



Figura 2 — Relaciones edad-metalicidad de los campos estudiados en la LMC. En los paneles interiores se ha representado la fracción de estrellas en función de la edad teniendo en cuenta las incertidumbres en la determinación de la edad (en rojo) y sin tenerlos en cuenta (en verde). La edad

se calculó a partir de la posición de la estrella en el diagrama color-magnitud considerando la metalicidad obtenida espectroscópicamente. En la parte superior se ha representado el error de la edad en cada intervalo, y a la derecha el error en cada intervalo de metalicidad.

Esto nos ha permitido discriminar qué escenario ha tenido lugar en cada una de las dos galaxias. En ambos casos, el hecho de que las regiones más externas sean menos metálicas se explica por la ausencia de las poblaciones estelares más jóvenes, que a su vez son las más metálicas. En ambas galaxias hemos encontrado que para distintos campos, las estrellas de una edad similar tienen igual metalicidad. Por lo tanto la evolución química de cada galaxia ha sido la misma en todas las posiciones estudiadas.

El espectroscopio OSIRIS instalado en el GTC permitirá utilizar esta técnica para determinar metalicidades en estrellas de galaxias del Grupo Local hasta una distancia de  $\sim 1$  Mpc, lo que incluye M31 y sus satélites, M33 y varias de las galaxias enanas irregulares como NGC 6822 e IC 1613.

## FUSIÓN GALÁCTICA: CONTEO DE FUENTES Y DINÁMICA DE ACRECIMIENTOS DE SATÉLITES

María del Carmen Eliche Moral

cem@astrax.fis.ucm.es

Tesis doctoral dirigida por Marc Balcells Comas y Mercedes Prieto Muñoz

Centro: Instituto de Astrofísica de Canarias

Fecha de lectura: 5 de febrero de 2007

Tanto las observaciones como las simulaciones cosmológicas indican que las fusiones de galaxias son procesos bastante frecuentes en el Universo. Sin embargo, aún se desconoce la relevancia de las fusiones en la evolución galáctica y en la constitución de los bulbos actuales, frente a otros posibles procesos de formación. El objetivo de esta tesis ha consistido en estudiar el papel de las fusiones tanto en la aparición de la población galáctica de tipo temprano, como en la evolución de los bulbos galácticos, a nivel observacional y computacional.

Hemos analizado la relevancia de los ritmos de fusión mediante el estudio de las cuentas diferenciales de galaxias en  $U$ ,  $B$  y  $K_s$ . Hemos obtenido nuestras propias cuentas en las bandas  $U$  y  $B$  sobre un campo de  $\sim 900$  arcmin<sup>2</sup> del muestreo GOYA que abarca la tira de Groth-Westphal. Las magnitudes límites alcanzadas han correspondido a  $U = 24,8$  mag y  $B = 25,5$  mag en el sistema de Vega (al 50 %

de eficiencia de detección para las fuentes puntuales). Las pendientes de las cuentas obtenidas son compatibles con los resultados de otros autores. Hemos desarrollado modelos de cuentas de galaxias que, por primera vez, son capaces de reproducir simultáneamente las cuentas observacionales en  $U$  y  $B$  en un rango de 15 magnitudes y las de  $K_s$  en un rango de 10 magnitudes, empleando únicamente parámetros medidos observacionalmente y sin necesidad de introducir poblaciones exóticas de origen desconocido o diferentes ritmos de fusión para cada banda (Eliche-Moral et al. 2006, ApJ, 639, 644). Nuestros modelos requieren la imposición de un desplazamiento al rojo de formación relativamente reciente de las galaxias elípticas ( $z_f \sim 1,5$ , lo que equivale a una edad de  $\sim 9$  Gaños) para reproducir el cambio de la pendiente que se observa en las cuentas infrarrojas en  $K_s = 17,5$  mag. Una profundidad óptica moderada para todos los tipos

galácticos (galaxias tempranas inclusive) asegura que las cuentas en  $U$  y  $B$  no presenten ningún incremento repentino asociado a la formación reciente que se ha impuesto en las elípticas. Los ritmos de fusión utilizados en los modelos han sido extraídos directamente de trabajos observacionales.

La formación hace  $\sim 9$  Gaños de las galaxias E/S0 no se contrapone a que sus poblaciones se hayan podido constituir mucho antes en el Universo, a  $z \sim 4$ , puesto que el nacimiento estructural de una elíptica podría ser posterior a la formación de la mayoría de las estrellas que la van a configurar, debido a las fusiones. Por otra parte, este  $z_f$  de los modelos se refiere al período de formación de la *mayoría* de las elípticas, lo que no es incompatible con que se formasen algunas a  $z \sim 4$ , ni con que existan otros procesos de formación de elípticas aparte de los que dan lugar a las que aparecen a  $z \sim 1,5$ . Nuestros modelos de cuentas en azul e infrarrojo parecen sugerir que una gran proporción de las elípticas actuales han debido formarse en épocas intermedias, hace  $\sim 9$  Gaños, a través de las fusiones de los discos galácticos ya existentes. Otra ventaja de estos modelos es que son capaces de explicar el origen y la evolución de las galaxias débiles azules hasta  $z \sim 1,5 - 2$ , sin tener que recurrir a poblaciones exóticas de evolución y origen desconocidos. Estas surgen a partir de la evolución natural de la mezcla local, la cual viene inducida por la formación jerárquica inherente a un Universo  $\Lambda$ CDM.

También hemos estudiado la influencia de las fusiones en el crecimiento de la estructura central de las galaxias, mediante simulaciones no colisionales de  $N$ -cuerpos de acrecimientos de satélites sobre galaxias de disco (Eliche-Moral et al. 2006, A&A, 457, 91). Para asegurar que los cocientes de densidad entre la galaxia principal y la satélite en

cada experimento (críticos en el resultado final de la fusión) son realistas, hemos empleado un escalado basado en la relación observacional de Tully-Fisher ( $\mathcal{M} \propto V_{\text{rot}}^{\alpha_{\text{TF}}}$ ). Hemos explorado los resultados imponiendo diferentes cocientes de densidades centrales entre el satélite y la galaxia principal ( $\alpha_{\text{TF}} = 3,0, 3,5, 4,0$ ), cocientes de masas luminosas (1:6, 1:9, 1:18) y órbitas. Los remanentes de todos los experimentos de acreción muestran una clara estructura bulbo-disco, con curvas de rotación normales. Tanto la razón bulbo-disco como el índice  $n$  de Sérsic del bulbo crecen como resultado del acrecimiento en todos los modelos, mostrando valores moderados al final de la simulación ( $n = 1,0 - 1,9$ ). El bulbo crece independientemente de si el satélite (que se destruye completamente en todos los experimentos) llega al centro del remanente (casos con  $\alpha_{\text{TF}} = 3,5$  ó  $4,0$ ) o no (casos con  $\alpha_{\text{TF}} = 3,0$  y con razones de masas luminosas 1:18). Los parámetros estructurales globales evolucionan de forma sistemática, siguiendo tendencias coherentes con las observacionales. El mecanismo dominante en el crecimiento del bulbo es el flujo hacia el centro de material del disco primario durante el decaimiento del satélite. Los modelos que hemos presentado demuestran que la evolución secular de los bulbos galácticos, que actualmente se considera resultado de inestabilidades de tipo barra en el disco de la galaxia, puede ser inducida también a través de acrecimientos galácticos, mediante el transporte de material del disco hacia la región central del bulbo que la fusión induce. Dado que, según los modelos vigentes de formación jerárquica, las fusiones menores fueron mecanismos muy relevantes en etapas tempranas del Universo (incluso más que las mayores), los acrecimientos galácticos han podido constituir un proceso clave en la configuración actual de la Secuencia de Hubble.

## ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN REGIONES H II Y FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA

Jorge García Rojas

jogarcia@iac.es

Tesis doctoral dirigida por Dr. César Esteban López

Centro: IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias)

Fecha de lectura: 18 de diciembre de 2006

Las regiones H II son objetos fundamentales para el conocimiento de la composición y la evolución química en el Universo, especialmente en el dominio extragaláctico. Debido a esto, es fundamental

conocer si los métodos tradicionales de determinación de abundancias en nebulosas ionizadas (basados en el análisis de líneas de excitación colisional, LEC) son fiables o no.