

IDENTIFICANDO CUERPOS CELESTES EN EL UNIVERSO OBSERVABLE

Johan Manuel Zúñiga

Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato, México.

INTRODUCCIÓN

¿Sabes qué son ese montón de puntos brillantes que observas en el cielo nocturno? Es muy común escuchar a las personas referirse a estos objetos con el nombre genérico de “estrellas”, sin embargo, aunque esta denominación sea tan común no es del todo correcta. En realidad, la gran mayoría de estos objetos lo son, pero tan solo una fracción muy pequeña de estrellas se pueden observar desde la Tierra a simple vista. Entonces, ¿Qué son el resto de los puntos luminosos que alcanzamos a percibir? ¿Qué tipo de objetos habitan nuestro espacio exterior? Hagamos un recorrido general hacia nuestro Universo para dar respuesta a estas preguntas.

Cuando estamos en lugares retirados, lejos de las ciudades luminosas y contemplamos el “firmamento” en una noche sin nubes, es posible observar varios objetos celestes que por largos siglos han despertado la curiosidad, la inspiración y la fascinación del ser humano: la Luna, una gran cantidad de puntos luminosos o luceros, una hermosa y gigantesca mancha blanquecina que se extiende formando un arco en el cielo, algunas nubes extraterrestres en el hemisferio sur y, eventualmente, trazos brillantes de muy corta duración comúnmente denominados estrellas fugaces.

Aunque a simple vista no podamos ver con detalle, gracias al desarrollo de instrumentos cada vez más sofisticados como telescopios, fotómetros, espectrógrafos, cámaras CCD y super computadoras de análisis y procesamiento de datos, hemos logrado clasificar la mayoría de los objetos celestes y aprender sobre su naturaleza física. Muchos programas de investigación astronómica han sido desarrollados en los dos últimos siglos para realizar mapeos del cielo completo y complementar los conocimientos más antiguos que teníamos sobre el Universo. Las observaciones han sido realizadas desde la Tierra mediante grandes telescopios ubicados en lugares estratégicos del planeta, y desde el espacio a través de satélites puestos en órbita para la investigación astronómica. El muestreo se ha realizado en todo el espectro electromagnético, es decir recolectando información procedente del espacio en ondas de radio, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma. Hoy en día contamos con grandes bases de datos que

brindan información muy detallada sobre gran cantidad de objetos astronómicos de modo que podemos hacernos una idea muy precisa de los objetos que constituyen nuestro Universo.

La mayoría de los luceros que observamos son estrellas de la Vía Láctea, nuestra Galaxia. Resulta que a pesar de que ésta contiene alrededor de 200 mil millones de estrellas, a simple vista solo podemos observar unas cinco mil de ellas y eso si se presentan buenas condiciones para la observación del cielo nocturno. Esta es una pequeña muestra que contiene tanto estrellas muy cercanas como otras que, aunque estén bastante alejadas, son muy brillantes. El resto de las estrellas, de magnitudes de brillo más débil o aquellas que están muy alejadas de nosotros, aparecerán al ser observadas con instrumentos más potentes que nuestros ojos, por ejemplo, los telescopios. Diversos factores como la contaminación lumínica, la extinción atmosférica y la debida a medio interestelar afectan significativamente el número de estrellas que podamos apreciar en nuestra bóveda celeste.

Las estrellas son enormes esferas de gas, principalmente hidrógeno, caliente y denso, comprimido bajo el efecto de su propia gravedad y equilibradas por acción de las reacciones termonucleares que se dan en su interior, en el núcleo caliente. Dichas reacciones convierten el hidrogeno en helio y en su proceso liberan enormes cantidades de radiación; sin embargo, la luz que observamos de ellas no es precisamente la que sale de su núcleo, sino la que se emite

desde su fotosfera, es decir desde sus capas más externas. Las estrellas emiten un espectro de radiación térmica que depende de su temperatura efectiva y al analizar dichos espectros con detalle, es posible observar las denominadas líneas de absorción que nos permiten determinar la composición química de sus atmósferas. Además, el análisis espectral y de brillo de una estrella permite clasificarlas en diversos grupos, de acuerdo con su color, temperatura, tamaño, luminosidad y establecer relaciones entre estas propiedades, por ejemplo, como se hace en el diagrama de Hertzsprung-Russell.

La estrella más cercana a nuestro planeta es el Sol y está clasificado como una estrella de clase espectral G y clase de luminosidad V, por lo que se le llama una enana amarilla. Tiene una temperatura efectiva de aproximadamente 5780K y se encuentra a una distancia aproximada de 150 millones de kilómetros de la Tierra. La segunda estrella más cercana es Proxima-Centauri ubicada a 4.2 años-luz, es decir que la luz aun viajando a una velocidad de 300000 km/s tarda alrededor de 4.2 años en llegar hasta nosotros. Se trata de una enana roja, no perceptible a simple vista a pesar de estar tan cerca, que tiene una masa equivalente a una octava parte de la masa del Sol.

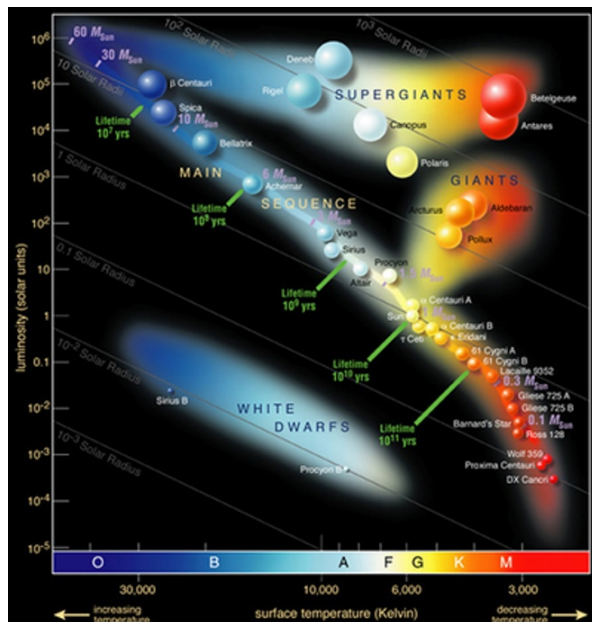


Figura 1. El diagrama de Hertzsprung-Russell. Fuente: Google.

Actualmente en astronomía clasificamos las estrellas de acuerdo con su tipo espectral

como O, B, A, F, G, K y M, de modo que la temperatura efectiva desciende respectivamente en el orden mencionado, variando desde los 50000K para las de tipo O más calientes, masivas y jóvenes hasta los 3000K para las de tipo M más frías y menos masivas (jóvenes y viejas). El color también es una propiedad que cambia con la temperatura de modo que las de tipo O tienen una tonalidad más azul-blancuecino y las de tipo M se muestran más rojizas. El Sol tiene una tonalidad amarillenta. También el tamaño y la luminosidad de las estrellas disminuye desde las gigantes O hasta las enanas en M. Sin embargo, es necesario otro criterio de clasificación: la clase de luminosidad. Resulta que hay estrellas supergigantes y muy luminosas, como por ejemplo Betelgeuse que tiene un radio de aproximadamente 900 veces el del Sol, y que a pesar de esto son frías, viejas y rojizas. Este tipo de estrellas se dice que han salido de la secuencia principal y forman parte de grupos de estrellas en fases más avanzadas de evolución. Las clases de luminosidad varían desde las de tipo O, hipergigantes extremadamente luminosas, hasta las de tipo VII como las enanas blancas. El Sol es una estrella de tipo V en esta clasificación, es decir una estrella enana de la secuencia principal. Será un tema de otro artículo los tipos de estrellas, sus fases evolutivas y su posición en el diagrama de Hertzsprung-Russell.

Otros objetos que a simple vista parecen estrellas, vistos a través de telescopios simples aparecen como objetos difusos o pequeñas manchitas; estas son las galaxias, sistemas formados por miles de millones de estrellas y por ende brillan con luz propia. Las galaxias son objetos que se encuentran fuera de la Vía Láctea, a distancias increíblemente grandes y por eso las percibimos como puntos. La Vía Láctea es en sí misma una de estas agrupaciones estelares y nuestro sistema solar corresponde a una muy pequeña región al interior de ésta. Nuestro Sol es una de las aproximadamente 200 mil millones de estrellas que conforman la Vía Láctea y esta, a su vez, es una entre las miles de millones de galaxias que existen en el Universo.

A “simple vista” es posible percibir cinco galaxias cercanas: la Vía Láctea, Andromeda

o M31, la Galaxia del Triangulo o M33 y, si nos ubicamos en el hemisferio sur terrestre, las dos nubes de Magallanes, una pequeña y una grande. Andrómeda y M33 se ven como dos puntitos difusos ya que están más alejadas, mientras que las nubes de Magallanes literalmente se observan como dos nubes blanquecinas/azuladas en el cielo exterior. La galaxia de Andrómeda es mucho más grande que la Vía Láctea y esta ubicada a una distancia de 2,5 millones de años-luz, es decir que la luz tarda 2,5 millones de años en viajar desde ella hasta nosotros. Las nubes de Magallanes son galaxias satélites de la Vía Láctea y la orbitan relativamente cerca a unos 163 mil años-luz para la Gran Nube de Magallanes y a unos 200 mil años-luz para la Pequeña Nube de Magallanes, aunque algunos astrofísicos aseguran que estas dos galaxias están cayendo a la Vía Láctea y, en un futuro, serán acretadas por esta.

Las galaxias básicamente son de cuatro tipos: espirales, lenticulares, elípticas o irregulares. Las espirales son las de estructura más compleja; poseen un bulbo central muy brillante constituido de estrellas en su mayoría viejas, un disco delgado de gas, polvo y estrellas relativamente jóvenes que rodean al bulbo y donde existe uno o más pares de brazos que se envuelven en espiral. Es en estos brazos donde nacen nuevas

estrellas a partir del colapso gravitacional de nubes gigantes moleculares de hidrógeno y polvo. Además, estas galaxias poseen un halo esférico de estrellas que las rodean. La Vía Láctea y Andrómeda son dos galaxias espirales gigantescas y aun en ellas se crean nuevas estrellas a una razón aproximada de una por año. El sistema solar está ubicado en el disco de la Vía Láctea, específicamente en uno de sus brazos denominado Brazo de Orión. ¿Cómo crees que sabemos que nuestra galaxia es una espiral si jamás hemos salido de ella para observarla? Una pista para responder esta pregunta está en la mancha blanquecina que se curva y se extiende en el cielo nocturno y que Galileo Galilei en 1610 determinó que estaba constituida por miles de millones de estrellas.

Las galaxias lenticulares tienen forma de sombrero: son similares a las espirales en el sentido en que poseen un bulbo central y un disco de estrellas; sin embargo, su disco no posee brazos espirales y está desprovisto de gas y polvo por lo que no producen nuevas estrellas. Se cree que las lenticulares se forman a partir de las espirales cuando dejan de producir estrellas o algo hizo que perdieran su gas. Las galaxias elípticas por su parte tienen la estructura más simple; se trata de agrupaciones esferoidales (o elipsoidales en general) de estrellas. Poseen una región

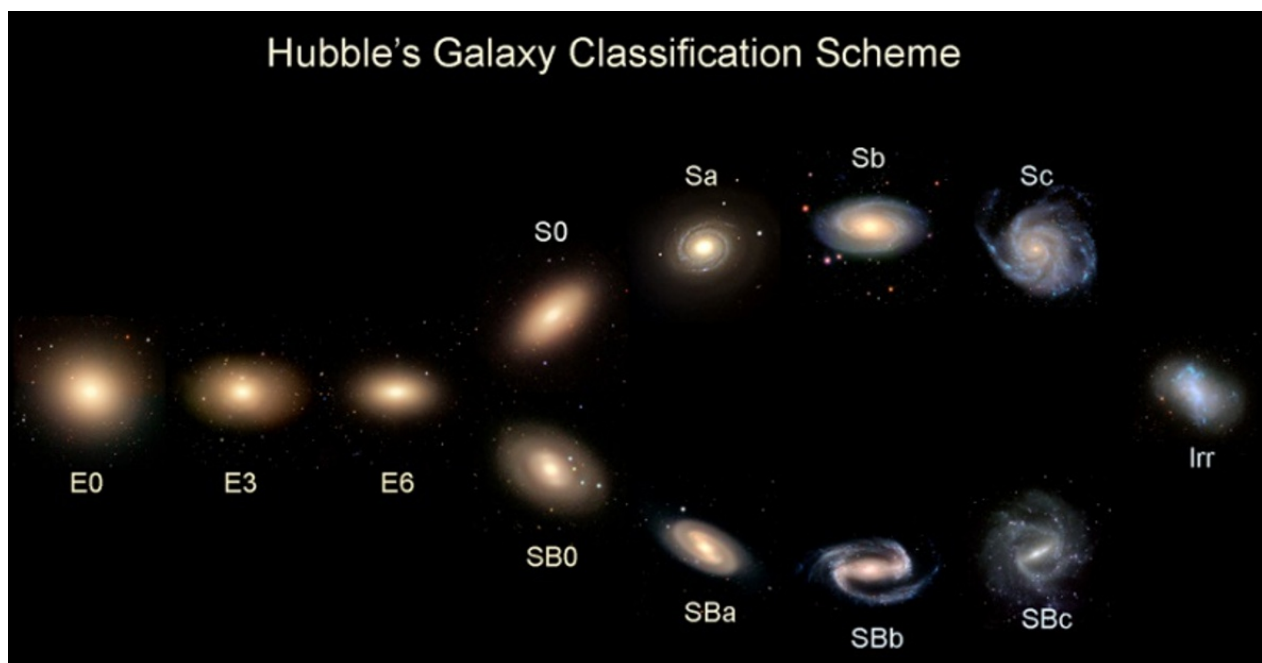


Figura 2. Diagrama de Hubble para clasificar la morfología de galaxias: E (Elípticas), S0(Lenticulares), S(espirales), Irr(Irregulares). Fuente: Google.

interna muy brillante constituida de estrellas viejas y rojizas, y no poseen gas ni polvo por lo que tampoco son lugares de nacimiento de estrellas. Se cree que estas galaxias se forman por la colisión de dos espirales gigantes. Las galaxias más grandes que existen en el universo son elípticas y un ejemplo de ellas es la galaxia supergigante M87, ubicada a unos 54 millones de años-luz de la Tierra, donde recientemente se obtuvo en 2019 la primera fotografía en la historia de un agujero negro supermasivo. Por su parte, las galaxias irregulares no tienen una forma definida, pero se caracterizan por tener mucho gas y polvo de modo que son lugares de formación estelar; por lo general son galaxias pequeñas. Las nubes de Magallanes son galaxias de este tipo.



Figura 3. Fotografía de la Vía Láctea (mancha blanquecina/azulada) y las dos nubes de Magallanes (derecha). Fuente: Google.

Es común también encontrar agrupaciones de estrellas distribuidas en las galaxias. Algunas aparecen en pares y se denominan estrellas

binarias donde, por lo general, una es mucho más pequeña y densa que la otra. En ocasiones, la estrella más pequeña se alimenta de su compañera acrecentando su material estelar y podría llegar a extinguirla, quedando en su lugar un disco denominado de “acreción” que rodea la pequeña estrella densa. Otras aparecen en cúmulos de cientos a cientos de miles de estrellas. Se conocen dos tipos de cúmulos: los cúmulos globulares de forma esferoidal constituidos por estrellas viejas y rojizas, y los cúmulos abiertos de forma irregular constituidos por estrellas jóvenes, gigantes y azuladas. Los primeros son muy parecidos a pequeñas galaxias elípticas, contienen millones de estrellas, y se encuentran distribuidos especialmente en el halo de las galaxias. Los segundos se encuentran exclusivamente en los discos de las galaxias espirales, pueden contener menos estrellas que los cúmulos globulares, y por lo general están rodeados o envueltos por una nube de gas y polvo conocida como nebulosa. Un cúmulo abierto muy conocido es el cúmulo de las Pléyades o Siete hermanas, es uno de los más cercanos a la Tierra y se puede apreciar muy bien a simple vista.

Las constelaciones son agrupaciones de estrellas tal y como aparecen proyectadas sobre nuestra esfera celeste. Se trata de agrupaciones subjetivas, hechas por los seres humanos a lo largo de la historia y tratando de visualizar en ellas formas especiales como personas, animales u objetos. Estas agrupaciones permanecen “fijas” en el cielo a



Figura 4. Izquierda: Cúmulo globular M80 ubicado a 30 mil-años luz. Derecha: Cúmulo abierto de Las Pléyades a una distancia de 440 años-luz.

lo largo de los años, por lo que han sido de gran ayuda para la navegación y el establecimiento de calendarios de siembra. Sin embargo, puede que las estrellas que aparecen agrupadas en dichas constelaciones ni siquiera lo estén en el espacio real y se encuentre muy lejos unas de otras. Es precisamente la gran distancia que las separa de nosotros, y entre ellas mismas, la que nos hace imperceptibles sus movimientos, aunque se muevan muy rápido (varios km/s), y produce la impresión de estar fijas. Se cree que en algunos miles de millones de años el panorama general de nuestro entorno celeste haya cambiado tanto que, si aún existe la humanidad en la Tierra, verán una distribución muy diferente de estrellas y constelaciones en el cielo nocturno.

Siete de los luceros más brillantes del cielo nocturno son planetas del sistema solar. Se trata de cuerpos celestes que giran alrededor del Sol con orbitas elípticas, muy parecidas a circunferencias levemente achatadas, y debidas a su mutua atracción gravitacional con la estrella ubicada en uno de los focos de la elipse. El movimiento se da de modo que entre más cerca se encuentre el planeta del Sol, más rápido completa una vuelta alrededor de este; la Tierra, nuestro planeta, da una vuelta completa alrededor del Sol en 1 año, movimiento denominado traslación. Mercurio, el planeta más cercano al Sol, completa un ciclo en 88 días, mientras que

Neptuno da una vuelta en aproximadamente 165 años siendo el planeta más lejano.

Los planetas son cuerpos esféricos que pueden ser sólidos como Mercurio, Venus, Tierra y Marte, o gaseosos como Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. El único planeta que tiene las condiciones óptimas de distancia al Sol como para mantener el agua líquida es la Tierra, en la cual aproximadamente el 70% de su superficie está cubierta por este líquido. Además, la Tierra es el único planeta en el sistema solar donde existen las condiciones necesarias y suficientes para que se origine y se conserve la vida, aunque muchos astrobiólogos han encontrado al menos las condiciones necesarias en algunos satélites de Júpiter, donde puede encontrarse, además, agua congelada.

Los planetas no producen luz propia como las estrellas y su brillo se debe a la luz que reflejan del Sol. El planeta más brillante es Venus y comúnmente se le conoce como “el lucero del alba” pues es el astro más brillante al amanecer, aunque también es el primer lucero que aparece al atardecer. El segundo planeta más brillante es Júpiter y este es también el planeta más grande y masivo del sistema solar, conteniendo 318 masas terrestres y estando constituido principalmente de hidrógeno. Sin embargo, el Sol posee el 99,75% de la masa del sistema solar, quedando un 0,25% de la masa

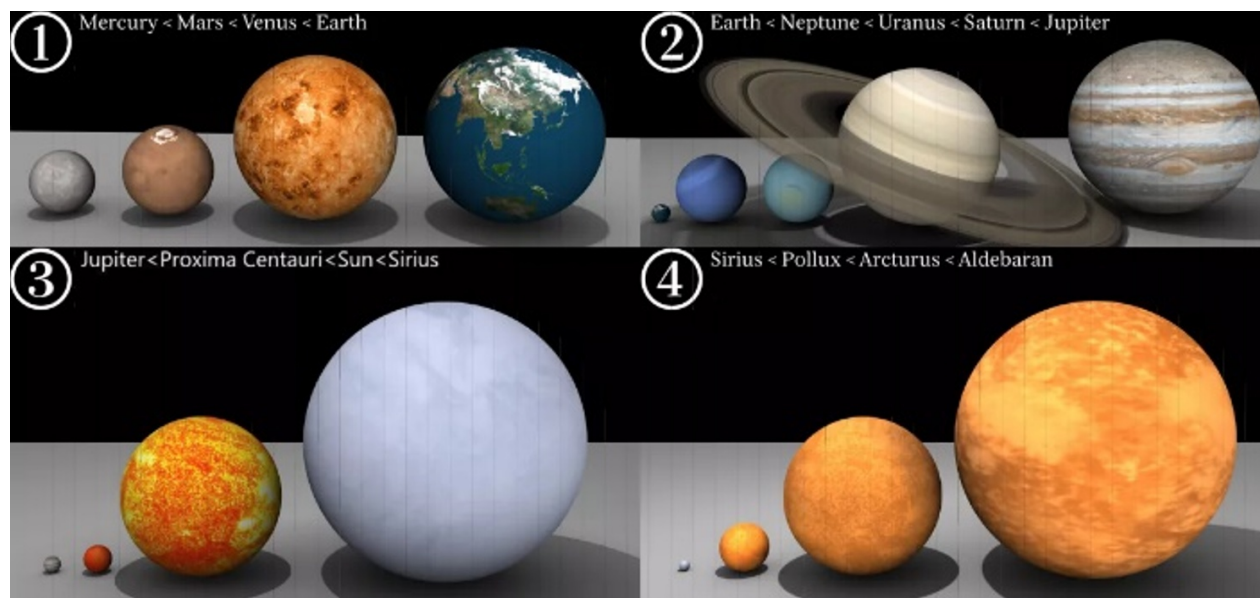


Figura 5. Comparación de tamaños entre algunos cuerpos celestes. En orden de izquierda a derecha (1) Mercurio, Marte, Venus, Tierra (2) Tierra, Neptuno, Urano, Saturno y Júpiter (3) Júpiter, estrella Próxima-Centauri, Sol y estrella Sirio (4) Estrellas: Sirio, Pólux, Arcturus, Aldebarán. Fuente: Google.

repartida entre el resto de los planetas y demás constituyentes (cometas, satélites, planetas menores como Plutón, etc.) distribuidos en una región de un radio poco mayor a 4500 millones de kilómetros que es la distancia del Sol al planeta más lejano, Neptuno.

La Luna es nuestro satélite natural; es un cuerpo rocoso que orbita la Tierra y refleja la luz del Sol. Los satélites naturales son cuerpos celestes que orbitan alrededor de un planeta y lo acompañan en su movimiento alrededor del Sol. No todos los planetas tienen satélites, pero algunos tienen unos cuantos más que la Tierra, por ejemplo, Marte tiene 2, Júpiter tiene 79, Saturno tiene 62, Urano tiene 27 y Neptuno tiene 14. Al menos estos son los datos más seguros hasta el momento. Por otro lado, los asteroides son también cuerpos rocosos menores que se encuentran en el sistema solar. La gran mayoría de ellos se encuentran orbitando entre Marte y Júpiter en el denominado Cinturón de Asteroides. Además, existen los cometas que son cuerpos celestes que se mueven con orbitas elípticas alrededor del Sol o tienen otro tipo de trayectorias formando parte del sistema solar. Son objetos constituidos principalmente de hielo, roca, metales y polvo, que llegan a tener diámetros del orden de las decenas de kilómetros y que, al pasar cerca al Sol, emiten una cola luminosa de gas que se extiende también varios kilómetros. El más popular de estos objetos es el cometa Halley que puede verse a simple vista cuando pasa cerca de la Tierra cada 75 años aproximadamente.

Finalmente, esos trazos brillantes y repentinos que tanta emoción producen cuando las vemos en la noche son los meteoros o estrellas fugaces. Se trata de pequeños fragmentos sólidos que alcanzan a penetrar nuestra atmósfera terrestre y la emisión de luz se debe a la interacción entre su material y el gas atmosférico a través de la fricción y la presión de choque. Resulta que a medida que la atmósfera los desintegra se ioniza el aire alrededor de dichos cuerpos produciendo las estelas luminosas. Los tamaños de estas partículas van del orden de los milímetros hasta los centímetros y muy raras veces alcanzan a aterrizar. Los más grandes producen una luminosidad mayor al atravesar nuestra atmósfera. La palabra

correcta para referirnos a estos objetos es meteoroides, se trata de fragmentos menores de roca que habitan en el sistema solar. Cuando estos objetos no se desintegran por completo y alcanzan la superficie terrestre se denominan meteoritos.

Por otro lado, ¿Sabes por qué, por lo general, no vemos los objetos celestes de día? En realidad, ellos están ahí siempre, pero debido a la gran cantidad de luz proveniente del Sol y a la dispersión que esta experimenta al atravesar la atmósfera, el cielo toma la tonalidad azul (dispersión Rayleigh) y se produce un efecto de apantallamiento que nos impide ver objetos menos brillantes que el Sol en el firmamento durante el día. La palabra “firmamento” usada comúnmente para referirnos a nuestra bóveda celeste fue un concepto errado adoptado por los antiguos que proviene de la voz “firme”, ya que ellos consideraban que el cielo era eterno e inmutable. Hoy en día sabemos que no es así, a escalas muy grandes de tiempo sufre cambios: los planetas y otros cuerpos orbitan alrededor de estrellas, las estrellas experimentan cambios violentos mientras se mueven muy rápidamente al interior de las galaxias, las galaxias se mueven al ser “arrastradas” por el espacio a medida que el Universo se expande y a medida que se aglomeran para formar grupos, cúmulos y supercúmulos de galaxias que son las estructuras más grandes que se han formado y se formarán en nuestro Universo.



Figura 6. Un cúmulo de galaxias: fotografía del telescopio espacial Hubble. Fuente: Google.

Por supuesto que hay cosas a las que pudimos haberle agregado más detalle e información y que existen otros objetos celestes que no hemos considerado aquí, pero este fue un primer acercamiento a nuestro Universo observable y en futuras publicaciones trataremos temas más específicos. Sin embargo, siempre resulta importante una motivación inicial que nos despierte la curiosidad y con ella la necesidad de aprender e investigar. Estudiar el Universo nos brinda una visión combinada de nuestro pasado y nuestro futuro. Por ejemplo, podemos estudiar estrellas similares al Sol que ya están pasando por etapas más evolucionadas de su vida, y así comprender las consecuencias futuras de esta evolución y su impacto para la vida en la Tierra. Observar cada vez más lejos nos permite conocer como era el Universo en sus orígenes y tal vez, con algo de esfuerzo, algún día logremos dar respuesta a la pregunta cumbre de la cosmología: ¿Cómo fue que se formó el Universo?