

Sobre cúmulos globulares y atmósferas exo-planetarias: el legado del Telescopio Espacial Hubble

Miguel Chávez

El pasado mes de mayo fui invitado a participar en una videoconferencia organizada por la Red de Planetarios de Quintana Roo sobre los logros del Telescopio Espacial Hubble en el 30 aniversario de su lanzamiento. La selección de los tópicos fue difícil, ya que el Hubble ha tenido una incidencia fundamental en prácticamente todos los ámbitos de la astrofísica contemporánea, desde objetos celestes de nuestro sistema solar hasta las galaxias más distantes. Tuve que tomar una decisión y opté, por una parte, por describir un tema en el que he trabajado a lo largo de mi carrera; los cúmulos globulares. Por otra parte, elegí tópico entre los más sobresalientes de esa gran infraestructura astronómica; el estudio de la composición química de las atmósferas de planetas más allá de nuestro sistema solar. El texto de esta contribución se concentra en esos dos temas.

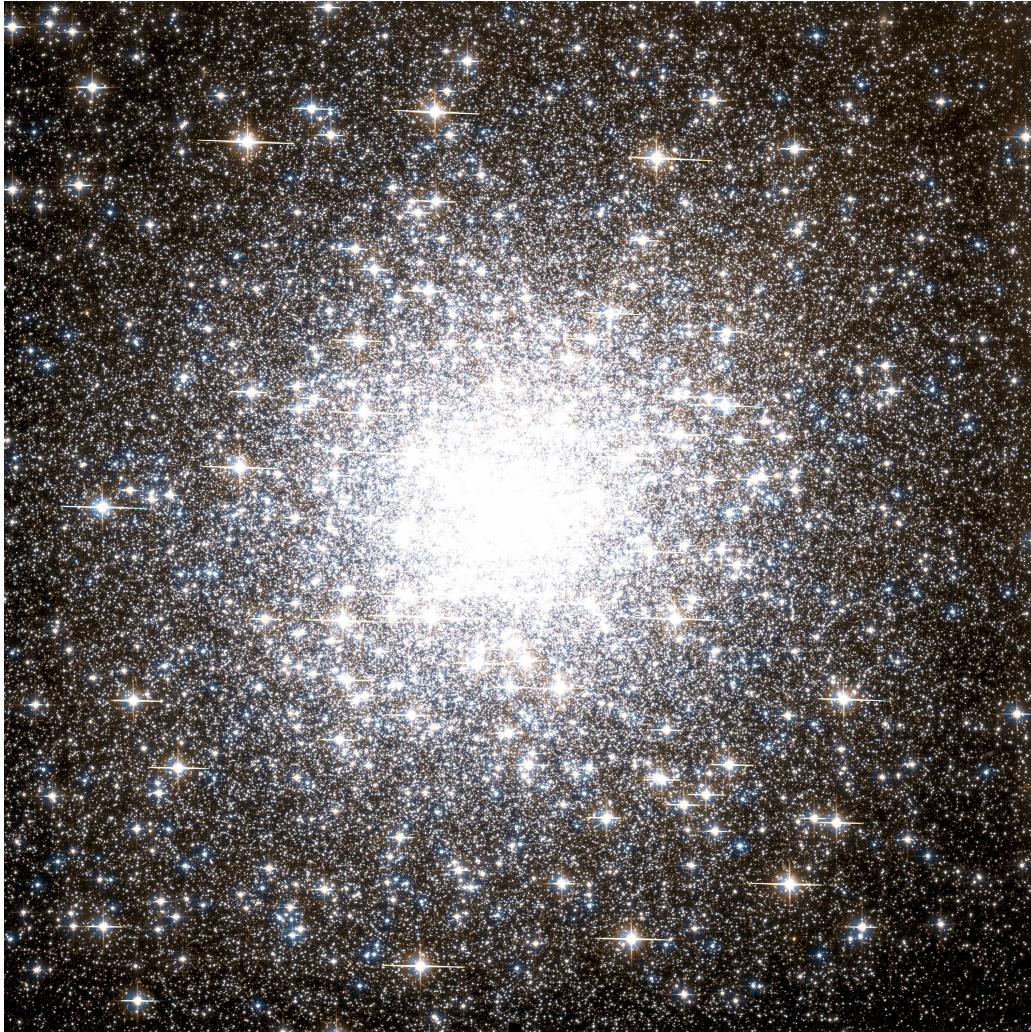
Los cúmulos globulares (CG) son sistemas estelares que albergan hasta un millón de estrellas, y nacieron cuando nuestra galaxia, la Vía Láctea, estaba aún en las etapas iniciales de su formación. Por esta razón, los CG se consideran reliquias de aquel colapso inicial del material primigenio del Universo que dio origen a nuestra galaxia. Los CG están entre los objetos más viejos del Universo, y por tanto permitieron establecer un límite inferior para la edad de nuestra galaxia, estimada en unos 13 mil millones de años.

Una característica importante de los CG es que hospedan principalmente estrellas como nuestro Sol y cuyo brillo proviene de la combustión nuclear de hidrógeno en sus centros, o ya más evolucionadas y conocidas como gigantes rojas. Las atmósferas de estas estrellas usualmente poseen un contenido de elementos químicos (con excepción del hidrógeno, helio y litio, que se formaron en el Big Bang) significativamente inferior al que podemos medir en el Sol y en general en las abundancias químicas presentes en los brazos espirales de la Vía Láctea.

En este contexto, hace casi cincuenta años se identificó que las estrellas gigantes, en ese entonces las únicas accesibles debido a que son miles de veces más luminosas que el Sol, presentaban una gran dispersión en la abundancia de algunos elementos químicos como el nitrógeno, magnesio, carbono, sodio y en moléculas formadas por estos elementos como la metilidina y el monóxido de carbono, entre otras. Esta heterogeneidad no podía ser explicada bajo el concepto, que prevaleció por muchas décadas, de que los miembros de los CG deberían tener una composición química semejante. Inicialmente se pensó que esta propiedad podría ser un efecto de la diversidad química del medio interestelar a partir del cual se formaron las estrellas, o bien, tratándose de estrellas gigantes evolucionadas, su composición química se pudo ver alterada por los procesos de mezclado en el interior de las estrellas. Fue hasta 30 años después que investigadores,

principalmente de Corea, utilizaron un pequeño telescopio en Chile y detectaron que el cúmulo ω -Centauri, el que contiene más estrellas de los

aproximadamente 150 globulares que se conocen en la Vía Láctea, posee más de una generación estelar.



Impresionante imagen del Cúmulo Globular Messier 2 obtenida por el Telescopio Espacial Hubble. Es el segundo objeto celeste en el listado del astrónomo Charles Messier. M2 se encuentra a uno 55 mil años luz de distancia (1 año luz es la distancia que recorre la luz en un año viajando a una velocidad de 300 mil km por segundo). Contiene unas 150 mil estrellas en el volumen de una esfera de 180 años luz de diámetro. Sus estrellas se formaron en una secuencia de al menos siete eventos hace casi 13 mil millones de años.

Agencia Espacial Europea y NASA, obtenida por Giampaolo Piotto y colaboradores.

El Hubble ha sido un maravilloso instrumento para estudiar cúmulos globulares. La exquisita precisión con la que colecta luz en diferentes filtros, sobre todo en luz ultravioleta, ha permitido distinguir múltiples generaciones de estrellas en las decenas de sistemas estelares que ha estudiado. Un grupo de investigadores en Italia ha mostrado que prácticamente todos los sistemas analizados con el Hubble han tenido en el lejano pasado dos o más eventos de formación estelar, rompiendo el longevo paradigma de que los cúmulos globulares representan una Población Estelar Simple (SSP, por sus siglas en inglés). Ese paradigma fue el caballo de batalla para el estudio de sistemas estelares más complejos como galaxias distantes. En la actualidad el concepto SSP se está paulatinamente abandonando, pero queda aún pendiente explicar por qué esos enigmáticos objetos contienen tal variedad estelar. En la figura se muestra la impresionante imagen que el Hubble obtuvo del objeto Messier 2 (M2), un CG que contiene al menos siete generaciones de estrellas.

¿Y los exo-planetas?

Desde 1995, año en que se descubrió el primer planeta fuera de nuestro sistema solar alrededor de la estrella 51 Pegasi (Helvetios), se han confirmado casi 4,300 planetas más que “habitan” en 3,175 sistemas planetarios. Michel Mayor y Didier Queloz fueron los descubridores de este primer exo-planeta, hallazgo por el cual les fue conferido, junto con el cosmólogo J. Peebles, el Premio Nobel de Física en 2019.

Las estrellas progenitoras de los sistemas exo-planetarios son, en la mayoría de los casos, similares a nuestro Sol, es decir, con temperaturas en su atmósfera visible (fotosfera) entre 4,500 y 6,500 grados centígrados. Adicionalmente, estos sistemas planetarios tienen una gran diversidad de edades; unos muy jóvenes, de algunas pocas decenas de millones de años, y otros inclusive más viejos que nuestro sistema solar, cuya edad se estima en 4,500 millones de años. Esta diversidad de edades permitirá estudiar a nuestro sistema solar en un contexto evolutivo y “mirar” hacia su pasado y hacia su futuro.

El descubrimiento de esta plétora de planetas se ha logrado a través de una gran variedad de métodos de detección. El más utilizado en los primeros años fue el denominado de velocidad radial, usado en la detección del primer exo-planeta, hoy conocido como Dimidio. En la actualidad, la técnica más usada es la llamada de tránsitos que no requiere de

grandes telescopios, pero sí de instrumentación muy precisa. Además, necesita que los sistemas exo-planetarios presenten una configuración especial de manera que nuestra línea visual esté en el plano de la órbita del planeta. De esta forma podemos medir la disminución de la luz estelar cuando el planeta pasa enfrente de la estrella. La misión espacial Kepler, con un pequeño telescopio de poco menos de 1m de diámetro, ha contribuido con la mayoría de las detecciones hasta la fecha.

Con todos estos descubrimientos emergen varias preguntas: ¿qué propiedades tienen los exo-planetas? O más específicamente, ¿existen planetas similares a los de nuestro sistema solar, incluida la Tierra? ¿Poseen atmósfera? ¿Cuál es la composición química de esas atmósferas? ¿Podrían albergar vida? El Hubble ha contribuido enormemente a responder esas interrogantes. Numerosos astrónomos han concentrado sus investigaciones, tanto teóricas como observacionales, en indagar las propiedades de las atmósferas de exo-planetes a través de una técnica denominada espectroscopia de transmisión. El equipo científico del Hubble, entre sus contribuciones más destacadas, incluye el estudio de atmósferas exo-planetarias. Observaciones del Hubble han permitido identificar sodio, oxígeno, carbono y componentes moleculares como bióxido de carbono, metano y vapor de agua, componentes básicos para la vida como la conocemos.

El enorme legado que el Hubble ha dejado sin duda será continuado por la nueva generación de telescopios. Tal es el caso de su sucesor el James Web Space Telescope, por lanzarse el próximo año, y el sucesor de este último, LUVOIR (Large Ultraviolet Optical and Infrared Surveyor) que, de ser financiado, será puesto en órbita a finales de los 2030s. Un futuro prometedor para las nuevas generaciones de jóvenes que, ojalá así sea, opten por seguir la investigación del cosmos.