



**Propuesta de  
Trabajo de introducción a la Investigación**  
Departamento de Astrofísica  
Universidad de La Laguna



**Título del trabajo:** Las galaxias del “green valley”: una pieza clave en la historia evolutiva galáctica.

**Datos del director del trabajo:**

**Nombre:** J. Alfonso López Aguerri  
**Correo electrónico:** jalfonso@iac.es  
**Teléfono:** 922-605377

**Codirectores (nombres):** Jorge Sánchez Almeida; Casiana Muñoz Tuñón

**¿Desea que este trabajo se ofrezca a estudiantes de universidades colaboradoras?** (si la respuesta es afirmativa, es deseable que este formulario se cumpla en inglés):

No

**Resumen del trabajo propuesto (máximo de 100 palabras):**

La distribución bimodal de las galaxias en el diagrama color-magnitud ha resultado ser una pieza clave para entender su evolución. Las galaxias evolucionan de la llamada nube azul a la secuencia roja, apagando su formación estelar. Una de las mayores incógnitas de los modelos de evolución galáctica es saber que mecanismos son los que conducen esta transformación. Las mejores galaxias para estudiar estos mecanismos son aquellas en las que dichos mecanismos de transformación se encuentran actualmente activos. Este tipo de galaxias se localizan en una región del diagrama color-magnitud llamada “green valley”. En el presente proyecto se quiere caracterizar los espectros de las galaxias que se encuentren en la secuencia roja, nube azul y green valley. Además, se quiere determinar su historia de formación estelar ya que nos indicará cual ha sido su historia evolutiva. Para ello se dispone de una muestra única de 70000 galaxias en el “green valley” derivada a partir de la clasificación espectral de 1000000 de galaxias del catálogo SDSS-DR7.

**Medios materiales que serán puestos a disposición del alumno (datos astronómicos, acceso a medios informáticos y bibliográficos, ...):**

El alumno dispondrá de los datos astronómicos del cartografiado Sloan y de la clasificación espectral del 1000000 de galaxias que nuestro grupo ha realizado. Tendrá también acceso a la biblioteca y centro de cálculo del IAC.

**Asignaturas del Máster que el alumno deberá haber cursado (este apartado es opcional):**

## **Justificación (importancia del tema, antecedentes, etc). Máximo 1 página:**

Las galaxias del universo local no se distribuyen aleatoriamente en el diagrama color-magnitud. Por el contrario, se encuentran distribuidas en dos grandes grupos: la secuencia roja y la nube azul [1]. Esta bimodalidad de las galaxias locales depende muy poco de la masa o del entorno [2]. Además, es una de las evidencias observacionales que toda teoría sobre evolución de galaxias tiene que reproducir.

La llamada secuencia roja está formada principalmente por galaxias de tipo temprano, dominadas por una población estelar vieja. En esta secuencia se encuentran galaxias de todas las masas, pero es aquí donde están las galaxias más masivas del Universo. La nube azul está formada principalmente por galaxias de tipo tardío con formación estelar activa. Además, no está tan bien definida en el diagrama color-magnitud como la secuencia roja y apenas aparece en poblaciones de galaxias situadas en entornos de alta densidad (cúmulos de galaxias) [3]. Al contrario que en la secuencia roja, las galaxias que se localizan en la nube azul no son de cualquier masa. Existe una masa crítica por encima de la cual no hay galaxias en la nube azul [4, 5, 6].

La distribución de las galaxias a alto redshift en el diagrama color-magnitud es muy diferente a la que se observa en el Universo local. Los diagramas color-magnitud de galaxias a redshift alto siguen mostrando la bimodalidad observada localmente. Sin embargo, para una luminosidad (masa) fija, la fracción de galaxias rojas disminuye conforme aumenta el redshift. En poblaciones de galaxias a alto redshift, la secuencia roja sólo es visible para las galaxias más luminosas (masivas) [7]. Esta clara diferencia entre los diagramas color-magnitud de galaxias cercanas y lejanas hace pensar en una secuencia evolutiva temporal. Así, las galaxias van pasando de la nube azul a la secuencia roja conforme disminuye el redshift [8]. Si podemos explicar que mecanismos físicos producen este cambio habremos explicado como evolucionan las galaxias.

La población de galaxias ideal para estudiar los mecanismos físicos que conducen la evolución galáctica sería aquella en la cual estos mecanismos están ahora activos. Es decir, aquellas galaxias que estén ahora pasando de la nube azul a la secuencia roja. Esta población de galaxias, de color más azul que la secuencia roja pero no tanto como las galaxias de la nube azul, forma el llamado "green valley" [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]. Su estudio es de vital importancia en la astronomía extragaláctica ya que contiene las claves para entender los procesos físicos que transforman las galaxias.

Ya se han dado pasos en la literatura para explicar los procesos de transformación de las galaxias. Se han propuesto mecanismos de apagado de la formación estelar mediante AGNs [9, 16, 17] o mediante procesos de entorno [18] para explicar el paso de las galaxias de la nube azul a la secuencia roja. Sin embargo, no hay nada definitivo y este campo de investigación es uno de los más activos actualmente en la astronomía extragaláctica. Nuestro grupo ha comenzado un proyecto que tiene como meta encontrar una secuencia evolutiva "fina" de las galaxias, basándose en sus movimientos en el diagrama color-magnitud. Para ello

hemos ido a la mayor base de datos de galaxias que hay en la actualidad: el cartografiado Sloan (SDSS). La versión definitiva de este catálogo (SDSS-DR7) tiene ~1000000 de galaxias con información fotométrica y espectroscópica. Todas estas galaxias las hemos clasificado atendiendo a su morfología y a su espectro. En particular, los espectros del 1000000 de galaxias se clasifican tan sólo en 17 clases [19, 20]. Esto es una enorme ventaja, ya que estudiando tan sólo 17 espectros diferentes es equivalente a estudiar 1000000 de ellos. Además, una de las clases espectroscópicas que resulta es precisamente las galaxias en el “green valley”.

Este proyecto de master tiene como meta caracterizar tres tipos de espectros de galaxias que corresponderían a galaxias que estuvieran en la secuencia roja, nube azul y green valley. Queremos determinar cuáles son sus diferencias e inferir así cuáles han sido los mecanismos que han transformado las galaxias de una clase a otra.

### Referencias:

- [1] Baldry et al., 2004, ApJ, 600, 681
- [2] Balogh et al., 2004, ApJ, 615, L101
- [3] Aguerri et al. 2007, A&A, 471, 17
- [4] Dekel & Birnboim, 2006, MNRAS, 368, 2
- [5] Cattaneo et al., 2006, MNRAS, 370, 1651
- [6] Kannappan et al. 2009, AJ, 138, 579
- [7] De Lucia et al. 2004, ApJ, 610, L77
- [8] Bundy et al. 2006, ApJ, 651, 120
- [9] Schawinski et al. 2007, MNRAS, 382, 1415
- [10] Salim et al. 2007, ApJS, 173, 267
- [11] Nandra et al. 2007, ApJ, 660, L11
- [12] Siverman et al. 2008, ApJ, 675, 1025
- [13] Constantin et al. 2008, ApJ, 673, 715
- [14] Bundy et al. 2008, ApJ, 681, 931
- [15] Georgakakis et al. 2008, MNRAS, 385, 2049
- [16] Schawinski et al. 2009, ApJ, 690, 1672
- [17] Schawinski et al. 2009, ApJ, 692, L19
- [18] Hughes & Cortese, 2009, MNRAS, 396, L41
- [19] Sánchez-Almeida et al., 2009, ApJ, 698, 1497
- [20] Sánchez-Almeida et al., 2010, en preparación

### Objetivos concretos que se persiguen. Máximo media página:

Los objetivos concretos que persigue este proyecto son:

a) Estudiar en el diagrama color-magnitud la disposición de las distintas clases espectroscópicas derivadas por nuestro grupo, de forma que podamos identificar las clases en el green valley.

b) Estudiar las diferencias entre los espectros de tres clases de las 17 que nos han salido en nuestra clasificación espectroscópica de las galaxias de SDSS-DR7. Estas clases serían aquellas que mejor representarían a galaxias en la secuencia roja, nube azul y green valley.

c) Obtener la historia de formación estelar de las tres clases espectrales. Esto nos dará la tasa de formación estelar, edad y metalicidad de las población estelares de las galaxias situadas en esas tres clases. La historia de formación estelar es una pieza clave para saber como y cuales han sido los mecanismos físicos que han hecho evolucionar las galaxias. Este trabajo se llevara a cabo usando el programa de acceso público llamado STARLIGHT.

Incluso si el apartado c) no se finaliza entenderemos que el proyecto ha sido un éxito.

**Plan de trabajo.** Máximo media página:

El plan de trabajo está pensado para que el proyecto se pueda hacer en un periodo de 3 meses:

Primer mes: Durante este primer mes el alumno leerá los artículos más relevantes para el estudio que pretendemos realizar. Además, realizará los diagramas color-magnitud de las diferentes clases espectroscópicas de galaxias y la caracterización de los espectros de las tres clases de galaxias seleccionados y obtendrá sus diferencias.

Segundo mes: El alumno instalará el programa STARLIGHT y se familiarizará con su uso. Durante este mes se comenzará a obtener la historia de formación estelar de las tres clases de espectros seleccionados.

Tercer mes: Conclusiones, escritura y lectura del trabajo.

**Otros datos que se desee hace constar** (lugar en que se desarrollará el trabajo, estancias previstas en otros centros, material a utilizar, etc.):

El lugar de trabajo del estudiante será en el IAC.