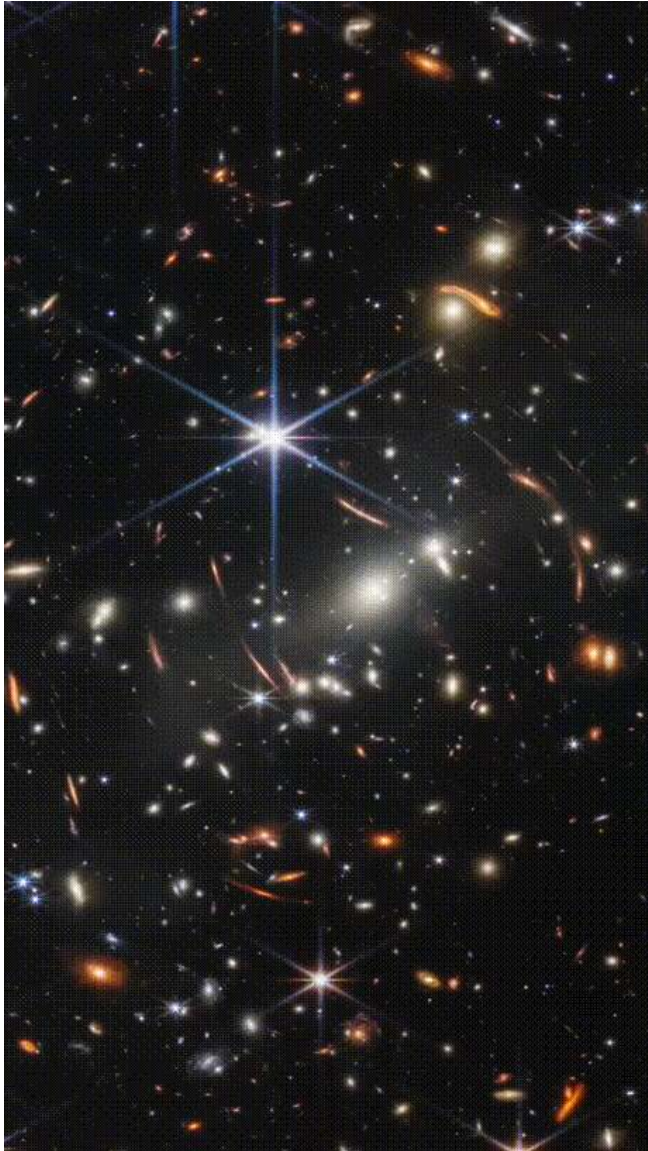


Figura 3.4. Imagen tomada de <https://twitter.com/>.



Figura 3.5. Imagen tomada de <https://twitter.com/>.

## Los primeros memes sobre el James Webb



Siguiente



## 3.5 Imposturas intelectuales

Quizá como una especie de "meme" o, mejor, de bulo, las imposturas intelectuales estarán presentes en las publicaciones sobre el Telescopio Espacial James Webb.

La impostura intelectual más famosa es la de Sokal, que consistió en la publicación de un artículo titulado «Transgredir las fronteras: hacia una hermenéutica transformadora de la gravedad cuántica», el cual estaba plagado de absurdos y falta de lógica que, pese a ello fue aceptado y publicado en un número especial de *Social Text*

El éxito de la impostura depende de quien la presenta que, para el caso Sokal, no generó sospechas en los editores de la revista, pues se trataba de Alan David Sokal un respetado científico estadounidense, profesor de física en la Universidad de Nueva York y de matemáticas en University College London.

El 31 de julio de 2022, el francés Etienne Klein, otro respetado físico (¿casualidad?), divulga un bulo que consistió en una supuesta imagen procesada a partir de datos del Webb, en la que se mostraba la estrella Próxima Centauri.

La imagen fue divulgada en Twitter y compartida masivamente, con 1.334 retweets y 10.000 menciones "me gusta".

El texto en Twitter, era el siguiente:

La estrella más cercana al Sol, ubicada a 4,2 años luz de nosotros. Fue capturada por el JWST. Este nivel de detalle...  
Un nuevo mundo se revela día tras día



**Figura 3.6.** Foto subida por el científico Etienne Klein. [Twitter](#).

Etienne Klein no dudó en proseguir con la broma y una hora después de publicar el primer mensaje, ironizó con que “a la hora del aperitivo, los sesgos cognitivos parecen tener su día de campo”. “Cuidado con ellos. Según la cosmología contemporánea, no existe ningún objeto perteneciente a la charcutería española fuera de la Tierra”, explicó.

Tras el revuelo generado con la primera foto, Etienne Klein se vio obligado a pedir disculpas a sus seguidores, ante las posibles equivocaciones que se podrían dar con la imagen: “En vista de algunos comentarios, me siento obligado a aclarar que este tuit que muestra una supuesta instantánea de Próxima Centauri fue una broma. Aprendamos a desconfiar tanto de los argumentos de autoridad como de la elocuencia espontánea de ciertas imágenes”, sentenció (<https://www.huffingtonpost.es/>).

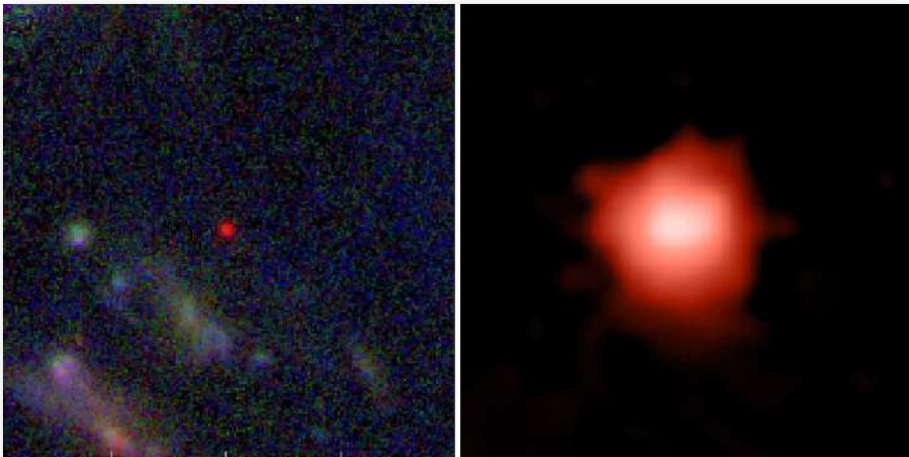
Las imágenes del Webb en este libro han evitado este tipo de imposturas, validándolas con el portal de la NASA.

## 3.6 Últimas imágenes

Cuando digo "últimas imágenes", obviamente no se puede interpretar como las últimas que se publicarán del Webb, son las últimas obtenidas un mes después de las primeras del 12 de julio de 2022. Seguramente, vendrán muchas más que nos asombrarán y responderán preguntas aún no formuladas.

### 3.6.1 Imágenes en alta resolución

Algunas imágenes, publicadas a finales de julio y comienzos de agosto, son ampliaciones de las primeras imágenes. Por ejemplo, de la imagen del primer campo profundo del Webb, los astrónomos han afirmado (aún por comprobar) sobre la identificación de la galaxia más antigua que data de hace 13.500 millones de años.



**Figura 3.7.** Esta imagen sin fecha muestra una imagen del Telescopio Espacial Webb de la galaxia más antigua jamás observada por casi 100 millones de años, llamada GLASS-z13. Universidad de Copenhague/AFP/Getty Images (<https://time.com/>).

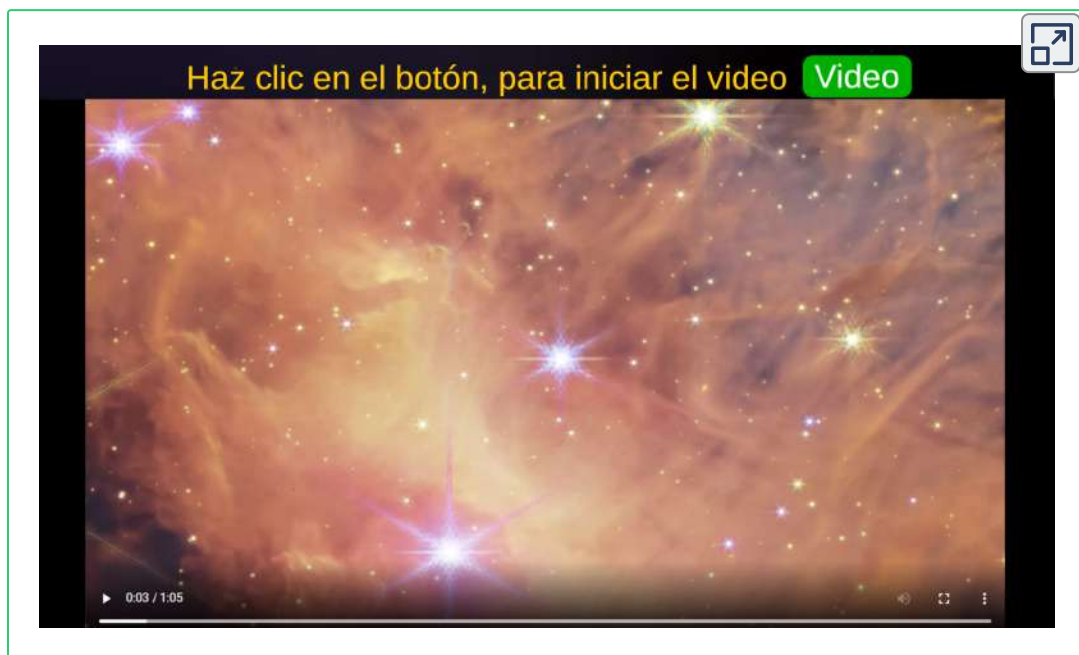
En la página de la derecha se ha proyectado un video en un edificio del Times Square en Nueva York, aprovechando la alta resolución de las imágenes suministradas por la NASA.



Video publicado en <https://twitter.com/TimesSquareNYC>.



Las imágenes en alta resolución obtenidas de los datos del Webb, han permitido que los astrónomos y aficionados (como el autor de este libro), puedan identificar objetos astronómicos que otros telescopios espaciales no habían logrado obtener. Por ejemplo, en <https://webbtelescope.org/> , es posible descargar la imagen de la Nebulosa de Carina con una resolución de 14575 x 8441 píxeles, lo cual nos permite realizar acercamientos como los mostrados en el siguiente video.



Al final del video se señala una interesante galaxia.

Mientras que algunos publican memes o *cartoons* de estas imágenes, otros han aprovechado la alta resolución para crear y publicar mejores videos, como el que se muestra en la siguiente página.



Video publicado en <https://twitter.com/TimesSquareNYC>, en el canal [@duoastrophotography](https://twitter.com/duoastrophotography).



Similar a la pantalla del edificio del *Times Square* o a la animación anterior, he diseñado dos escenas interactivas con el editor DescartesJS, las cuales aprovechan las imágenes de alta resolución. Puedes pausar la animación en cualquier momento.

La combinación de alta resolución e instrumentos de detección de infrarrojos en el Webb revelará estrellas que actualmente están ocultas incluso para el poderoso Hubble. La gran cantidad de datos estelares adicionales permitirá a los astrónomos investigar una variedad de preguntas, desde el nacimiento de estrellas hasta la muerte de estrellas y la escurridiza tasa de expansión del universo ([NASA](#)).

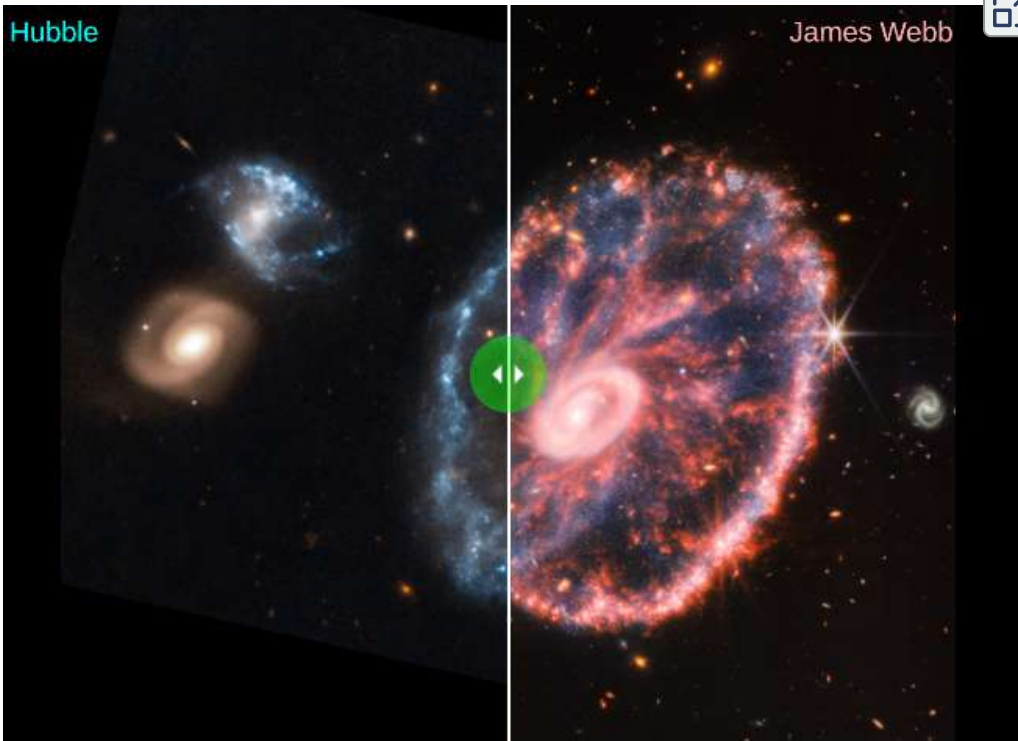


Animación de la Nebulosa de Carina, realizada por el autor con el editor DescartesJS.



## 3.6.2 Galaxia Cartwheel

El Telescopio Espacial James Webb de la NASA ha observado el caos de la Galaxia Cartwheel, revelando nuevos detalles sobre la formación de estrellas y el agujero negro central de la galaxia. La poderosa mirada infrarroja de Webb produjo esta imagen detallada de Cartwheel y dos galaxias compañeras más pequeñas contra un telón de fondo de muchas otras galaxias. Cartwheel, ubicada a unos 500 millones de años luz de distancia en la constelación de Sculptor, es un espectáculo raro. Su apariencia, muy parecida a la de la rueda de un carro, es el resultado de un evento intenso: una colisión a alta velocidad entre una gran galaxia espiral y una galaxia más pequeña que no se ve en esta imagen. Las colisiones de proporciones galácticas provocan una cascada de eventos diferentes y más pequeños entre las galaxias involucradas; Cartwheel no es una excepción ([NASA](#)).

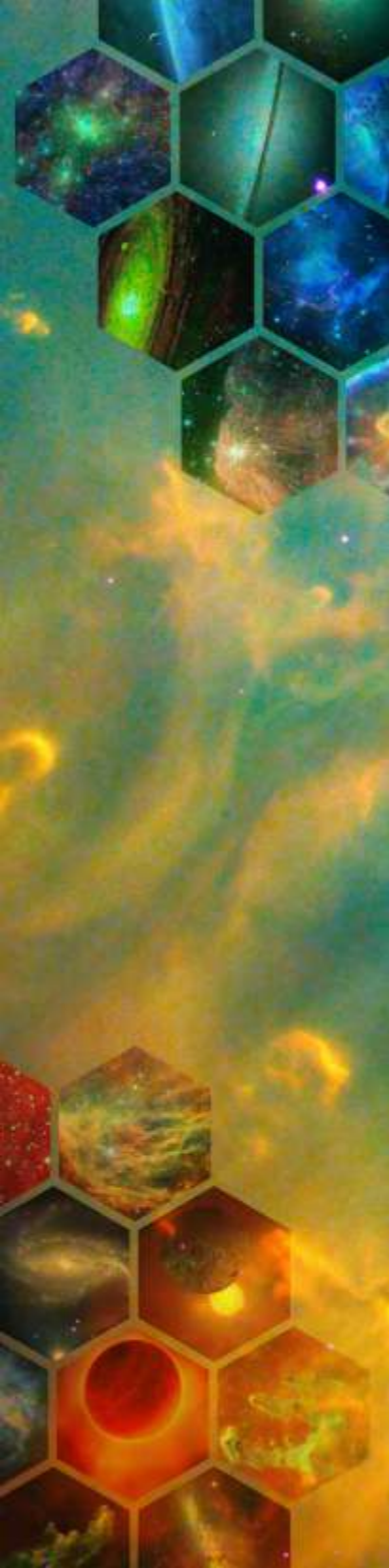


La Agencia Espacial Europea, ha publicado en [https://twitter.com/ESA\\_Webb](https://twitter.com/ESA_Webb) un video que nos pone a soñar con un viaje hacia la galaxia rueda de carro (*Cartwheel Galaxy*). Disfruta del video, en un viaje de 500 años luz reducidos a un minuto:



Haz clic en el botón superior derecho, para ver el video del tamaño de la pantalla.

La galaxia *Cartwheel* fue una vez una galaxia espiral normal antes de que aparentemente sufriera una colisión frontal con una compañera más pequeña aproximadamente 200-300 millones de años antes de cómo vemos el sistema hoy. Cuando la galaxia cercana pasó a través de la galaxia *Cartwheel*, la fuerza de la colisión provocó que una poderosa onda de choque gravitacional se expandiera a través de la galaxia, como una roca que se arroja a un lecho de arena. Se puede notar que la galaxia está comenzando a retomar la forma de una galaxia espiral normal, con brazos que se extienden desde un núcleo central. Estos brazos a menudo se conocen como los "radios" de la rueda de carro ([Wikipedia](#)).



## 3.7 Programas

La NASA tiene aprobadas varias categorías programáticas de las observaciones científicas del Webb, una de ellas es el programa *Cycle 1 General Observers* (GO), que brinda a la comunidad astronómica mundial la primera gran oportunidad de realizar observaciones con el Webb, otorgando aproximadamente 6.000 horas a programas de observación, incluyendo exoplanetas, galaxias, el sistema solar y agujeros negros.

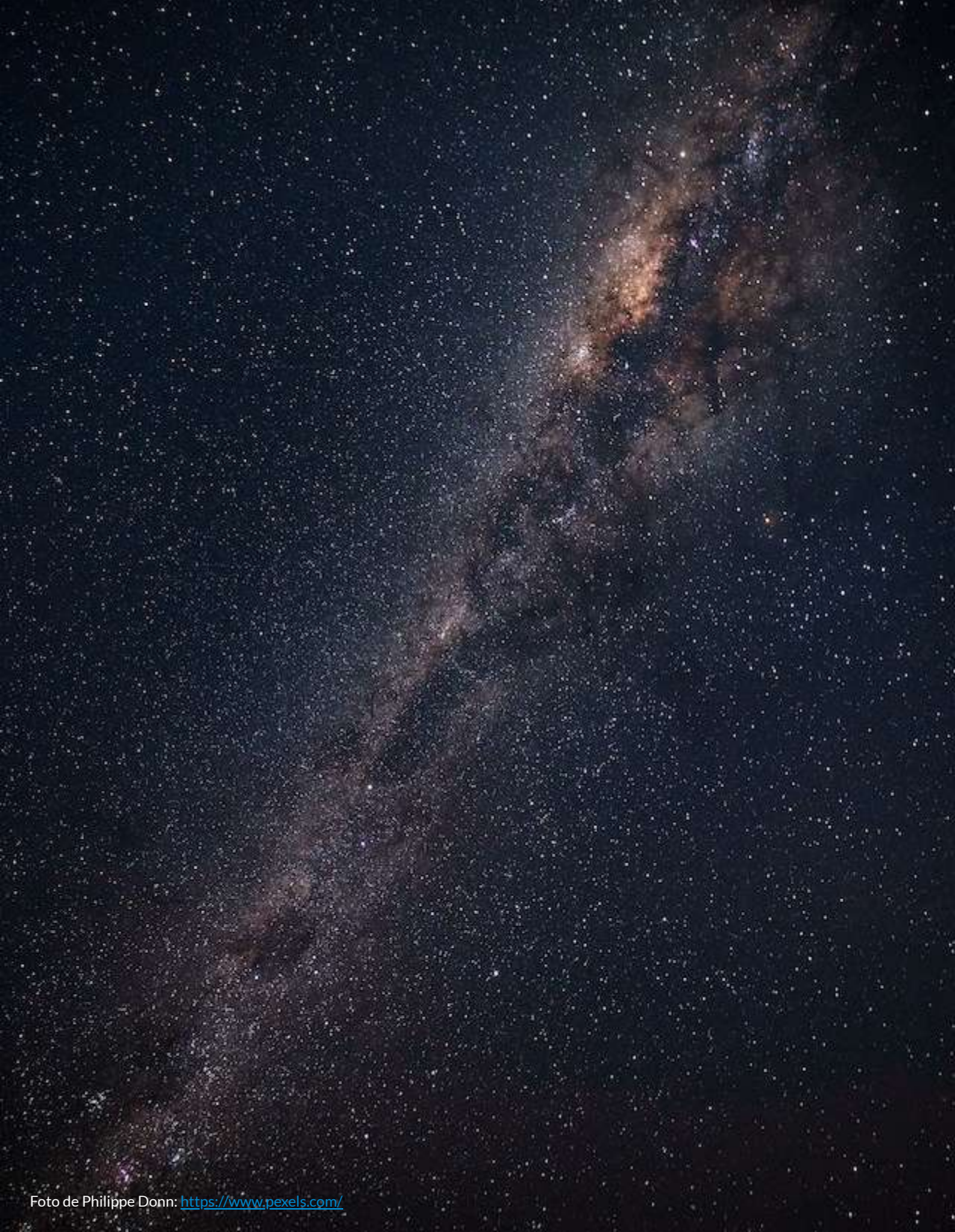
Otro programa es el *Director's Discretionary Early Release Science* (DD-ERS) para científicos, que se llevará a cabo durante los primeros 5 meses de operaciones científicas del Webb, luego del período de puesta en servicio de 6 meses. Las selecciones se realizaron en noviembre de 2017 y representan seis categorías de ciencias: Galaxias y Medio Intergaláctico, Agujeros negros masivos y sus galaxias anfitrionas, Planetas y formación de planetas, Sistema solar, Física estelar y Poblaciones estelares (para conocer el detalle de los programas, véase [Approved Programs](#) de la NASA).

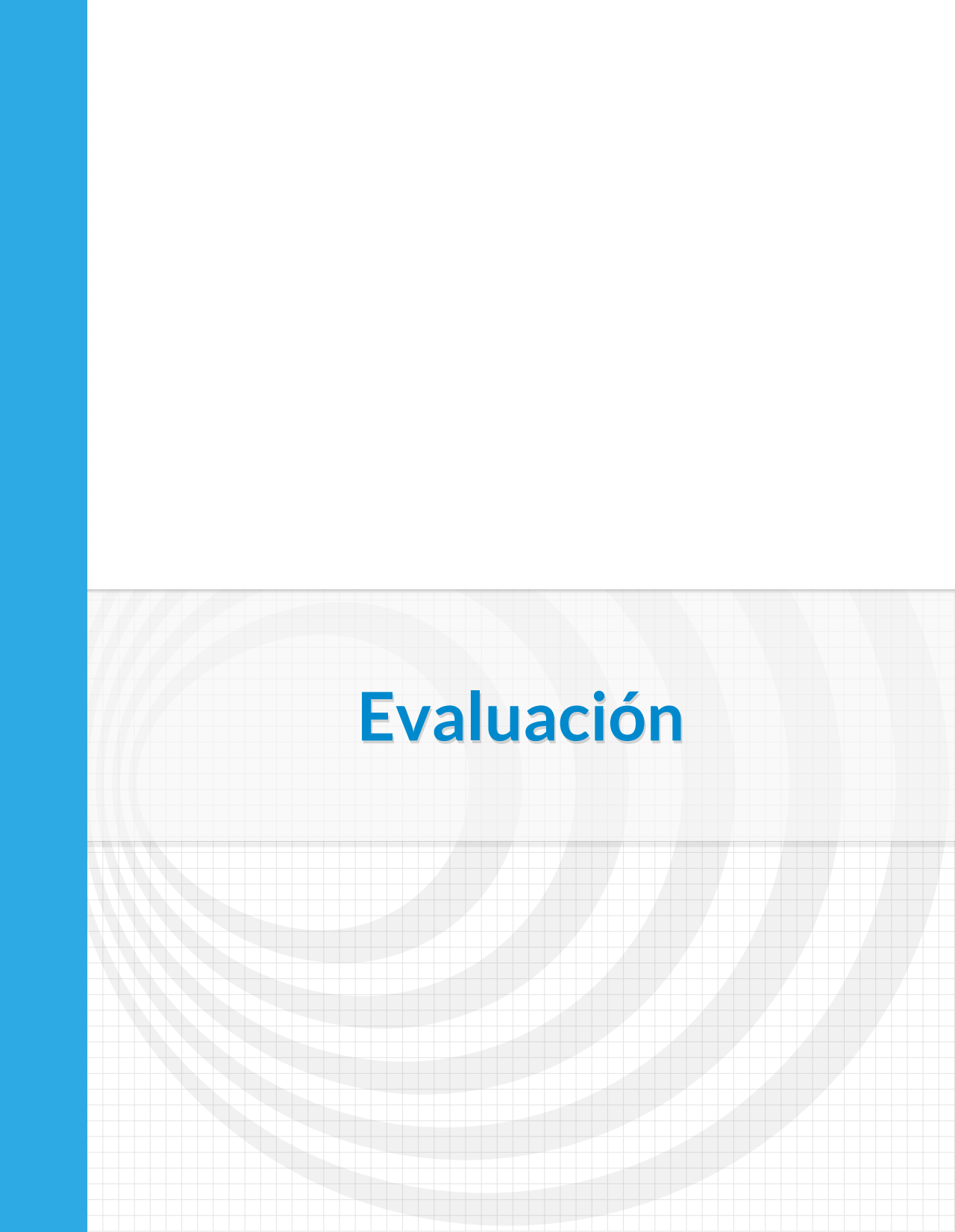
Así las cosas, damos por terminado este primer libro sobre el telescopio espacial James Webb pues, como lo dice su título, es sólo el comienzo. Seguramente, muchos otros libros sobre el Webb serán publicados, confiando en que uno de ellos sea nuestro.

Al 12 de agosto de 2022, no se han publicado nuevas imágenes del James Webb. Terminamos este libro que, como lo dice el título, es sólo el comienzo de una gran aventura espacial.





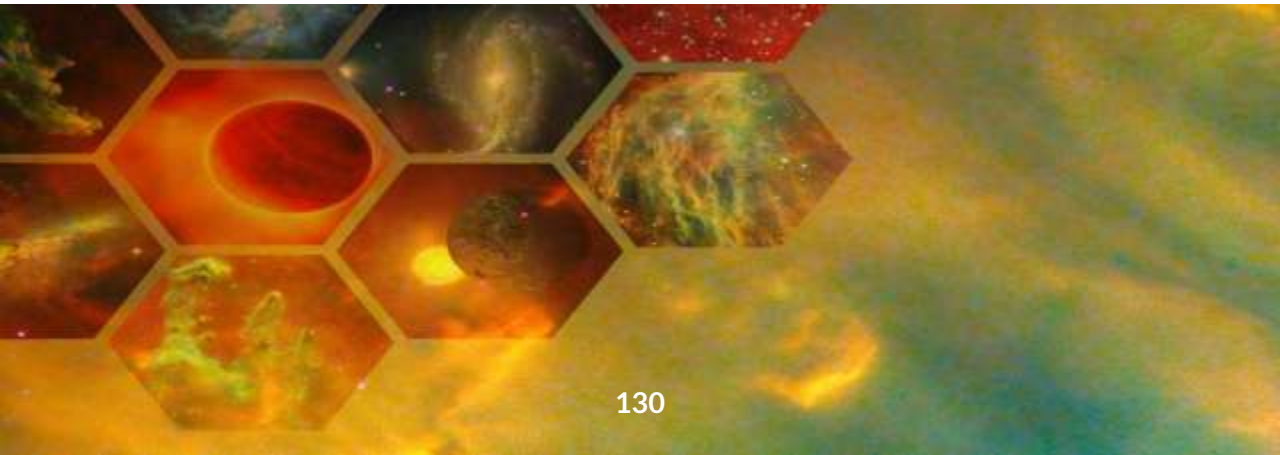
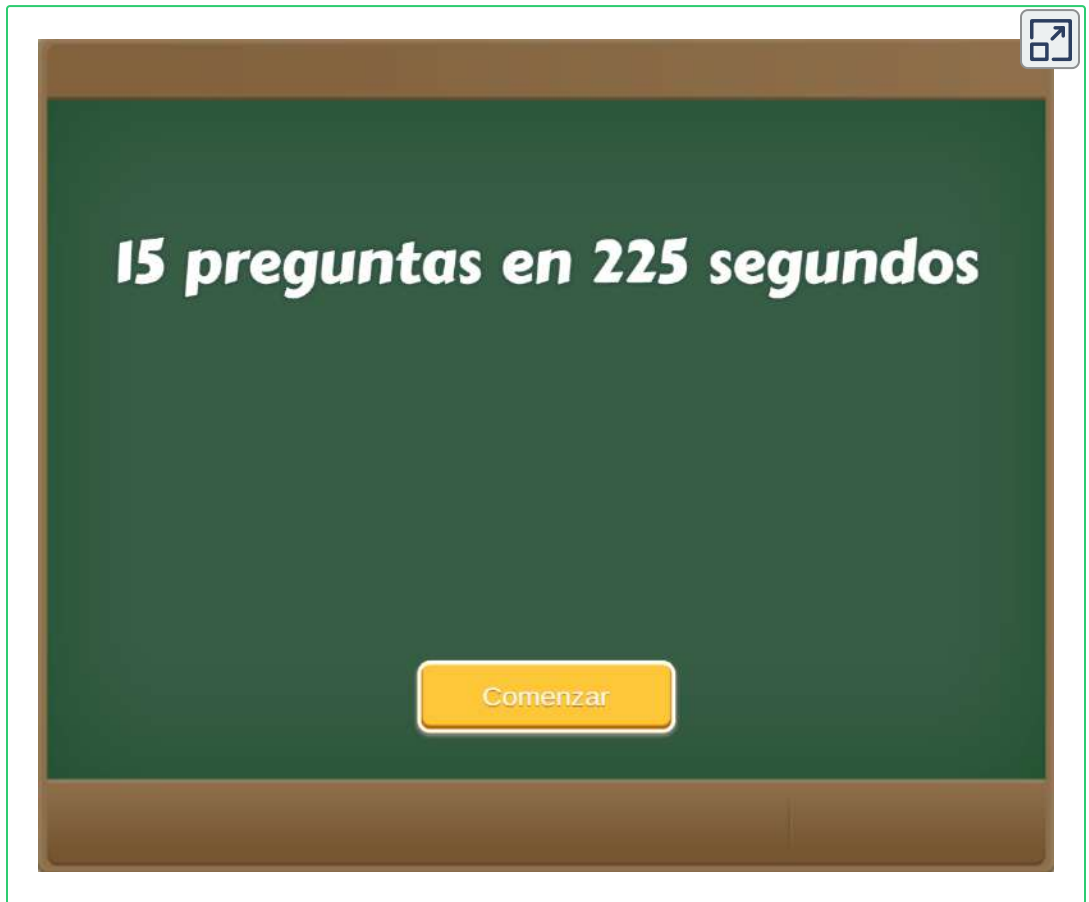




# Evaluación

## 4.1 Preguntas de Falso y Verdadero

Lee bien las afirmaciones, antes de responder.





## 4.2 Identificando imágenes



### Identifica imágenes

Arrastra la imágenes a los cajones correspondientes

| Nebulosa | Galaxia | Cúmulo | Púlsar |
|----------|---------|--------|--------|
|          |         |        |        |



Procura no dejar imágenes montadas

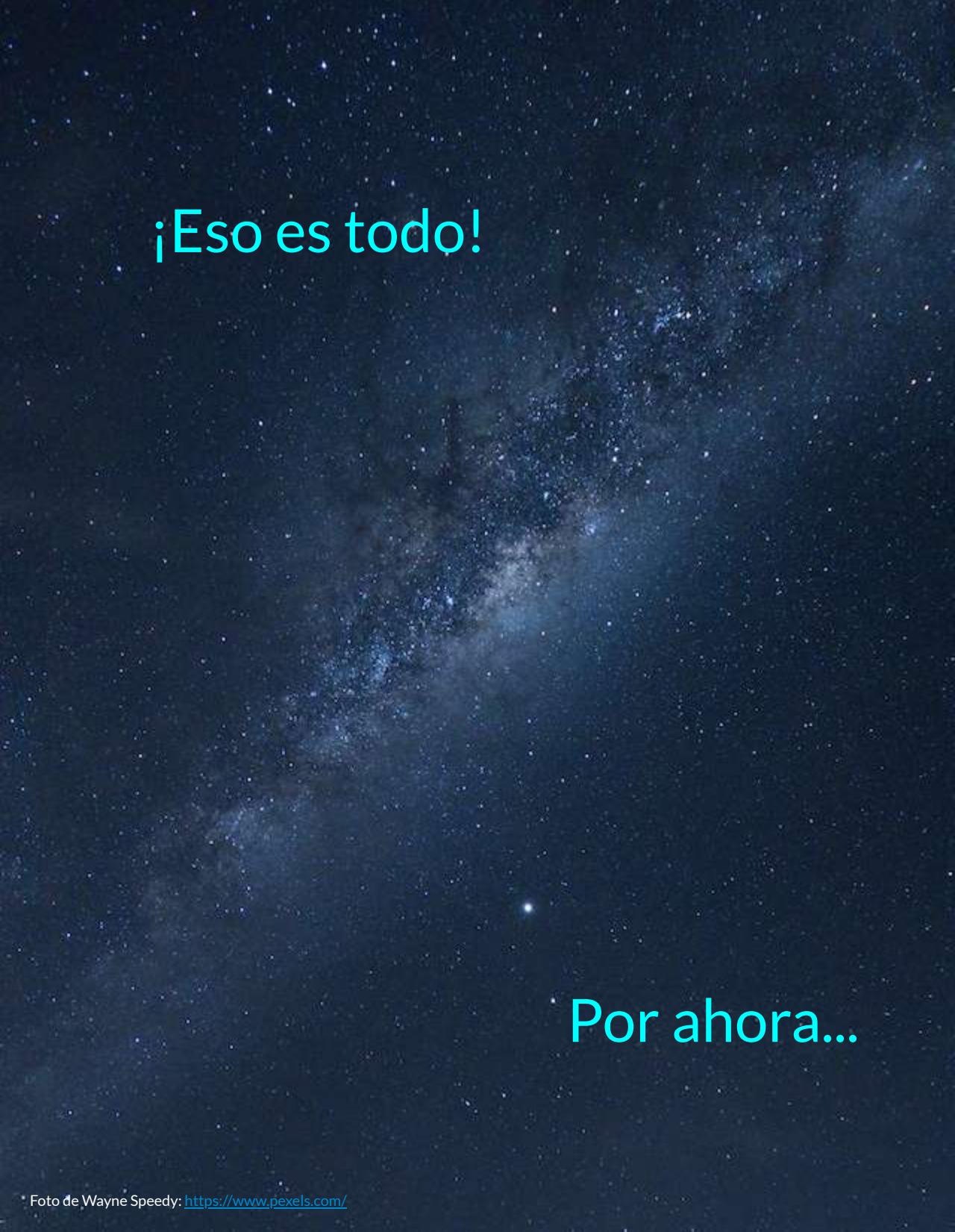




## 4.3 Puzle animado

Terminamos con este puzle en el que las imágenes de las piezas se mueven algo rápido, pero observarás que al armar la imagen la animación será más lenta. Te sugiero ampliarla para una mejor interacción.





¡Eso es todo!

Por ahora...

