

## Fusiones de Galaxias a Distancias Cosmológicas

Autor: Carlos López San Juan  
(carlos.lopez@oamp.fr)

Tesis doctoral dirigida por: Marc Balcells Comas y Mercedes Prieto Muñoz

Centro: Instituto Astrofísico de Canarias; Universidad de La Laguna

Fecha de lectura: 23 de julio de 2009

Las galaxias del Universo local se dividen en dos poblaciones principales en el diagrama color magnitud: las secuencia roja (RS), formada por galaxias de tipo temprano (elípticas, lenticulares y espirales tempranas) con una formación estelar residual, y la nube azul, formada por galaxias de tipo tardío (espirales tardías e irregulares) con una intensa formación estelar. Las galaxias más masivas son las primeras en formar sus estrellas y poblar la RS, un resultado que presenta un reto para los populares modelos cosmológicos de materia oscura fría, los cuales proponen las fusiones de galaxias en tiempos recientes como uno de los principales mecanismos en el establecimiento de la RS. Sin embargo, y pese a su importancia, aún se desconoce la frecuencia real de fusiones entre galaxias y su papel en la evolución de la RS.

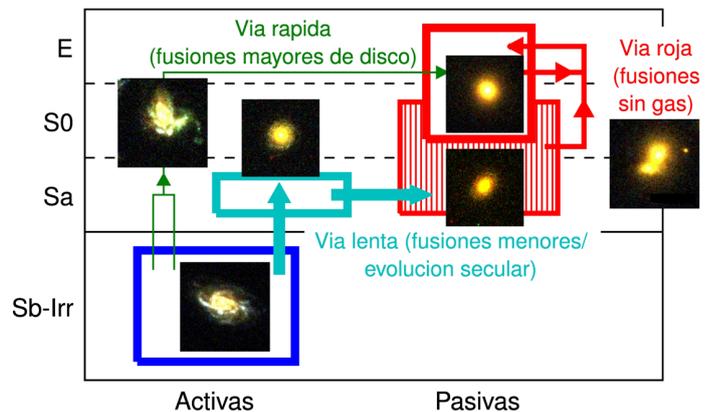
En la presente tesis se ha estudiado la fracción de fusiones y su papel en el crecimiento de la RS en el rango  $z = 0 - 1$ . Para ello se ha determinado la fracción de fusiones con dos métodos complementarios: mediante criterios morfológicos y mediante estadística de pares cercanos. En el primer caso se seleccionan como remanentes de fusiones mayores (diferencia de masa 1:1 a 1:3) entre galaxias ricas en gas (galaxias pertenecientes a la nube azul) aquellas fuentes con un alto índice de asimetría (A). La principal novedad respecto a anteriores estudios ha sido el desarrollo de un método de máxima verosimilitud para tener en cuenta los errores observacionales en  $z$  y en A a la hora de obtener la fracción de fusiones. Mediante simulaciones se comprobó que estos errores dan lugar a una sobrestimación en la fracción de fusiones de hasta en un factor dos. Con esta nueva metodología se ha determinado la fracción de fusiones en la tira de Groth y en GOODS-S. Se encontró que la fracción de fusiones es menor de 6% a  $z < 1$  y que depende de selección de la muestra, siendo mayor para muestras seleccionadas en la banda B que en aquellas seleccionadas en masa.

En los estudios mediante estadística de pares se seleccionan como sistemas en fusión aquellas galaxias cercanas en el plano del cielo y con velocidades relativas pequeñas en el espacio de  $z$ . Debido a la segunda condición, estudios anteriores se han centrado en muestras espectroscópicas. Durante esta tesis se ha desarrollado una nueva metodología para obtener pares cercanos en muestras fotométricas, lo cual permitirá la explotación de los extensos muestreos fotométricos actuales.

En esta ocasión se ha obtenido la tasa de fusiones mayores en GOODS-S para galaxias con una masa estelar  $M_* \geq 10^{10} M_\odot$ , y se comparó con la obtenida anteriormente mediante criterios morfológicos para el mismo rango de masa, obteniéndose un buen acuerdo entre ambas metodologías. Destacar que anteriores estudios encontraban discrepancias de hasta un orden de magnitud entre ambos métodos.

Una vez obtenida una tasa de fusiones mayores robusta, se puede comparar con la evolución de la RS desde  $z = 1$  para galaxias con  $M_* \geq 10^{10} M_\odot$  (suponiendo que cada fusión mayor da lugar a una galaxia de la RS). Para ello se estudió la estructura (galaxias tempranas versus galaxias tardías) y la formación estelar (galaxias pasivas versus galaxias con formación estelar) en GOODS-S. Se encontró que las fusiones mayores (vía rápida) sólo pueden dar cuenta de un 20% de la evolución en la RS, en buen acuerdo con estudios previos. Además se ha encontrado una población de galaxias tempranas con formación estelar, lo cual sugiere que la transición entre la nube azul y la RS es debida principalmente a fusiones menores y procesos seculares (vía lenta). El esquema de la Figura 1 resume las principales vías en la evolución de galaxias de masa intermedia ( $M_* \sim 10^{10.5} M_\odot$ ) desde la nube azul hasta la RS.

Finalmente, y por primera vez en la literatura, se ha estimado la fracción de fusiones menores mediante estadística de pares (relación de masas 1:3 a 1:10), encontrándose que son dos veces más numerosas que las mayores, en buen acuerdo con los modelos cosmológicos actuales. El futuro estudio de las fusiones mayores y menores en función de la masa, el entorno o el color es crucial para comprender la evolución de la RS desde  $z = 1$  y a desplazamientos al rojo mayores, donde los estudios son escasos.



Principales vías evolutivas de las galaxias con  $M_* \geq 10^{10} M_\odot$  desde  $z \sim 1$ . Existen dos vías para pasar de la nube azul (galaxias de tipo tardío con formación estelar, Sb-Irr) a la secuencia roja (galaxias pasivas de tipo temprano, E/S0/Sa): la vía rápida (fusiones mayores) y la vía lenta (fusiones menores y procesos seculares). Los resultados de esta tesis sugieren que la vía rápida es responsable de un 20% de la evolución de la secuencia roja, siendo la vía lenta la dominante. Las galaxias en la secuencia roja pueden aumentar su densidad de masa gracias a la vía roja (fusiones, mayores o menores, con poco gas).