

La vida de las galaxias

Por: Yara L. Jaffé Ribbi

Nuestro hogar, la Vía Láctea, no es sino una entre billones de galaxias que llenan cada rincón del Universo. Una galaxia es un conglomerado de millones de estrellas y planetas, polvo, gas en constante movimiento en torno al centro gravitacional. Además de todos esos componentes visibles las galaxias tienen un componente invisible que aporta con la mayor parte de la masa de las galaxias. La llamada “materia oscura” actúa como un pegamento, manteniendo al resto del conglomerado junto por medio de fuerzas gravitacionales. La llamamos “oscura” porque no sabemos exactamente qué es. No emite ni refleja la luz de las estrellas, pero sabemos que está allí porque podemos medir su efecto gravitacional. El gas, en cambio, es el responsable de formar nuevas estrellas. Cuando las nubes de gas se condensan pueden llegar a formar nuevas estrellas, muchas veces con planetas girando alrededor. De cierta forma el gas es el portador de juventud de las galaxias. Pero no todas las galaxias gozan de este elixir.

En tiempos remotos, cuando las galaxias nacieron, contaban con reservas de gas primordial del cual formar nuevas estrellas y así permanecer jóvenes, pero después de billones de años formando estrellas, muchas se quedaron sin gas y no pudieron formar más estrellas. Hoy en día son galaxias viejas e inactivas compuestas principalmente de estrellas (también viejas) y materia oscura. Nuestra galaxia en cambio se ha logrado mantener joven, y se estima que tiene alrededor de 300 mil millones de estrellas, de las cuales nuestro Sol no es sino una más del montón!



Fig. 1: Grupo de distintos tipos de galaxias que conforman el “Quinteto de Stephan” vistas por el telescopio espacial Hubble (HST)

Un poco de historia...

Lejos de las ciudades, en lugares con poca contaminación lumínica, el cielo nocturno ofrece un espectáculo de luces y sombras que los antiguos bautizaron “Vía Láctea”. Hoy sabemos que se trata de la Galaxia que nos hospeda. Pero por miles de años los humanos vieron el cielo sin imaginarse las distancias que nos separaban de aquellos puntos luminosos. De hecho no fue hasta el siglo XV que Giordano Bruno se dio cuenta de que las estrellas en realidad eran otros soles, que se veían pequeños por estar muy distantes de la tierra. En ese momento el Universo inevitablemente se hizo mucho más grande para el hombre. Tan amenazante fue el cambio en la visión del mundo que proponía Bruno para la época, que fue ejecutado en la hoguera por herejía.

Tres siglos después de la muerte de Bruno, el astrónomo William Herschel y su hermana Caroline Herschel dibujaron uno de los primeros mapas de la Vía Láctea (Fig. 2).

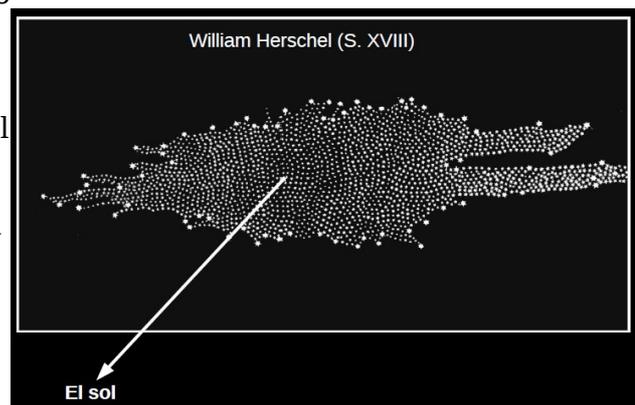


Fig 2: Mapa de la Vía Láctea elaborado por William y Caroline Herschel en el siglo XVIII. En este modelo el sol se encontraba en la zona central de la Galaxia.

A pesar de su simplicidad, este mapa fue un gran avance en el entendimiento de nuestra vecindad cósmica. El modelo actual de la Galaxia (Fig. 3) es mucho más grande y complejo. En él se ubica a nuestro modesto sistema solar en las afueras de la galaxia, encima de un brazo espiral compuesto por otras estrellas y gas interestelar. La distancia entre los dos extremos de la galaxia es de 120 mil años luz.

Un año luz es la distancia que recorre una partícula de luz (fotón) en un año. El fotón, al no tener masa, puede recorrer grandes distancias en poco tiempo. A modo de comparación, un fotón puede recorrer todo el largo de Chile (4300 Km) en tan solo 0,01 segundos!

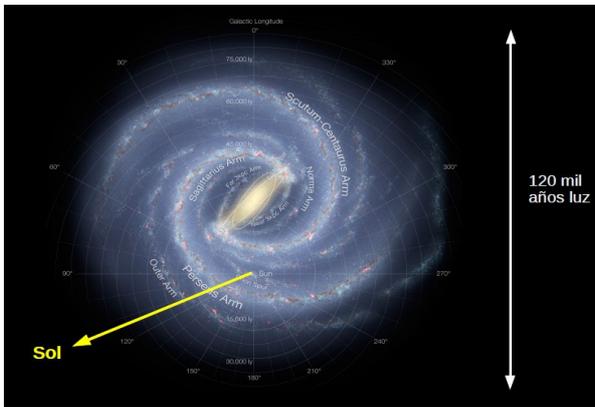


Fig. 3: El modelo actual de la Vía Láctea consta de una protuberancia o “bulbo” central de estrellas de donde nacen varios brazos espirales compuestos de estrellas, gas y polvo interestelar. El sistema solar, compuesto del sol, la tierra y los otros planetas se ubica en las afueras de uno de los brazos espirales.

Si pudiésemos viajar afuera de la Vía Láctea y verla por un lado, se vería como un “frisbee”, o disco delgado. En la Fig. 4 se muestra una galaxia espiral parecida a la Vía Láctea vista de canto (NGC 4564, un nombre menos pegajoso). Pero como estamos dentro del disco de la Galaxia, cuando miramos al centro lo que vemos es una franja luminosa atravesando el cielo (Fig. 5).



Fig. 4: La galaxia espiral NGC 4564 nos muestra cómo se vería la Vía Láctea de canto. Crédito: HST



Fig. 5: La Vía Láctea partiendo el cielo en dos, por encima del Observatorio Paranal (Chile). Por debajo de la Vía Láctea también se logran apreciar las famosas “Nubes de Magallanes”, que son pequeñas galaxias en la vecindad. Crédito: ESO/A. G. Panizza

Es increíble cómo nuestro conocimiento sobre el cosmos ha crecido desde que Galileo apuntó un telescopio al cielo por primera vez hace 400 años. Pasamos de dibujar lo que se lograba ver por el ocular del telescopio, a fotografiar el cosmos utilizando telescopios espaciales capaces de captar imágenes con toda la nitidez que la atmósfera terrestre no permite. Los datos que logramos recopilar hoy en día con los telescopios modernos nos brindan tal cantidad de información que se requiere de gran poder computacional para su procesamiento.

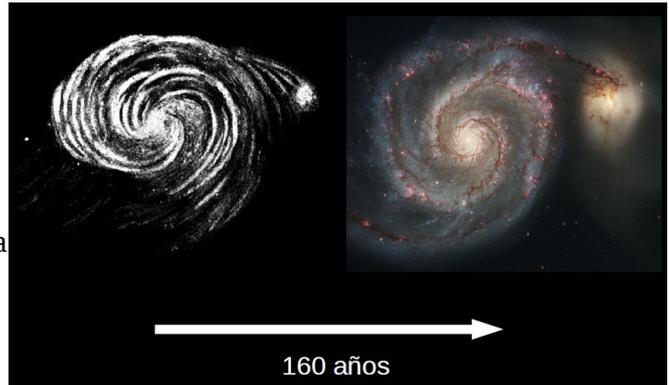


Fig. 6: Figura 6. A la izquierda se aprecia la imagen astronómica más refinada de una galaxia en el siglo XIX. La dibujó el aristócrata Lord Rose utilizando el telescopio más grande de la época (1.8m de diámetro) construido en su castillo en Irlanda. Para entonces no se sabía que se trataba de una galaxia distante, externa a la Vía Láctea. A la derecha se aprecia la misma galaxia observada con el telescopio espacial Hubble.

Un zoológico de galaxias...

Gracias a innumerables observaciones desde la tierra y el espacio hoy sabemos que hay todo un zoológico de galaxias, desde gigantes elípticas carentes de gas hasta enanas irregulares con miles de guarderías de estrellas jóvenes.

El astrónomo estadounidense Edwin Hubble (del cual recibió el nombre el popular telescopio espacial) entre otras cosas, fue el primer taxónomo de galaxias. Copiando a los biólogos buscó identificar rasgos comunes en las galaxias para clasificarlas. Su trabajo trascendió en lo que todavía hoy llamamos “Secuencia de Hubble” (Fig. 7), que separa a las galaxias en elípticas, espirales y lenticulares.

► **Las galaxias elípticas (E)** se caracterizan por su apariencia redondeada y escasa estructura. Se clasifican desde E0 hasta E7, de acuerdo a cuán ovaladas sean. E0 sería una esfera y E7 con forma de salchicha. Las galaxias elípticas pueden alcanzar tamaños enormes, siendo las galaxias

más grandes del Universo, y sus poblaciones de estrellas tienen a ser viejas.

► **Las galaxias espirales (S)** son discos de estrellas de todas las edades y materia interestelar que rotan alrededor de una protuberancia central (bulbo) compuesta principalmente de estrellas más viejas. En el disco se destacan brazos espirales cuya cercanía al bulbo puede variar. En la clasificación, la soltura de los brazos se indica con letras minúsculas (a,b,c). Algunas espirales tienen un núcleo con forma de barra, por lo cual se les clasifica como SB. La Vía Láctea es una galaxia de tipo SBc, y nuestra vecina Andrómeda es de tipo Sa.

► **Las galaxias lenticulares (S0)** se ubican en el medio de la secuencia de Hubble y son un híbrido entre las galaxias espirales y las elípticas ya que comparten características con ambas: tienen un bulbo y un disco, pero carecen de estructura espiral y de gas del cual formar estrellas. Su forma sugiere que son galaxias en proceso de transición.

► **Las galaxias irregulares (Irr)** son galaxias que no encajan en ninguna de las categorías mencionadas. Un ejemplo de galaxia irregular son las galaxias enanas que componen las Nubes de Magallanes.

Típicamente las galaxias espirales e irregulares son jóvenes y de apariencia azul, mientras que las elípticas y lenticulares suelen ser viejas y rojas.

Edad y color de las galaxias: Las galaxias reflejan el color de las estrellas que las constituyen. Las estrellas recién nacidas emiten gran cantidad de luz en longitudes de onda azul, mientras que las estrellas de mayor edad son rojas. Las galaxias jóvenes están constantemente formando estrellas mientras que las galaxias viejas tienen una población de estrellas que no se renueva.

A pesar de que Hubble no propuso una secuencia evolutiva, hoy se piensa que su clasificación

refleja la evolución de las galaxias. En este marco, las primeras galaxias se forman con forma de disco¹ por medio del colapso y la rotación de material primordial, y a medida que pasó el tiempo y se expandió el Universo, las galaxias primordiales se fueron transformando en elípticas y lenticulares. ¿Pero cómo pudo suceder esto?

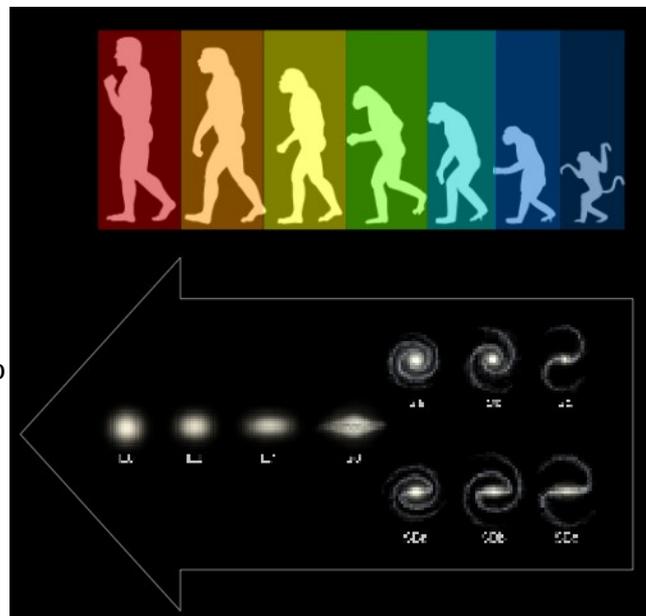


Fig. 7: La "Secuencia de Hubble", también conocida como "Tenedor de Hubble" fue el primer intento de clasificar a las galaxias según su apariencia. Aún se utiliza hoy en día. A la izquierda se ubican las galaxias elípticas (E) de distinta elipticidad, al centro las lenticulares (S0) y a la derecha las espirales barradas (abajo) y no barradas (arriba). Se piensa que esta clasificación tiene que ver con la evolución de las galaxias, donde las jóvenes (espirales, derecha del diagrama) envejecen para convertirse en elípticas y lenticulares.

Transformación de galaxias...

Para entender cómo se transforman las galaxias tenemos que saber primero en dónde viven.

En las últimas décadas se ha demostrado que el entorno de las galaxias en muchos casos impacta directamente sobre sus propiedades.

Algunas galaxias viven en rincones solitarios del Universo conocidos como "vacíos cósmicos", sin nada ni nadie que las perturbe. Estas galaxias suelen contar con grandes reservas de gas y por lo tanto no han cesado de formar estrellas.

¹ Nótese que el proceso detallado por el cual se formaron las primeras galaxias continúa siendo una pregunta abierta en astrofísica.

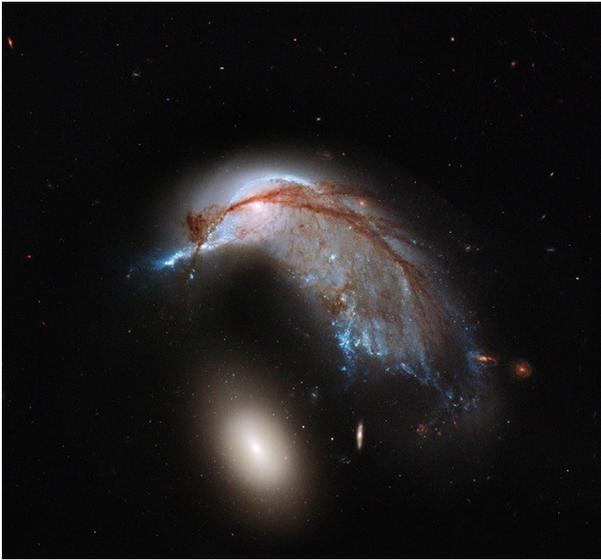


Fig. 8: La galaxia "Pingüino" y su "huevo" forman un hermoso sistema de galaxias en plena interacción, en donde el pingüino, previamente de forma espiral, muestra severos síntomas de transformación. Credito: HST

Muchas otras galaxias sin embargo viven en lugares más densos del Universo, desde pequeños grupos hasta grandes cúmulos de galaxias. En los grupos pueden haber hasta decenas de galaxias que típicamente interactúan entre sí (ver ejemplo en la Fig. 8), y muchas veces llegan a fusionarse. Trabajos teóricos con simulaciones computacionales han demostrado que si se fusionan dos galaxias espirales se puede formar una galaxia elíptica de mayor tamaño.

En los cúmulos (Fig. 9) pueden haber cientos de galaxias juntas, que transitan rápidamente en un medio lleno de gas caliente y generan un gran potencial gravitacional que no le permite a las galaxias entrantes escapar. Este tipo de hábitat es bastante más hostil para galaxias nuevas ya que no solo las obliga a interactuar con otras galaxias sino también a enfrentarse al gas intergaláctico.

Si hacemos la comparación con la vida humana, los cúmulos de galaxias vendrían siendo las ciudades y los vacíos el campo. Por su gran atracción gravitacional los cúmulos de galaxias atraen galaxias del campo y las hacen migrar a la ciudad. Al entrar, las galaxias de campo se topan con muchas otras galaxias transitando frenéticamente, y con una gran cantidad de *smog*. Si la galaxia entrante tiene gas, al encontrarse con el gas del cúmulo la sensación es de viento. Este viento puede terminar por arrancarle todo el gas a la galaxia, dejándola desnuda y sin la posibilidad de formar nuevas estrellas. Durante este traumático proceso las galaxias pueden

asemejarse a las medusas en el mar (Fig. 10). Luego de su entrada a la galaxia no le queda más remedio que envejecer en el cúmulo, posiblemente con apariencia lenticular.

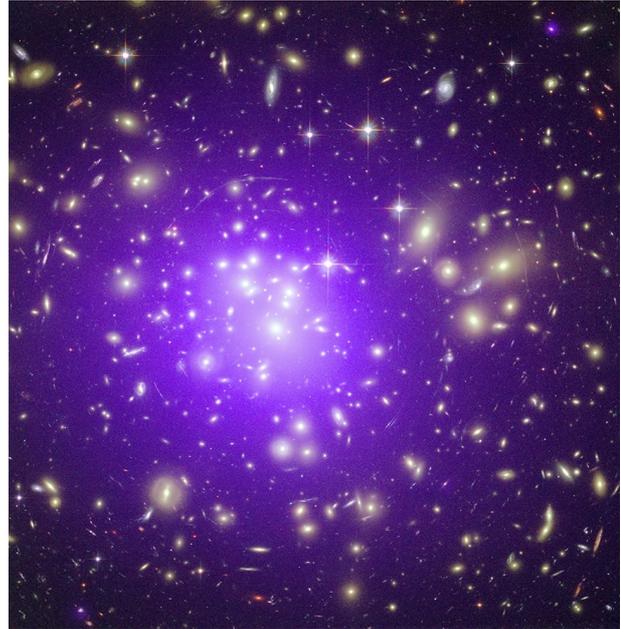


Fig. 9: Cúmulo de galaxias. En color amarillo se aprecian las galaxias del cúmulo (observadas en longitudes de onda óptico. NASA/STScI) y en violeta el gas caliente que las rodea, observado en rayos-X (NASA/CXC/MIT/E - H. Peng).

Así que el entorno puede ser responsable de las transformaciones de galaxias. Sin embargo, hay otros procesos internos a las galaxias que también pueden causar estragos.

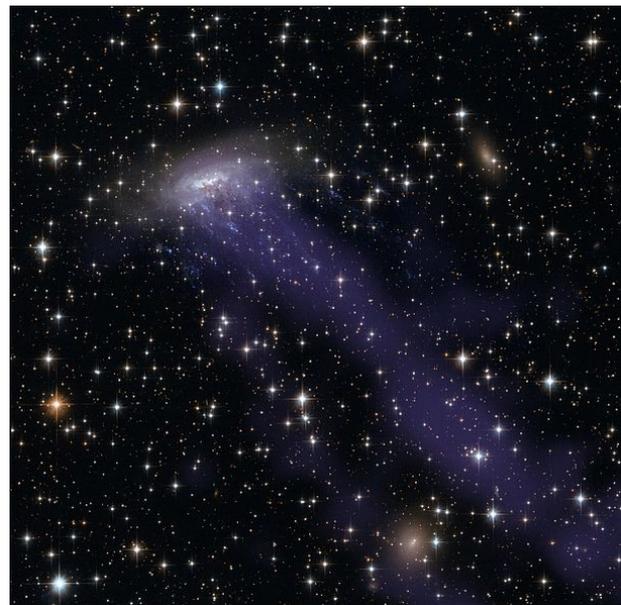


Fig. 10: La galaxia medusa ESO 137-001 observada con HST en el rango visible y Chandra en rayos-X está entrando al cúmulo de Norma. Su prominente cola de gas se origina por la interacción con el medio intergaláctico. Credit: NASA, ESA, CXC

Por ejemplo, algunas galaxias se denominan

“activas” por liberar grandes cantidades de energía y/o materia al exterior. La energía emitida proviene del corazón de la galaxia: una brillante región del núcleo que esconde un agujero negro super masivo. Estos monstruos son capaces de transferir mucha energía al medio interestelar afectando la transformación de gas en estrellas.

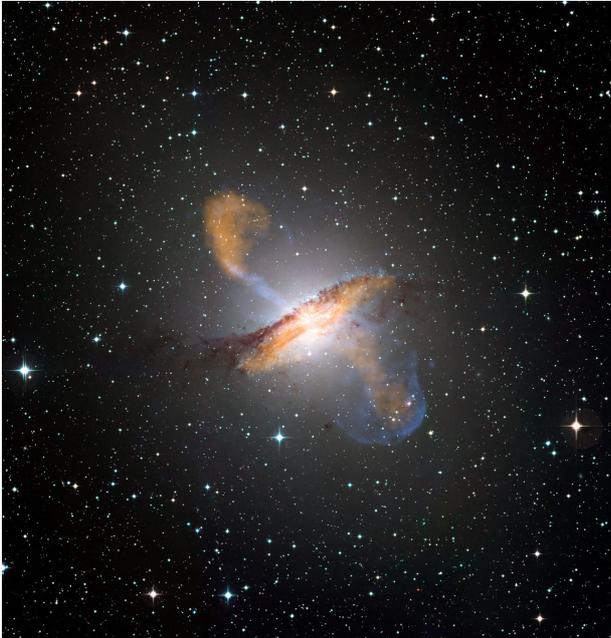


Fig. 11: Centauro A es una galaxia que alberga un agujero negro de gran masa en su seno. El agujero, a pesar de ser oscuro, produce un espectáculo visual al ingerir alimento: los dos jets que emanan del centro de la galaxia son de inmensa energía. La imagen fue construida a partir de observaciones en distintas longitudes de onda tomada con diversos telescopios. Créditos: eso0903a ESO/WFI(Optico); MPIfR/ESO/APEX/A.Weiss et al. (Submilimétrico); NASA/CXC/CfA/R. Kraft et al. (rayos-X).

Las galaxias y la cosmología...

Al mismo tiempo que las galaxias migran de los lugares menos densos del Universo a los mas densos, el Universo mismo se va expandiendo.

Fue el mismo Edwin Hubble quien descubrió que las galaxias más distantes se alejaban de nosotros con mayor velocidad. Esta relación, conocida como la “Ley de Hubble”, contradecía la popular teoría del Universo estático y fue una de las evidencias empíricas más importantes en apoyo a la teoría del Big Bang. A pesar de que su nombre implica una fuerte explosión, lo que realmente predica la teoría es que el Universo se originó de una singularidad infinitesimalmente pequeña que, hace 13 800 millones de años atrás comenzó a expandirse. Resultados recientes indican que la expansión no solo continúa sino que se está