

# EVOLUCIÓN QUÍMICA DE GALAXIAS UTILIZANDO EL SDSS

La presente tesis de Doctorado se llevo a cabo en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Tenerife, España, bajo la supervisión del Dr. Jordi Cepa Nogué y del Dr. Ángel Bongiovanni. El título de mi tesis fue “Evolución química de galaxias utilizando el SDSS”. Como resultado de esta tesis publiqué 5 artículos como primera autora en revistas internacionales, 2 de los cuales son artículos de alto impacto publicados en modalidad “letter to the editor”. Tomando en cuenta publicaciones en colaboración, finalicé mi tesis doctoral con 10 artículos publicados en revistas internacionales. Los principales resultados de mi tesis se citan a continuación.

## 1. DESCUBRIMIENTO DE UN PLANO FUNDAMENTAL EN GALAXIAS

Utilizando galaxias con formación estelar de la “muestra principal de galaxias” (muestra completa en volumen y magnitud) del SDSS, encontramos por primera vez la existencia de un Plano Fundamental (PF) en el espacio tridimensional (3D) formado por los ejes: SFR, Metalicidad, y Masa estelar. Analizando datos de galaxias a altos desplazamientos al rojo ( $z$ ) de la literatura,  $z \sim 2.2$  y  $z \sim 3.5$  encontramos que estos siguen en buen acuerdo al PF, mostrando ningún signo de evolución. El hecho de que las propiedades fundamentales de las galaxias con formación estelar radiquen en un plano tridimensional, indica la fuerte relación y codependencia entre ellas. Al ajustar un plano a este espacio 3D, encontramos que podemos expresar a la masa estelar de las galaxias en función de su SFR y Metalicidad ( $Masa = \alpha * SFR + \beta * Metalicidad + \gamma$ ). De esta manera, es posible estimar la masa estelar de las galaxias si se conoce su SFR y Metalicidad, convirtiendo al PF en una herramienta útil a desplazamientos al rojo tanto locales como altos. El descubrimiento del PF ha sido el resultado mas relevante de esta tesis doctoral, y dada su relevancia fue publicado en modalidad “Letter to the editor” (Lara-López, et al. 2010a). Actualmente, la existencia de un PF en galaxias ha abierto una nueva rama en la investigación, y varios grupos de investigadores internacionales están analizando las propiedades del PF, tanto observacionalmente como mediante simulaciones. He sido invitada en futuros artículos sobre el PF utilizando otros cartografiados (Foster et al. 2011, submitted), y yo misma estoy preparando un par de publicaciones al respecto utilizando datos del GAMA survey como parte de mi actual puesto postdoctoral. Adicionalmente, he analizado con mi actual estudiante, Erica Rosenblum, la existencia del PF para pares de galaxias, demostrando que el PF permanece constante e invariante a las condiciones ambientales, asimismo, estamos investigando el PF en cumulos de galaxias.

## 2. EVOLUCION EN METALICIDAD PARA GALAXIAS CON $z < 0.4$

Utilizando una muestra de galaxias con formación estelar del SDSS, encontramos por primera vez una evolución en metalicidad de  $\sim 0.1$  dex para galaxias masivas en el rango  $0.3 < z < 0.4$ . La evolución encontrada esta acorde con modelos teóricos de evolución publicados previamente. La relevancia de este estudio radica en que este desplazamiento al rojo no habia sido previamente estudiado, estableciendo de esta manera el vinculo entre galaxias en el universo local, y galaxias a altos desplazamientos al rojo. Los resultados de este estudio dieron pie a una publicación en modo “letter to the editor”, y a un artículo en la revista A&A (Lara-López, et al. 2009a,b).

## 3. RELACIONES ENTRE LA MASA, SFR Y METALICIDAD EN GALAXIAS. IMPLICACIONES EVOLUTIVAS Y MORFOLOGICAS

Analizamos las relaciones entre la Masa, Metalicidad, y SFR en galaxias con formación estelar del SDSS, introduciendo por primera vez la relación Metalicidad-SFR. Encontramos que para galaxias a  $z \sim 0.4$ , la metalicidad disminuye, mientras que la SFR aumenta. Adicionalmente, encontramos que galaxias de tipo tardío muestran una metalicidad menor, y una SFR mayor que galaxias elípticas, comprobando de esta manera resultados que habían sido obtenidos previamente en simulaciones y modelos (Lara-López, et al. 2010b). Realizamos un estudio de los diagramas BPT (Baldwin, Phillips & Terlevich 1981), los cuales consisten en cocientes de líneas intensas en galaxias, comúnmente usados para separar galaxias con formación estelar de compuestas y de AGNs, encontrando una evolución debida a la evolución en metalicidad (Lara-López, et al. 2010b). Introducimos al diagrama S2N2( $\log(H\alpha/[SII])$  vs.  $\log(H\alpha/[NII])$ ), como un nuevo diagnóstico para separar galaxias con formación estelar de galaxias compuestas y AGNs (Lara-López, et al. 2010b).

## 4. SIMULACIONES CON LOS FILTROS SINTONIZABLES DE OSIRIS.

Adicionalmente, como parte de mi tesis realicé simulaciones con los filtros sintonizables del instrumento OSIRIS, localizado en el telescopio de 10.4 m GTC (Gran Telescopio de Canarias). Las simulaciones se desarrollaron con el fin de encontrar la óptima combinación de muestreo y ancho a media altura (FWHM) de los filtros sintonizables de OSIRIS con el proposito de estimar metalicidades en el survey OTELO. Encontramos una óptima combinación de  $12\text{Å}$  en FWHM para los filtros de OSIRIS, y un muestreo cada  $5\text{Å}$ , dicha combinación hara posible estimar metalicidades en galaxias de hasta 0.5 metalicidades solares, ademas de mapear galaxias hasta  $3\sigma$  mas debiles que ningun otro cartografiado actual (Lara-López, et al. 2010c).

# Maritza A. Lara-López

PUBLICACIONES DERIVADAS DE MI TESIS

1. **“Star-forming galaxies in SDSS: signs of metallicity evolution”** (letter to the editor)  
**Lara-López, M. A.**, Cepa, J., Bongiovanni, A., Castañeda, H., Pérez García, A. M., Fernández Lorenzo, M., Pović, M., Sánchez-Portal, M. 2009a, A&A, 493, L5
2. **“Study of star-forming galaxies in SDSS up to redshift 0.4: I. Metallicity evolution”**  
**Lara-López, M. A.**, Cepa, J., Bongiovanni, A., Pérez García, A. M., Sánchez-Portal, M., Castañeda, H., Fernández Lorenzo, M., Pović, M., 2010a, A&A, 521, L53
3. **“A fundamental plane for field star-forming galaxies”** (letter to the editor)  
**Lara-López, M. A.**, Cepa, J., Bongiovanni, A., Pérez García, A. M., Sánchez-Portal, M., Castañeda, H., Fernández Lorenzo, M., Pović, M., 2010a, A&A, 521, L53
4. **“Study of star-forming galaxies in SDSS up to redshift 0.4: II. Evolution from the fundamental parameters: mass, metallicity & SFR”**  
**Lara-López, M. A.**, Bongiovanni, A., Cepa, J., Pérez García, A. M., Sánchez-Portal, M., Castañeda, H., Fernández Lorenzo, M., Pović, M., 2010b, A&A, 519, A31
5. **“OTELO survey: Optimal Emission-Line Flux Determination with OSIRIS/GTC”**  
**Lara-López, M. A.**, Cepa, J., Castañeda, H., Bongiovanni, A., Pérez García, A. M., Alfaro, E., Fernández Lorenzo, M., Gallego, J., González, M., González-Serrano, J. J., Pović, M., Sánchez-Portal, M. 2010, PASP, 122.1495L
6. **“Evolution of the Fundamental Plane of  $0.2 < z < 1.2$  Early-type galaxies in the EGS”**  
Fernández Lorenzo, M.; Cepa, J.; Bongiovanni, A.; Pérez García, A. M.; Ederoclite, A.; **Lara-López, M. A.**; Pović, M.; Sánchez-Portal, M., 2010, A&A, 256, 72F
7. **“Evolution of the optical Tully-Fisher relation up to  $z = 1.3$ ”**  
Fernández Lorenzo, M., Cepa, J., Bongiovanni, A., Castañeda, H., Pérez García, A. M., **Lara-López, M. A.**, Pović, M., Sánchez-Portal, M. 2009, A&A, 496, 389
8. **“Evolution of the infrared Tully-Fisher relation up to  $z = 1.4$ ”**  
Fernández Lorenzo, M., Cepa, J., Bongiovanni, A., Pérez García, A. M., **Lara-López, M. A.**, Pović, M., Sánchez-Portal, M. 2010, A&A, 521, A27
9. **“On the Anticorrelation Between Galaxy Light Concentration and X-ray-to-Optical Flux Ratio”** (letter to the editor)  
Pović, M., Sánchez-Portal, M., Pérez García, A. M., Bongiovanni, A., Cepa, J., Fernández Lorenzo, M., **Lara-López, M. A.**, González-Serrano, J. I., Alfaro, E. J. 2009, ApJ, 702, L51
10. **“OTELO Survey: Deep BVRI broadband photometry of the Groth strip. II Properties of X-ray Emitters”**  
Pović, M., Sánchez-Portal, M., Pérez García, A. M., Bongiovanni, A., Cepa, J., Acosta-Pulido, J. A., Alfaro, E., Castañeda, H., Fernández Lorenzo, M., Gallego, J., González-Serrano, J. I., González, J. J., **Lara-López, M. A.** 2009, ApJ, 706, 81