EL JAMES WEBB: UNA MIRADA AL ORIGEN DEL UNIVERSO

Ana Galia González Robertson
Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán
Contacto: galia.gonzalez862@gmail.com

El James webb: una mirada al origen del universo

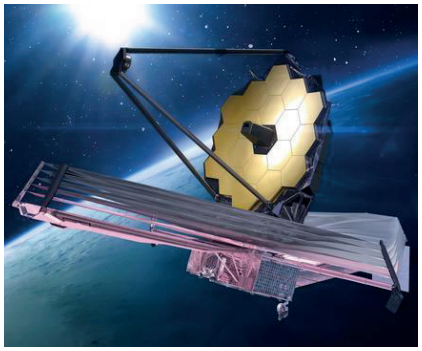
RESUMEN

¿Sabías que con la tecnología actual podemos observar al universo tal y como era hace miles de millones de años? Descubre cómo el Telescopio Espacial James Webb nos lleva a los confines del tiempo para revelar los secretos de las primeras etapas del universo.

Palabras clave: astronomía, infrarrojo, telescopio, universo, exploración

25 de diciembre de 2021, Guyana Francesa. Después de numerosos retrasos en su construcción y 3 lanzamientos pospuestos debido a problemas de causa menor [1], el telescopio espacial James Webb finalmente se encontraba a bordo de un cohete Ariane 5 en espera de la señal que daría inicio a una nueva era en la astronomía. Todos los sistemas del telescopio y del cohete habían sido revisados hasta el cansancio, las condiciones climáticas eran adecuadas y miles de personas esparcidas por todo el planeta seguían con atención la cuenta regresiva desde las pantallas de sus dispositivos.

Figura 1. Lanzamiento del Telescopio Espacial James Webb
Fuente: NASA. Fotografía de Bill Ingalls | *https://images.nasa.gov/details/NHQ202112250010*



Casi como regalo de Navidad para todos los entusiastas, a las 6:20 a. m, (hora de CDMX), el reloj llegó a cero y el Ariane 5 despegó del Centro Espacial de la Guyana (Fig. 1). Media hora después, el telescopio se desacopló del cohete que lo había llevado al espacio y comenzó su camino hacia el punto en el que estaría orbitando al sol [1], con la misión principal de capturar la luz proveniente de objetos extremadamente lejanos para permitirnos mirar atrás en el tiempo y responder algunas preguntas sobre el origen del universo, tal y como abordaremos en este artículo (Fig. 2).

Figura 2. Imagen ilustrativa del Telescopio Espacial James Webb desplegado en el espacio
Fuente: NASA | *https://images.nasa.gov/details/webb_telescope*

LOS LÍMITES DEL ESPECTRO VISIBLE

Para bien o para mal, en los cuatro siglos que nos separan de la noche en la que Galileo Galilei hizo las primeras observaciones astronómicas con un telescopio, como especie hemos descubierto que el universo es muchísimo más grande de lo que la mayoría podemos llegar a imaginar y ya hemos aprendido casi todo lo que podíamos de estos aparatos que se montan en un tripié y se apuntan al cielo desde un patio o una ventana. Factores como la contaminación lumínica, la turbulencia atmosférica, y el tamaño y calidad de los espejos y lentes utilizados son las principales limitaciones en cuanto a qué tan lejos podemos observar con ellos, por lo que ahora se busca construir telescopios fijos mucho más grandes en lugares más altos y alejados de las ciudades, sin embargo, existe otra limitación que depende únicamente de nosotros, los observadores: no toda la luz es visible para el ojo humano.

La luz está compuesta por ondas electromagnéticas de diferentes longitudes (es decir, la distancia entre dos puntos idénticos de la onda), que pueden tomar cualquier valor en una escala que va de lo kilométrico a algo incluso más pequeño que un átomo [2]. Del espacio recibimos luz de todas ellas, pero sólo la podemos ver con nuestros ojos cuando se encuentra aproximadamente en el rango de entre los 380 y los 750 nanómetros [2] (¡siendo un nanómetro algo 80 000 veces más pequeño que el grosor de un cabello humano!), donde cada longitud de onda corresponde a un color diferente. ¿Acaso toda la demás luz es información perdida? Aunque sí lo fue durante muchísimo tiempo, el desarrollo tecnológico de las últimas décadas ha permitido desarrollar y construir telescopios capaces de recoger la luz de los espectros infrarrojo (longitudes de onda mayores a los 750 nanómetros) y ultravioleta (longitudes de onda menores a 380 nanómetros) y "traducirla" por medio de sensores eléctricos para formar imágenes que sí podemos ver (Fig. 3). Gracias a esto, hemos podido observar objetos y fenómenos que antes eran invisibles (o casi invisibles) para nosotros, como restos de supernovas, enanas marrones, núcleos activos de galaxias e incluso nebulosas y estrellas ocultas por polvo estelar, por nombrar algunos.

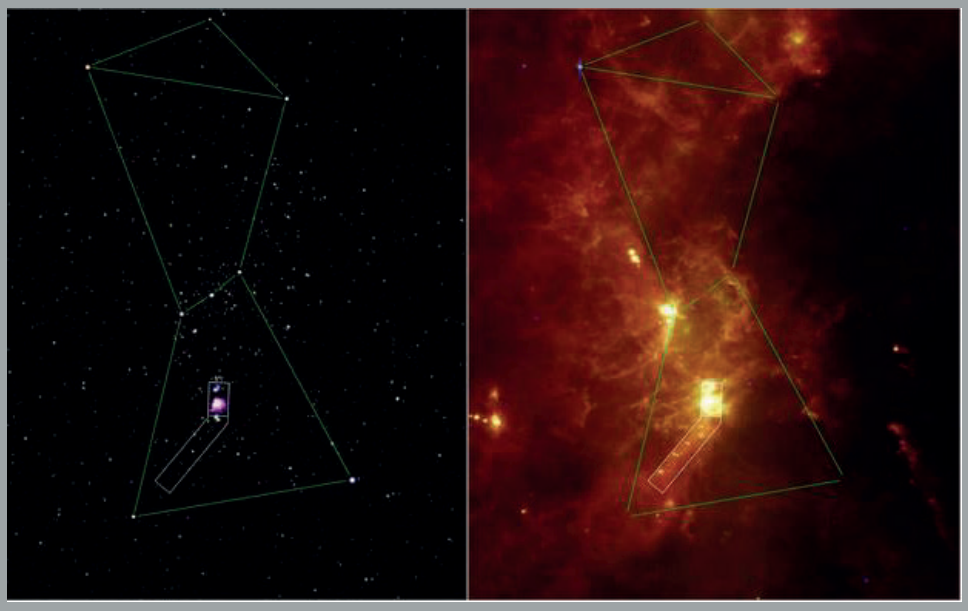


Figura 3. Comparativa de la constelación de Orión observada en el espectro visible (izquierda) y en el espectro infrarrojo (derecha) Fuente: NASA. *https://images.nasa.gov/details/PIA08656*

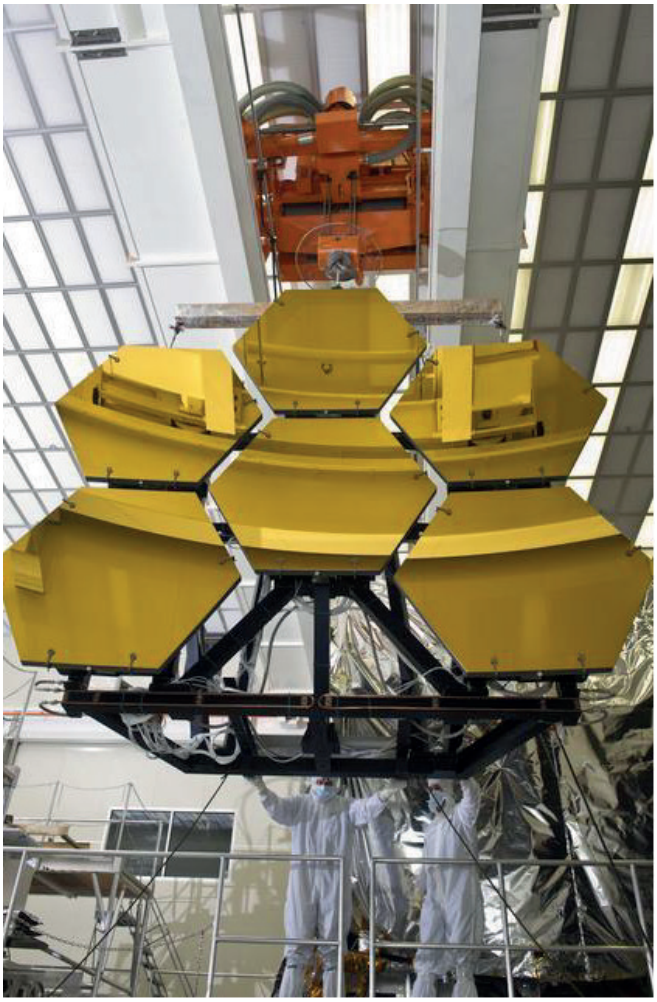
UN TELESCOPIO REVOLUCIONARIO

La atmósfera de la Tierra bloquea gran parte de la luz infrarroja que nos llega de fuera, por lo que para estudiarla es necesario enviar telescopios al espacio, donde la atmósfera deja de ser un problema. El primero de este tipo fue el Satélite Astronómico Infrarrojo (o IRAS, por sus siglas en inglés), que fue puesto en órbita en 1983 y tuvo una vida útil de 10 meses [3], mientras que el más longevo fue el Telescopio Espacial Spitzer, lanzado en 2003 y desactivado en 2020 [3], justo a tiempo para dejarle el protagonismo al Telescopio Espacial James Webb, que recibe su nombre en honor al administrador que estuvo a cargo de la NASA durante el desarrollo del Programa Apolo. Como es de esperarse, la tecnología de cada telescopio fue mejor que la del anterior, pero ¿en qué sentido, exactamente? ¿Qué fue lo que hizo tan especial al James Webb?

Obviando la mejora de los equipos de cómputos disponibles, hay que saber que una de las partes más importantes de estos tres telescopios espaciales es su espejo primario, que, gracias a su forma de cuenco, concentra toda luz que refleja en un solo punto, en el que un espejo más pequeño la vuelve a reflejar al interior de la cámara del telescopio para su análisis (Fig. 4). Entre más grande sea este espejo, más luz se puede recolectar y se tiene, por lo tanto, más información. El espejo primario del IRAS tenía un diámetro de 60 cm y el del Spitzer uno de 85 cm; el del James Webb mide 6.5 metros de diámetro. ¡Metros! Esta enorme diferencia de tamaño con respecto a sus dos predecesores le permite al Telescopio Espacial James Webb observar objetos mucho más distantes y tenues que antes, pero también fue la raíz de uno de los principales problemas en la planeación de la misión, porque ¿cómo se envía un espejo de ese tamaño al espacio sin romperlo o rallarlo? No cabe en ningún cohete.

Figura 4. Estructura de los espejos del Telescopio Espacial James Webb. La luz proveniente del espacio llega al espejo primario (abajo) y se refleja en uno más pequeño (arriba) para entrar a la cámara donde será analizada. Fuente: NASA. Fotografía de Chris Gunn *https://images.nasa.gov/details/GSFC_20171208_Archive_e000369*

La solución terminó siendo no enviar un espejo de ese tamaño. En su lugar, se fabricaron 18 espejos más pequeños en forma de hexágonos y se adhirieron a una estructura diseñada para plegarse durante el lanzamiento y extenderse una vez que se encontrara en el espacio y fuera del cohete, acomodando los espejos como piezas de rompecabezas para formar al espejo primario [1] (Fig. 5). Esto implicó tecnología que jamás se había implementado en un telescopio espacial y constituyó uno de los mayores riesgos de la misión, ya que todo el proceso de despliegue debía ser completamente automático debido a la enorme distancia entre nosotros y el telescopio; si algo salía mal, no habríamos podido hacer nada y la misión hubiera terminado en ese mismo momento.



Pero ¿hasta dónde debía llegar el James Webb? Otra característica que vale la pena mencionar acerca de este telescopio es su órbita, estratégicamente en el segundo de los cinco llamados puntos de Lagrange, que son regiones en el espacio en las que la atracción gravitatoria del Sol y la Tierra se equilibran con la fuerza asociada a las vueltas que da un objeto más pequeño (en este caso, el James Webb), permitiéndole a éste mantenerse prácticamente inmóvil con respecto a los dos cuerpos celestes [4].

El segundo punto de Lagrange, L2, se encuentra frente a la cara nocturna de la Tierra y en la región también operan telescopios como Gaia y Euclid, por ejemplo, que estudian exoplanetas y la aceleración del universo, respectivamente. Al estar siempre en la misma posición relativa a la Tierra, el James Webb aprovecha la base sobre la que se sostienen sus espejos para usarla como un escudo que bloquea al mismo tiempo la luz emitida por el Sol y la reflejada por la Tierra y la Luna, manteniendo sus instrumentos a baja temperatura y evitando que esa misma luz interfiera con la detección de luz infrarroja. Como ventaja adicional, la cercanía del L2 con la Tierra facilita su comunicación con las estaciones terrestres.

Figura 5. Los espejos hexagonales se ensamblan en una sola estructura para formar un espejo primario de más de 6 metros de diámetro.
Fuente: NASA. Fotografía de Emmet Given *https://images.nasa.gov/details/1100787*
Fuente: NASA

UNA MIRADA AL ORIGEN DEL UNIVERSO

¿Por qué usar el espejo más grande jamás enviado al espacio para observar específicamente luz infrarroja y no luz visible o ultravioleta? La respuesta es una combinación de dos factores.

El primero es un fenómeno llamado ***corrimiento al rojo.*** Hoy sabemos que el universo se está expandiendo, es decir, que todas las galaxias se están alejando unas de otras. A medida que lo hacen, la luz que emiten se "estira" para poder seguir cubriendo el mismo espacio recorrido sin tener que cambiar su velocidad, pasando a tener una longitud de onda más grande y acercándose, por lo tanto, al color rojo. Entre más lejos esté una galaxia, más grande es su corrimiento al rojo. La luz visible emitida por las más lejanas se ha desplazado tanto que llega a nosotros como luz infrarroja.

El segundo factor está relacionado con la velocidad de la luz, que es más o menos de 300 000 km/s, lo cual es extremadamente lento si hablamos de distancias astronómicas. La luz del Sol, por ejemplo, tarda unos 8 minutos en llegar a la Tierra, lo que significa que, cuando lo vemos (con la debida protección necesaria, por supuesto), en realidad estamos viendo cómo era hace 8 minutos. Lo mismo ocurre con la luz que vemos de los objetos más lejanos, emitida hace miles, millones o miles de millones de años.

Entonces… La luz de las galaxias más lejanas nos llega como luz infrarroja, pero esa luz infrarroja nos muestra cómo eran esas galaxias en el momento en el que emitieron esa luz, por lo tanto, un telescopio infrarrojo tan poderoso como el James Webb nos permite "ver muy hacia el pasado", permitiéndonos estudiar al universo en sus etapas más tempranas, apenas cientos de millones de años después del Big Bang [1], muchísimo más tiempo atrás de lo que lo permitían el IRAS y el Spitzer.
Hoy en día, poco más de tres años después de su lanzamiento, el Telescopio Espacial James Webb nos ha regalado ya algunos descubrimientos que han ampliado nuestra visión del universo. En marzo

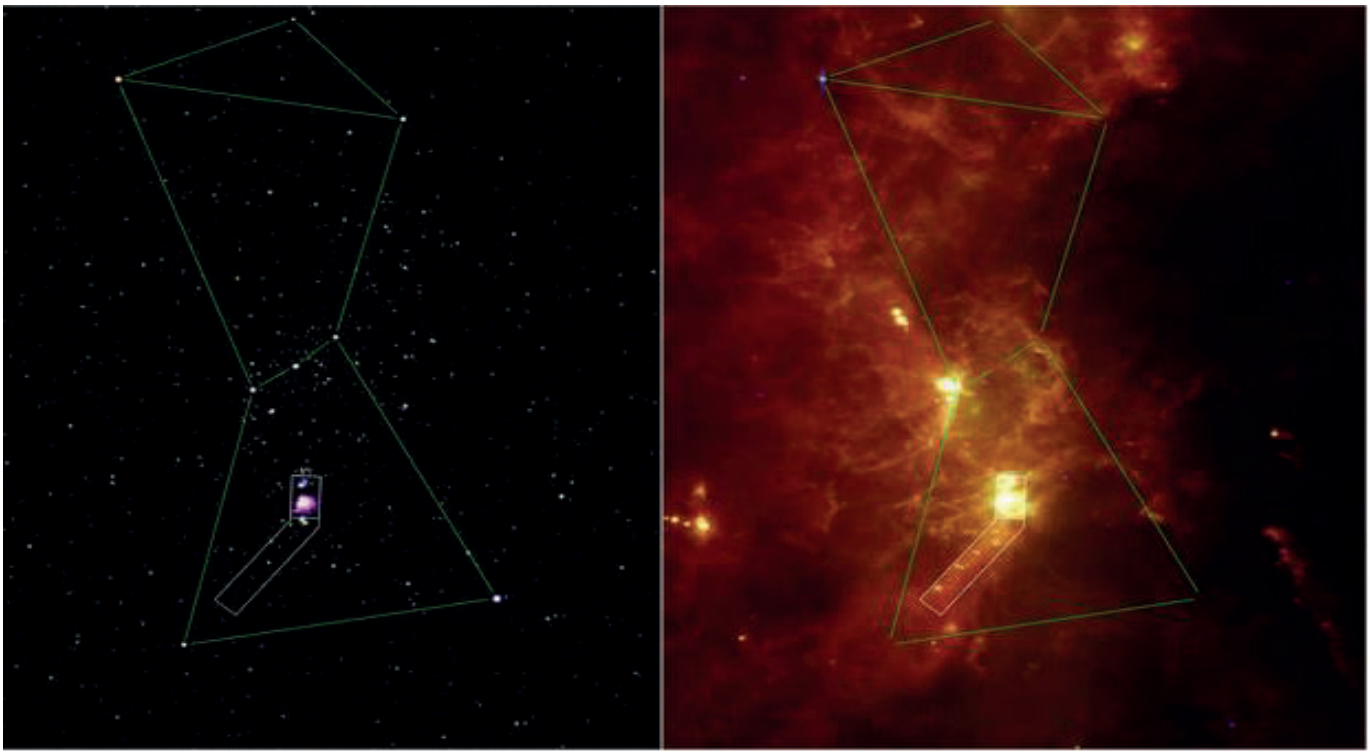


Figura 4. Estructura de los espejos del Telescopio Espacial James Webb. La luz proveniente del espacio llega al espejo primario (abajo) y se refleja en uno más pequeño (arriba) para entrar a la cámara donde será analizada. Fuente: NASA. Fotografía de Chris Gunn
https://images.nasa.gov/details/GSFC_20171208_Archive_e000369

de 2022, por ejemplo, se anunció el descubrimiento de Eärendel, la estrella más lejana (y, por lo tanto, la más antigua) jamás observada [5], llamada así en honor a un poema de la mitología de ***El Señor de los Anillos.*** Se estima que esta estrella se originó alrededor de 900 millones de años después del Big Bang, que es relativamente poco al compararlo con la edad del universo, que es de aproximadamente de 13 800 millones de años, y adelantando por mucho al récord que mantenía la estrella Ícaro, nacida 4 300 millones de años después del Big Bang. Si bien por su enorme edad sabemos que Eärendel murió hace mucho tiempo, su detección ha permitido estudiar a las primeras generaciones de estrellas del universo, formadas en un entorno muy diferente al actual, y cómo éstas influyeron en la formación de las primeras galaxias.

Otros descubrimientos importantes han sido los de la primera detección de vapor de agua en una región del espacio donde orbitan dos o más protoplanetas (planetas en formación) en otro sistema solar [6] y la primera detección de dióxido de carbono en la atmósfera de un exoplaneta [7], lo que nos acerca a encontrar condiciones favorables para la vida más allá de la Tierra. El James Webb también ha captado imágenes detalladas de galaxias en formación, desafiando los modelos existentes sobre evolución galáctica [8].

¡Y esto ha sido sólo el inicio de la misión! Al observar la luz de las primeras estrellas y galaxias, obtenemos información sobre la formación y evolución de las estructuras cósmicas, verificamos teorías sobre el origen del universo y comprendemos mejor los procesos que han moldeado el cosmos a lo largo de su historia (Fig. 6). ¡Por eso el Telescopio Espacial James Webb tuvo a tantas personas de todo el mundo observado su lanzamiento el mismo día de Navidad! Cada nueva observación nos acerca un poco más a entender los orígenes del universo, la formación de galaxias y estrellas e, incluso, a la posibilidad de encontrar vida en otros planetas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Drake, N. (2021). Se lanzó el telescopio espacial James Webb, el más potente de la historia. National Geographic. https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2021/12/se-lanzo-el-telescopio-espacial-james-webb-el-mas-potente-de-la-historia*

2. *UCAR Center for Science Education. (s. f.). Electromagnetic (EM) Spectrum. Recuperado el 10 de agosto de 2024, de https://scied.ucar.edu/learning-zone/earth-system/electromagnetic-spectrum*

3. *NASA. (22 de diciembre de 2023). Conoce los telescopios del infrarrojo que abrieron el camino a Webb. https://ciencia.nasa.gov/universo/conoce-los-telescopios-del-infrarrojo-que-abrieron-el-camino-a-webb/*

4. *NASA. Webb´s Orbit. Recuperado el 18 de marzo de 2025, de https://science.nasa.gov/mission/webb/orbit/*

5. *NASA Hubble Misión Team. (30 de marzo de 2025). Un nuevo récord: Hubble detecta la estrella más lejana jamás vista. NASA. https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2022/03/earendel-el-telescopio-espacial-hubble-detecto-la-estrella-mas-antigua-y-lejana-jamas-vista*

6. *NASA. (25 de julio de 2023). Webb detecta vapor de agua en zona de formación de planetas rocosos. https://ciencia.nasa.gov/universo/webb-detecta-vapor-de-agua-en-zona-de-formacion-de-planetas-rocosos/*

7. *NASA. (25 de agosto de 2022). Telescopio espacial Webb de la NASA detecta dióxido de carbono en atmósfera de exoplaneta. https://ciencia.nasa.gov/universo/webb-de-la-nasa-detecta-dioxido-de-carbono-en-atmosfera-de-exoplaneta/*

8. *NASA. (12 de julio de 2022). El telescopio Webb de la NASA arroja luz sobre la evolución de las galaxias y los agujeros negros. https://ciencia.nasa.gov/universo/el-telescopio-webb-de-la-nasa-arroja-luz-sobre-la-evolucion-de-las-galaxias-y-los-agujeros-negros/*