

GALAXIAS Y LA INFLUENCIA DE SUS REDES SOCIALES

"Texto original del artículo en: *Monthly notices of the royal astronomical society*. Vol. 497 N° 4. Año 2020.
[HTTP://doi.org/10.1093/mnras/staa274](http://doi.org/10.1093/mnras/staa274)"

¿Te has puesto a pensar cómo habitan las galaxias nuestro Universo? ¿Afecta al desarrollo de su vida el vivir en comunidad?

• **Paulina Troncoso Iribarren**
Doctora en Astrofísica

A medida que la astronomía avanza en términos del manejo de grandes bases de datos, hemos logrado identificar accidentalmente o como es llamado en revista científicas en inglés, "serendipitously", ciertos objetos que son genialmente complejos. Así lo definió una estudiante de Astronomía de nuestra Licenciatura.

Al tomar cientos y cientos de imágenes de nuestro cielo encontramos una deslumbrante diversidad de galaxias de distintos tipos, esto expande la clasificación de galaxias determinada por Edwin Hubble, ya que distingue entre estados de su proceso evolutivo.

Uno de los tipos de galaxias más exóticos son las "jellyfish" o galaxias con forma de

ameba. Por su particular morfología, estas galaxias han sido buscadas en imágenes astronómicas y simulaciones por varios investigadores desde la década de los ochenta[1]. Usando la clásica técnica de la inspección visual, se han construido catálogos de galaxias[2] de este tipo, que sucesivamente han sido observadas con varios instrumentos. Esto nos ha permitido determinar cómo han llegado a tener esa particular apariencia. La respuesta es su convivencia con su ecosistema, el ambiente en el que viven ha catalizado su evolución. Para experimentar con esas observaciones, presiona visita el acuario GASP[3].

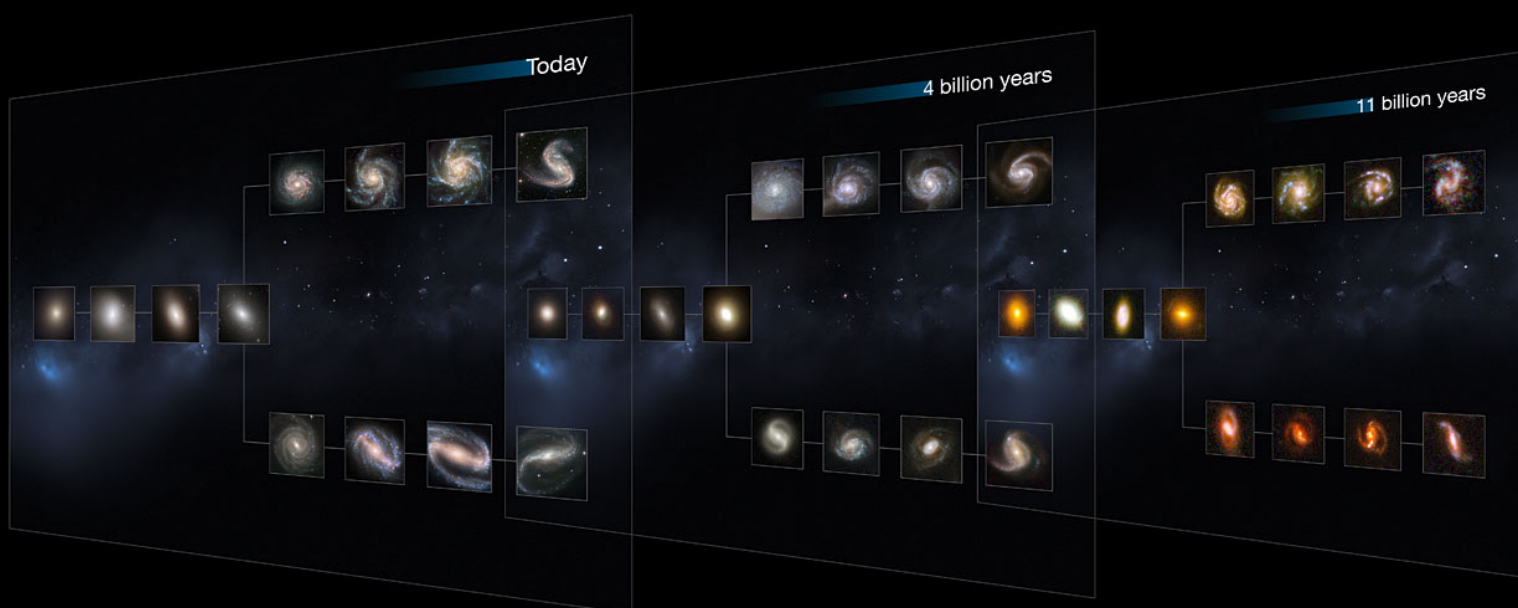
Estos objetos viven en aglomeraciones de galaxias, o en un ambiente denso de galaxias vecinas, llamadas cúmulos de galaxias. El medio entre las galaxias es llamado intra cúmulo o ICM, este medio es el que afecta a la evolución ya que cuando las galaxias "transitan" entre sus compañeras, el ICM choca contra ella produciendo las hermosas colas que vemos. Es un efecto similar al que ocurre al pasear un perro en un auto, cuando el perro saca su lengua y el chofer acelera, la lengua del perro tiende a quedarse en la parte posterior

de su cabeza. En esta analogía, el aire es el ICM, el perro la galaxia, a continuación veremos que el gas de la galaxia corresponde a la lengua, ya que el resto no sufre el mismo efecto.

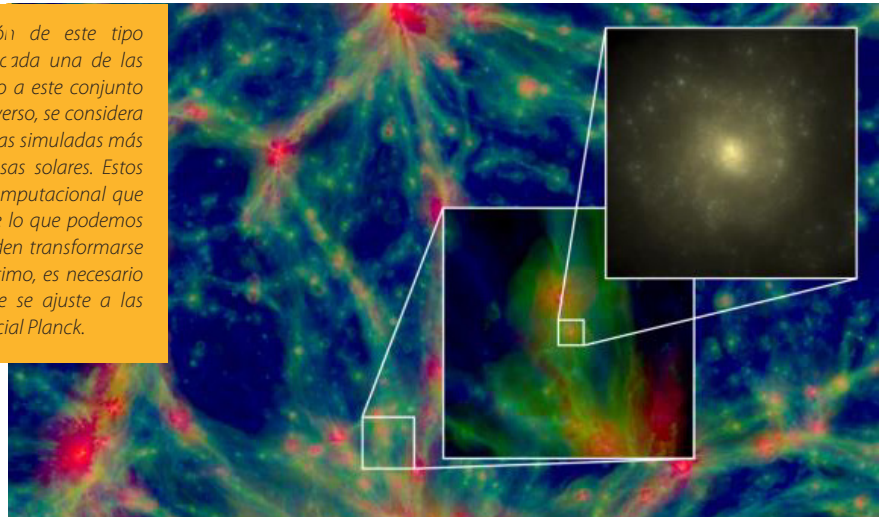
Este efecto físico es llamado "presión de frenado" o ram pressure en inglés. En 1972, Gun & Gott[4], postularon que esa presión es una función de la densidad del medio y la velocidad con que lo atravesamos. Usando esta teoría y observaciones determinamos que la presión de frenado solo afecta al gas, debido a la masa mayor de las estrellas respecto al gas, ellas están más ligadas gravitacionalmente. El combustible de una galaxia es el gas, porque este determina la cantidad de estrellas que se formaran. Entonces, una galaxia se mantiene viva o activa cuando es capaz de convertir su gas en estrellas. Si este gas es esparcido o calentado por presión, entonces la formación estelar se frena y la galaxia envejece.

Pensando en la inercia inherente del astrónomo y la gran cantidad de datos que generan los muestreos completos del cielo, decidimos diseñar un método[5] que nos permita encontrar esas galaxias sin

Clasificación de Edwin Hubble: Edwin clasificó las galaxias, de acuerdo a su morfología, en tres tipos principales, por esto su clasificación y diagrama es conocido como el tenedor de Hubble. Estos tipos son elípticas, espirales, y lenticulares. Además, identificó un cuarto tipo como irregulares. Los tipos de galaxias de Hubble siguen siendo observado en imágenes actuales, incluso en etapas más tempranas del Universo.



Simulación hidrodinámica: una simulación de este tipo considera la evolución temporal y dinámica de cada una de las partículas que componen el sistema, considerando a este conjunto como un fluido. En el caso de simulaciones del Universo, se considera un cubo de cien megaparsecs de lado y las partículas simuladas más pequeñas tienen una masa de un millón de masas solares. Estos números están determinados por la capacidad computacional que contamos actualmente, lo cual limita el detalle de lo que podemos simular. Se consideran partículas de gas, que pueden transformarse a tipo estrella, polvo y materia oscura. Por esto último, es necesario contextualizarlas en un modelo cosmológico que se ajuste a las observaciones recientes, como las de la misión espacial Planck.



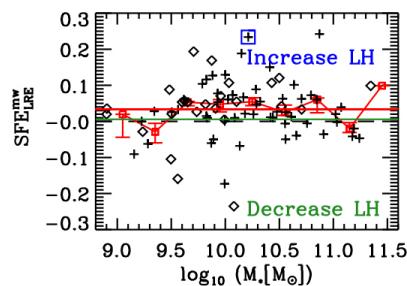
tener que inspeccionar visualmente cada una de las imágenes. De esta forma podemos realizar un estudio estadísticamente completo, porque considera todas las galaxias afectadas y no solo las que son visualmente reconocibles.

Centramos el estudio en la cosmológica e hidrodinámica del Universo, EAGLE[6], escogiendo la caja más grande simulada, de cien megaparsecs. Identificamos todos los cúmulos de galaxias en ese cubo, y su galaxia central más brillante (BCG). Con esa información estudiamos la asimetría, en términos de la formación estelar del gas, de cada una de las galaxias del cúmulo. La forma más simple de estudiar la asimetría de un objeto es dividiéndolo en dos, y midiendo las diferencias entre ambas mitades. Nuestra única pregunta era, ¿Qué plano utilizamos para dividir la galaxia?. Intentamos dos métodos determinados por la geometría del sistema, i) el primero perpendicular a la posición de la galaxia, respecto a la BCG y ii) el segundo perpendicular a la velocidad de la galaxia respecto a la BCG. Con esto aprendimos que al usar el segundo plano, el lado de la galaxia que se mueve en la dirección de la BCG convierte más estrellas que la parte opuesta. Dicho de otra forma, la parte "opuesta" que corresponde a las bellas colas de esas galaxias, es la menos eficiente en términos de la formación estelar. Al realizar el mismo experimento con las estrellas de la galaxia, no encontramos diferencias entre ambas mitades, por lo cual este fenómeno sólo se observa en el gas de la galaxia.

Nos dimos cuenta que podíamos aprender más de un tercer plano, iii) el que maximiza la diferencia en la formación estelar del gas entre ambas mitades. Entonces ejecutamos esa búsqueda, para cada galaxia, buscamos el plano que maximiza la diferencia entre ambas mitades. El resultado fue increíble! encontramos una correlación entre el plano que maximiza la asimetría y el perpendicular a la velocidad. Para determinar esa velocidad es necesario invertir bastante tiempo de telescopio, pero con esta técnica podemos tener una indicación. Esto nos permite estudiar la asimetría de galaxias, en muestras estadísticamente completas, utilizando solo imágenes de las mismas.



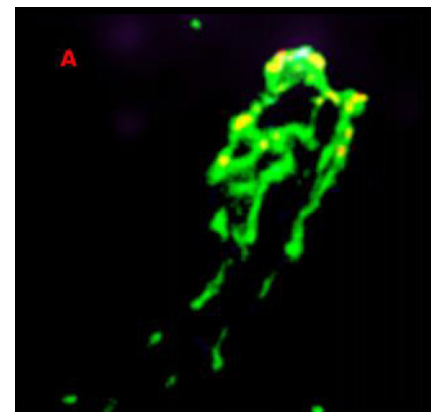
Muestreos completos del cielo: actualmente existen telescopios dedicados a muestrear el cielo de forma homogénea, sin enfocarse en objetos particulares. Hace pocas décadas, se denominaba a esto como la Astronomía del futuro. Hoy contamos con un muestreo completo del hemisferio norte realizado por la comunidad del Sloan Digital Sky Survey (SDSS), mientras que el hemisferio sur ha sido muestreado en menor profundidad por el survey ATLAS y su contraparte UVAS. El telescopio usado en el hemisferio norte mide 2.5 metros, mientras que el del sur mide 4 metros. En el 2022, el Observatorio Vera Rubin nos maravillará con su muestreo completo del cielo, usando su telescopio de ocho metros. <https://www.lsst.org/science>



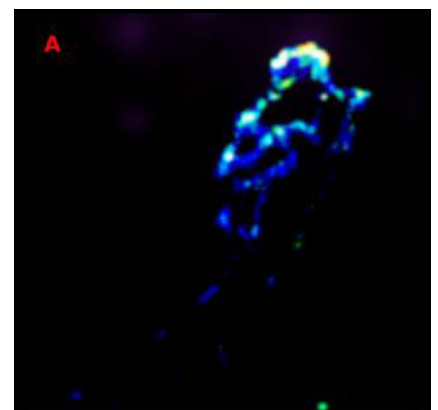
Con este método ya probado en las simulaciones, nos movimos a analizar los datos observacionales del SDSS[7], aplicando la técnica creada y encontrando la máxima asimetría, pudimos identificar cientos de jellyfish sin inspeccionar visualmente las imágenes[8]

Referencias

- 1) <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1985ApJ...294L..89G/abstract>
- 2) <https://web.oapd.inaf.it/gasp/project.html>
- 3) <https://web.oapd.inaf.it/gasp/jw100.html>
- 4) <http://articles.adsabs.harvard.edu//full/1972ApJ...176....1G/0000001.000.html>
- 5) <https://doi.org/10.1093/mnras/staa274>
- 6) <http://icc.dur.ac.uk/Eagle/>
- 7) <https://www.sdss.org/>
- 8) <https://doi.org/10.1093/mnras/stz3456>



Atomic hydrogen column density [cm^{-2}]
 10^{19} 10^{20} 10^{21}



Molecular hydrogen column density [cm^{-2}]
 10^{19} 10^{20} 10^{21}