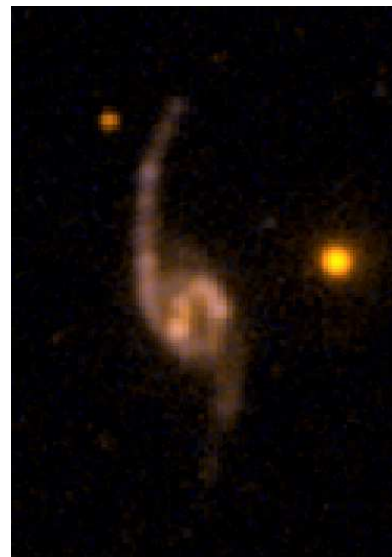
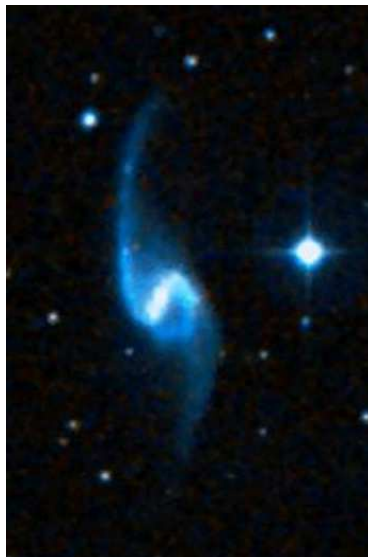
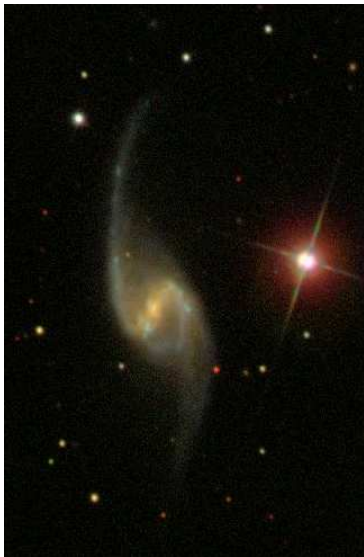


Trabajo Académicamente Dirigido

**Propiedades en el rango
ultravioleta de galaxias cercanas
con datos de espectroscopía
bidimensional**



Cristina Catalán Torrecilla

**Supervisado por:
Armando Gil de Paz
África Castillo Morales**

ÍNDICE

1. Introducción	Pag. 3
Galaxias cercanas	
El proyecto CALIFA	
La misión GALEX	
2. Muestra	Pag. 6
3. Metodología	Pag. 10
Reducción	
Espectroscopía CALIFA	
Imágenes GALEX	
Análisis	
Espectroscopía CALIFA	
Substracción del continuo	
Determinación de la extinción A_V y $SFR_{H\alpha}$	
Mapas	
Fotometría superficial	
Imágenes GALEX	
Determinación de la extinción A_{FUV} y SFR_{FUV}	
Mapas	
Fotometría superficial	
4. Resultados	Pag. 38
Espectroscopía CALIFA	
Extinción a partir del decremento Balmer	
SFR y comparación entre SFR y extinción	
Imágenes GALEX	
Extinción a partir del FUV-NUV	
SFR y comparación entre SFR y extinción	
Comparación entre los valores de SFR	
5. Conclusiones	Pag. 44
6. Bibliografía	Pag. 45

1. INTRODUCCIÓN

GALAXIAS CERCANAS

Las galaxias son la estructura básica de nuestro Universo, de ahí la importancia de los estudios centrados en ellas que tratan de averiguar cómo son, cuándo se formaron, contenido de polvo interestelar y su ritmo de formación de estrellas (SFR, del inglés *Star Formation Rate*).

Hasta época reciente los estudios de las propiedades de las poblaciones estelares y el medio interestelar se ha limitado a trabajos de imagen óptica e infrarroja (cercana) o a espectroscopía óptica de rendija larga. En los últimos años estos datos se han venido extendiendo mediante datos de imagen desde el espacio en otros rangos espectrales (Ultravioleta de GALEX o HST o infrarrojo lejano gracias a las misiones Spitzer o Herschel) y también mediante estudios de espectroscopía óptica bi-dimensional con unidades de campo integral (IFU, del inglés *Integral Field Unit*). Este trabajo pretende aunar los resultados del análisis de estos conjuntos de datos para ahondar en el conocimiento de la distribución espacial de las propiedades físicas en galaxias cercanas espacialmente resueltas.

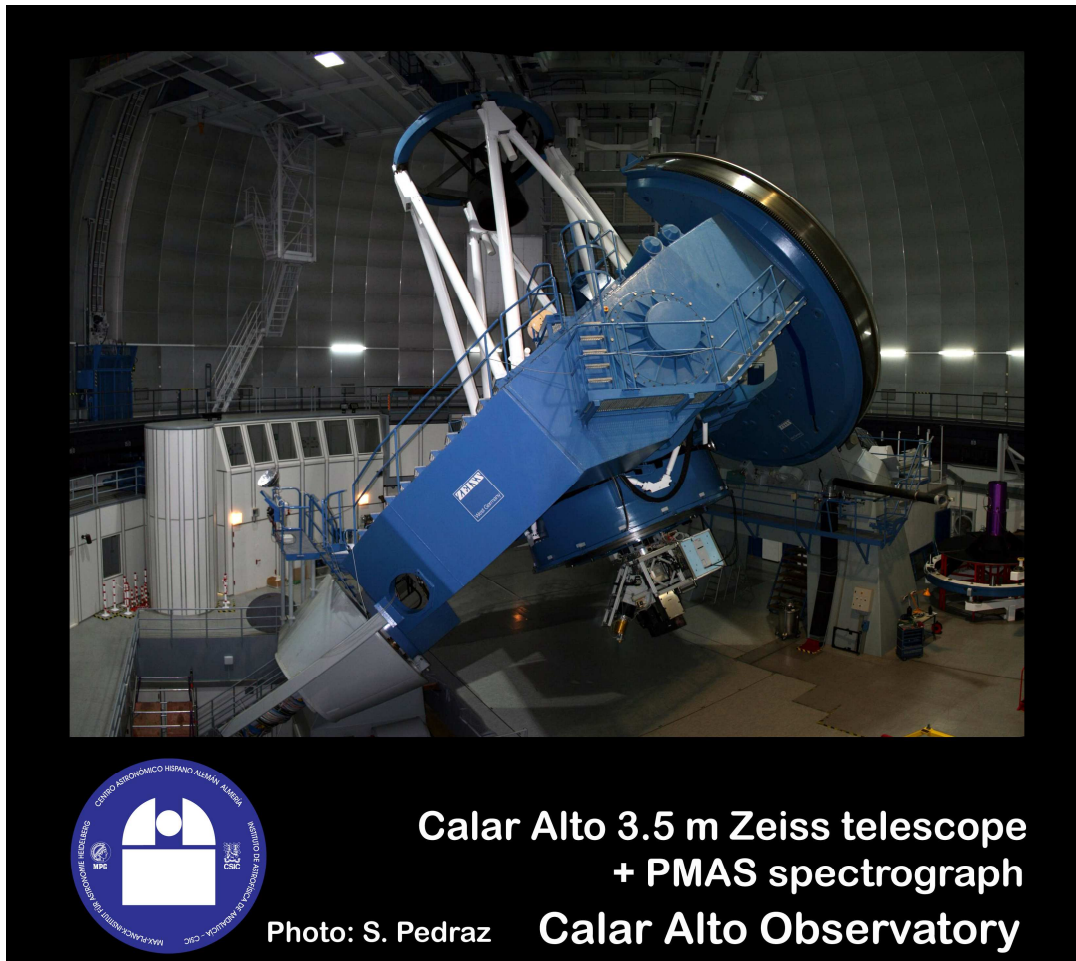
Uno de los parámetros fundamentales utilizado para analizar las propiedades de galaxias con formación estelar es la tasa de formación estelar (SFR). El estudio de la SFR en galaxias es uno de los campos de mayor actividad en el estudio de galaxias. Sin embargo, estos estudios necesitan de calibradores que permitan determinar la SFR a partir de la medida de ciertas magnitudes observaciones relacionadas con el número de estrellas recientemente formadas en una galaxia (ver Kennicutt et al. 1998 y referencias allí citadas). En nuestro caso utilizaremos medidas de la SFR obtenidas a partir de las luminosidades en las bandas ultravioleta (UV) y de la línea de emisión $H\alpha$.

El estudio de la SFR en galaxias o incluso de las poblaciones estelares en general requiere de una precisa determinación de la cantidad de polvo presente en dichas galaxias o, al menos, de la atenuación producida por dicho polvo. En este trabajo corregiremos nuestras medidas de luminosidad UV y $H\alpha$ a partir, respectivamente, de la pendiente del espectro ultravioleta (constante y fijo para regiones con formación estelar recientes libres de polvo) y del valor del decremento Balmer ($H\alpha/H\beta$).

La comparación entre la SFR obtenida por ambos métodos da también información sobre posibles variaciones del extremo de mayor masa de la Función Inicial de Masas (IMF, del inglés *Initial Mass Function*) o sobre cambios en la historia de formación estelar reciente en escalas de tiempo para los que la emisión UV y $H\alpha$ es sensible 10-100 millones de años.

EL PROYECTO CALIFA.

Las galaxias con las cuales se trabajó, NGC7549 y NGC6394, han sido elegidas de la muestra de galaxias cercanas del proyecto CALIFA (*Calar Alto Legacy Integral Field Area Survey*). El objetivo de este proyecto es observar ~600 galaxias del universo local usando 250 noches de observación con PMAS/PPAK (espectrómetro de campo integral; IFU) en el telescopio Zeiss de 3.5m de Calar Alto.



Los objetivos principales de este proyecto son:

- Modelar la población estelar y constreñir la historia de la formación estelar en galaxias y estudiar el efecto de la actividad nuclear en la evolución de las galaxias entre la nube azul (*blue cloud*) y la secuencia roja (*red sequence*).
- Trazar la distribución de gas ionizado y estimar las abundancias químicas para la fase gaseosa en galaxias de disco.
- Medir las propiedades cinemáticas de las galaxias, derivadas de la emisión (cinemática del gas) y absorción de las líneas (cinemática estelar).

Los espectros tomados como parte de la exploración CALIFA cubren el rango de 3700-7000 ÅÅ en dos apuntados, uno en el rojo (4300-7000 ÅÅ) con una resolución espectral de $R = 850$ y el otro en el azul (3700-5000 ÅÅ) en este caso con una resolución de $R = 1650$. Como se ha comentado anteriormente estos espectros se obtuvieron con el espectrógrafo PMAS/PPAK.

La tecnología de espectroscopía de campo integral permite tomar multitud de espectros simultáneos en una zona compacta y relativamente extensa del cielo. El espectrógrafo de campo integral PMAS (Potsdam Multi-Aperture Spectrophotometer), en su configuración especial llamada PPAK, usa más de 350 fibras ópticas para cubrir un campo de visión de un arco minuto, el mayor cubierto, junto con el de VIRUS-P, de todos aquellos proporcionados por una IFU en la actualidad. De esta manera, un objeto extenso, como es el caso del objetivo de este TAD, puede ser mapeado por completo en una sola exposición.

Por tanto PPAK nos ofrece un campo de visión amplio, una adecuada resolución espectral y una buena sensibilidad en todo el rango espectral óptico. Estos datos nos permitirán crear mapas espectrales en dos dimensiones que además del estudio de la distribución espacial de las propiedades físicas descritas anteriormente (extinción y SFR) permitirían estudiar la relación entre las propiedades con resolución espacial y aquellas derivadas del uso de instrumentos que han usado una sola apertura como es el caso del *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS).

Así CALIFA proporcionará un valioso puente entre los estudios y exploraciones de instrumentos de apertura única como SDSS y los estudios más detallados de galaxias individuales como es el caso de los estudios llevados a cabo hasta la fecha con IFUs.

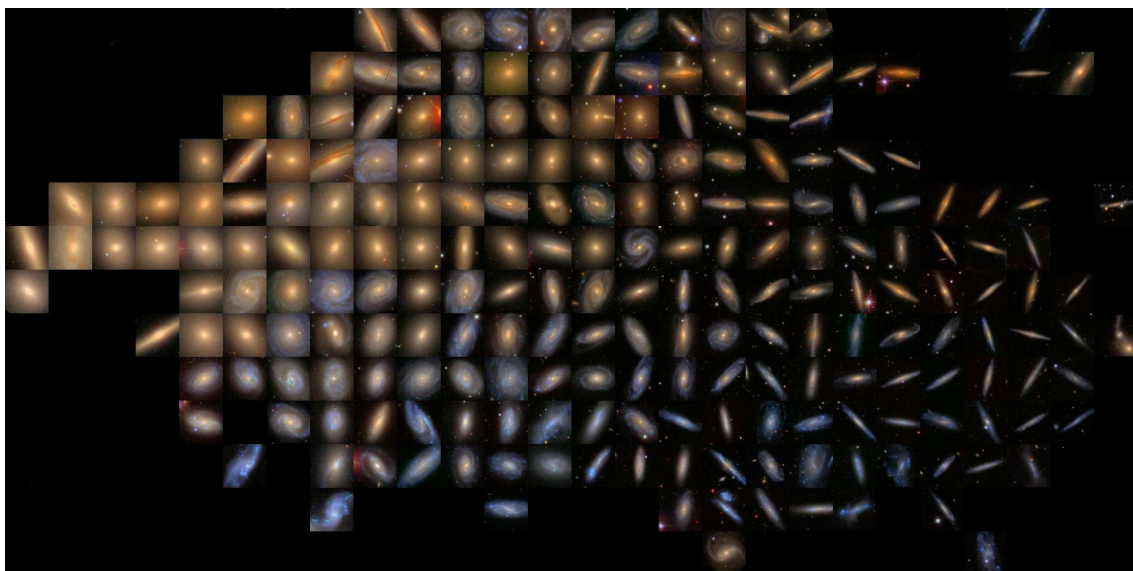
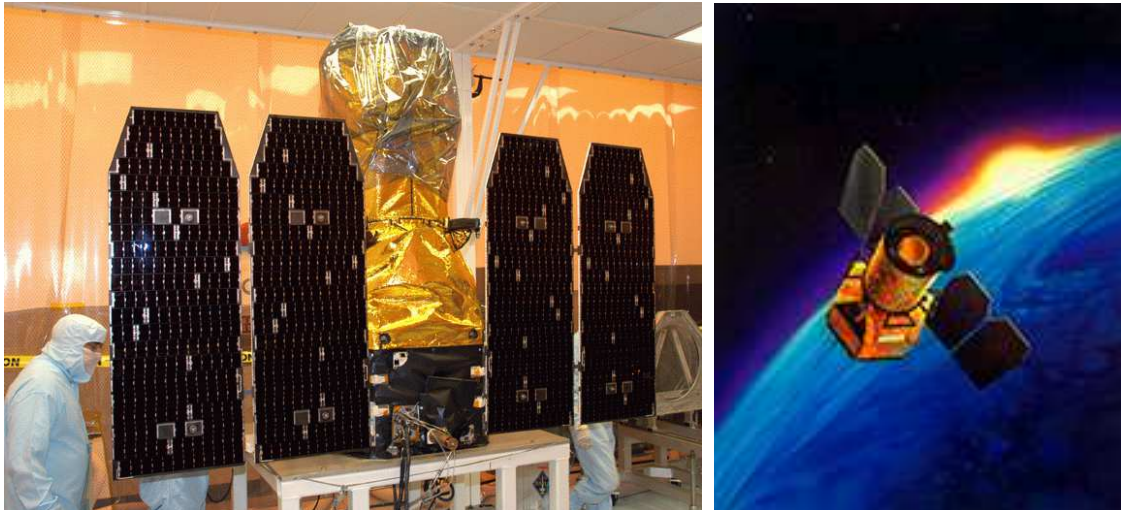


Figura mostrando las imágenes de falso color obtenidas como parte de la exploración SDSS de las galaxias de la muestra CALIFA.

LA MISIÓN GALEX

A lo largo de este trabajo emplearemos datos proporcionados por la misión GALEX (*Galaxy Evolution Explorer*) de la NASA en el rango ultravioleta lejano (FUV, centrado en $\sim 1500 \text{ \AA}$) y ultravioleta cercano (NUV, centrado en $\sim 2200 \text{ \AA}$). GALEX es un telescopio espacial dedicado a la observación de galaxias en luz ultravioleta que fue lanzado el 28 de Abril del 2003.



Durante su misión, GALEX producirá el primer mapa detallado de las galaxias del Universo en este rango espectral, de modo que nos será más fácil entender como galaxias como nuestra Vía Láctea fueron formadas así como las estrellas que vemos hoy en ella y los elementos químicos que la forman. Las observaciones GALEX son críticas especialmente para el estudio de la formación estelar más reciente y de los efectos del polvo, al ser estos especialmente notorios a estas longitudes de onda. GALEX está rellorando una de las piezas claves del puzzle en estos aspectos.

2. MUESTRA

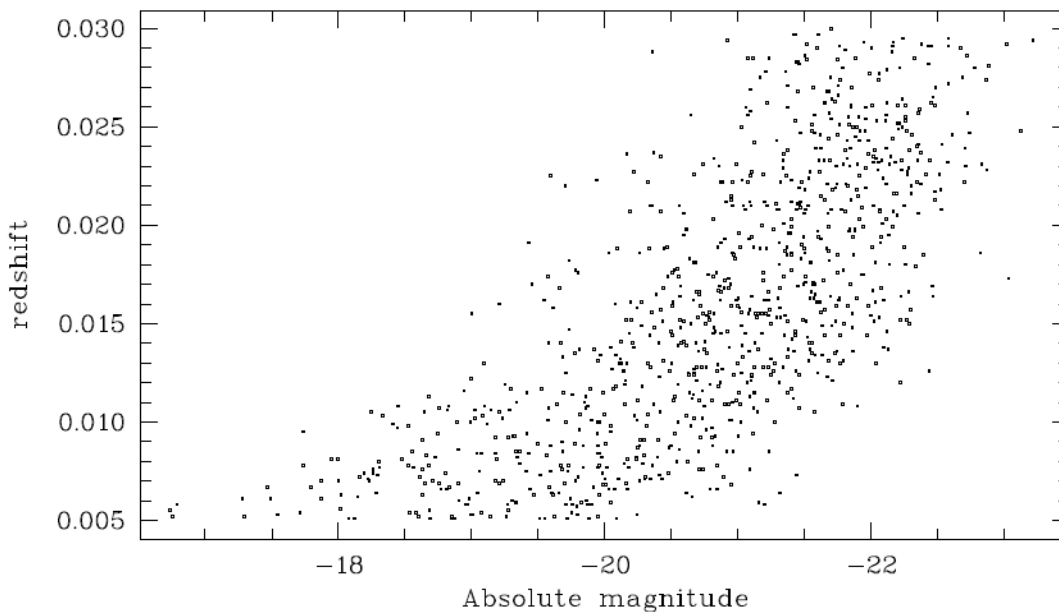
La muestra de galaxias del proyecto CALIFA, como se ha comentado anteriormente, está formada por ~ 600 galaxias del universo local. Debido a los problemas técnicos acaecidos en el telescopio Zeiss de 3.5m la observación de dichas galaxias fue suspendida durante los últimos meses del 2010 y la primera mitad de 2011, aunque ya han sido retomadas con lo que la viabilidad del proyecto está garantizada.

La primera observación del proyecto CALIFA fue llevada a cabo el 10 de Junio del 2010. Las galaxias que nos interesan para este trabajo fueron observadas el 15 de Julio del 2010 para el caso de NGC6394 y el 18 de Julio del 2010 para NGC7549. A la fecha de finalización de este trabajo el número de galaxias ya observadas era de 68 en la configuración de la red V500 y 50 con la configuración de la red V1200.

Para la muestra CALIFA se ha adoptado por una selección que combine tanto el diámetro angular de la galaxia como unos límites en el desplazamiento al rojo ($0.005 < z < 0.03$ en este caso). Lo anterior proporciona una muestra que cubre un amplio rango de propiedades como son la luminosidad, el color, el tipo morfológico, y otras propiedades de las galaxias, al tiempo que garantiza una cobertura óptima del uso del instrumento PPAK. Es decir, la muestra de la exploración CALIFA es una muestra seleccionada en volumen y en diámetro (también en magnitud de forma implícita pues se requiere disponer de una medida del desplazamiento al rojo y por tanto de fotometría y espectroscopía óptica).

Los límites empleados en el desplazamiento al rojo permitirán estudiar objetos de tamaño apropiado para cubrir un amplio rango de luminosidades para el límite en diámetro dado por el campo cubierto por el instrumento. También se busca tener todas las características espectrales de interés cubiertas con la configuración espectral propuesta.

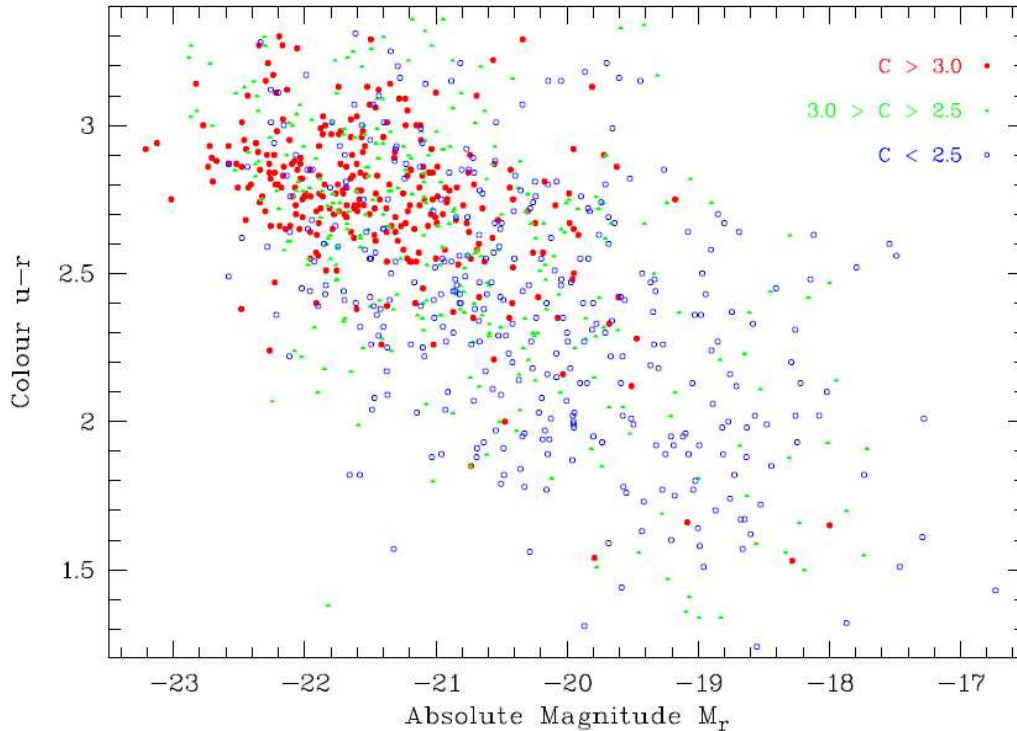
La muestra principal se selecciona a partir del catálogo fotométrico completo del SDSS DR7. Se eligen los siguientes límites en diámetro $45'' < D_{25} < 80''$, lo cual permite cubrir toda la galaxia en un solo campo usando PPAK. Así los objetos más grandes que el campo de visión de PPAK que requerirían varias exposiciones fueron descartados. Usando el catálogo fotométrico SDSS también se garantiza la disponibilidad de la fotometría de UV de buena calidad a 150 y 230 nm con GALEX para la mayoría de las fuentes (el *Medium-deep Imaging Survey* de GALEX está diseñado para cubrir gran parte del campo cubierto por el SDSS). Por otro lado, los objetos situados por debajo de 20° del Plano Galáctico, detecciones inciertas en SDSS u objetos con declinaciones por debajo de $+7^\circ$ fueron excluidos de la muestra.



La imagen anterior muestra la distribución de la muestra de CALIFA en desplazamiento al rojo frente a magnitud absoluta. Esta imagen pone de manifiesto el

amplio rango de magnitudes cubiertas por la muestra a pesar de la limitación impuesta en tamaño aparente.

El diagrama color-magnitud también queda cubierto adecuadamente como se aprecia en el siguiente gráfico:

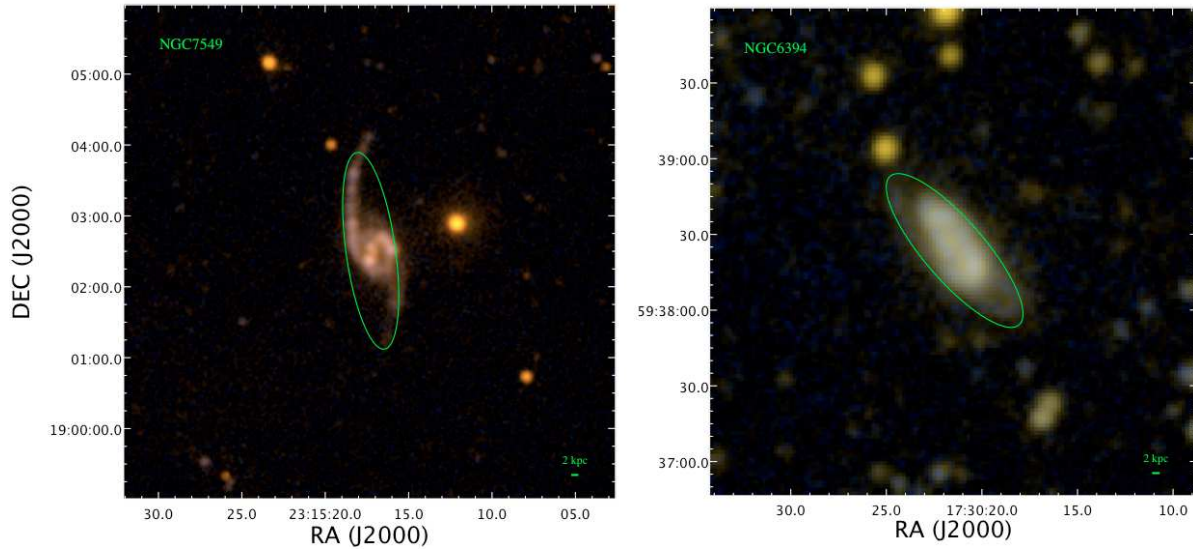


En esta imagen aparece la secuencia roja (*red sequence*), hacia valores más brillantes de la magnitud absoluta (llegando hasta -23 mag) y la nube azul (*blue cloud*) formada por galaxias por magnitudes absolutas más débiles, así como un número significativo de galaxias en el valle verde (*green valley*), que representa la fase de transición entre las galaxias de formación estelar y las galaxias quiescentes o pasivas (de tipos de Hubble tempranos en su mayoría).

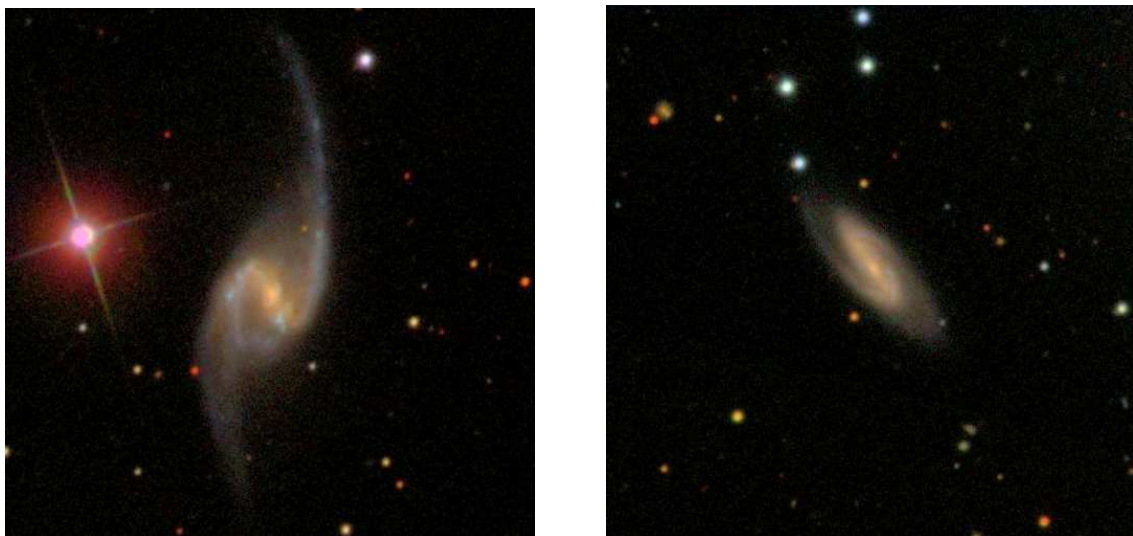
La selección de objetos individuales para la observación (dentro del total de ~ 600 galaxias que conforman la muestra CALIFA) se llevará a cabo al azar, salvo durante el primer año de observación en el que se tiene la intención de completar la observación de un subconjunto de 100 galaxias elegidas para explorar toda la gama de luminosidades, color, diámetro y desplazamientos al rojo previstas.

La información obtenida en ultravioleta es diferente a la que nos proporcionan los datos del rango óptico. Por ello uno de los objetivos clave del presente trabajo es comparar tanto extinciones como tasas de formación estelar obtenidas a partir de ambos datos. Con este fin, uno de los objetivos principales de este TAD será comparar los datos UV obtenidos con GALEX, con los proporcionados por CALIFA, en espectroscopía óptica. Dado que el número de galaxias de este último era muy limitado hasta la fecha de comienzo del trabajo, decidimos tomar aquellas galaxias que mejor tiempo de exposición y por tanto mejores datos tenían con GALEX. Estas galaxias fueron NGC7549 y NGC6394. A continuación se muestran imágenes de estas nuestras galaxias a estudiar tomadas por el satélite GALEX y por la exploración SDSS.

Imágenes en el U.V. proporcionadas por GALEX de las galaxias NGC7549 (izquierda) y NGC6394 (derecha).



Imágenes en el óptico proporcionadas por SDSS de las galaxias NGC7549 (izquierda) y NGC6394 (derecha; para el mismo campo de la imagen UV de la figura previa).



Los tiempos de exposición en segundos para cada una de las galaxias en la banda del ultravioleta cercano (NUV) y del ultravioleta lejano (FUV) son :

	t_{exp} (NUV)	t_{exp} (FUV)
	(segundos)	(segundos)
NGC7549	16180.7	7464.55
NGC6394	41859.3	22560.75

A continuación se describen las principales propiedades de estos dos objetos:

NGC7549: Galaxia de tipo morfológico SBcd barrada con un núcleo activo (AGN) que se forma parte, junto con NGC7547 y NGC7550, del sistema triple Arp 99, con una velocidad de recesión heliocéntrica de ~ 4736 km/s y una distancia de 67.7 Mpc. La magnitud de esta galaxia de acuerdo al catálogo RC3 es $B=12.7$ mag (o $M_B=-21.24$ a la distancia de este objeto).

NGC6394: Galaxia de tipo morfológico SBb de nivel de actividad Sy2 con una velocidad de recesión heliocéntrica de 8486 km/s y una distancia de 121 Mpc. La emisión nuclear en [OIII] asociada a su núcleo activo Sy2 presenta una extensión de ~ 700 pc ($1.25''$) y consiste de dos zonas de emisión diferenciadas en las imágenes del HST, una centrada en el núcleo y otra desplazada ~ 250 pc del centro hacia el oeste (Schmitt et al. 2003). La emisión radio del centro no está resuelta (Schmitt et al. 2001).

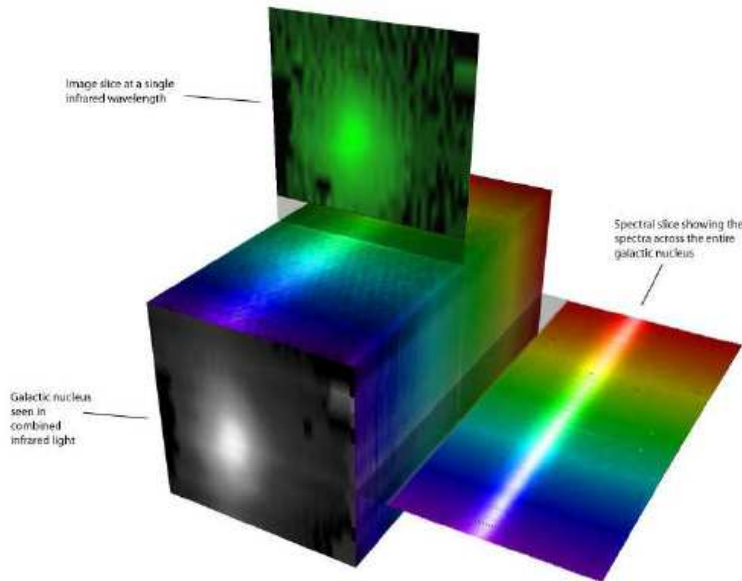
3. METODOLOGÍA

REDUCCIÓN

Espectroscopía CALIFA

Para trabajar con los datos de la muestra CALIFA, todos ellos en el rango óptico, ha sido necesario el uso del programa e3d así como la ayuda de otros programas que han permitido medir el flujo de $H\alpha$ y $H\beta$. Los cubos de imágenes procesados por el equipo del proyecto CALIFA, han sido el punto de partida a partir del cuál se han obtenido el resto de datos necesarios para llevar a cabo nuestro objetivo.

En dichos cubos se tiene una representación tridimensional de la galaxia que queremos analizar. El plano x,y determina la posición de cada uno de los píxeles de la imagen mientras que la coordenada perpendicular a dicho plano muestra el rango en longitud de onda empleado. Las siguiente imagen ejemplifica esto:

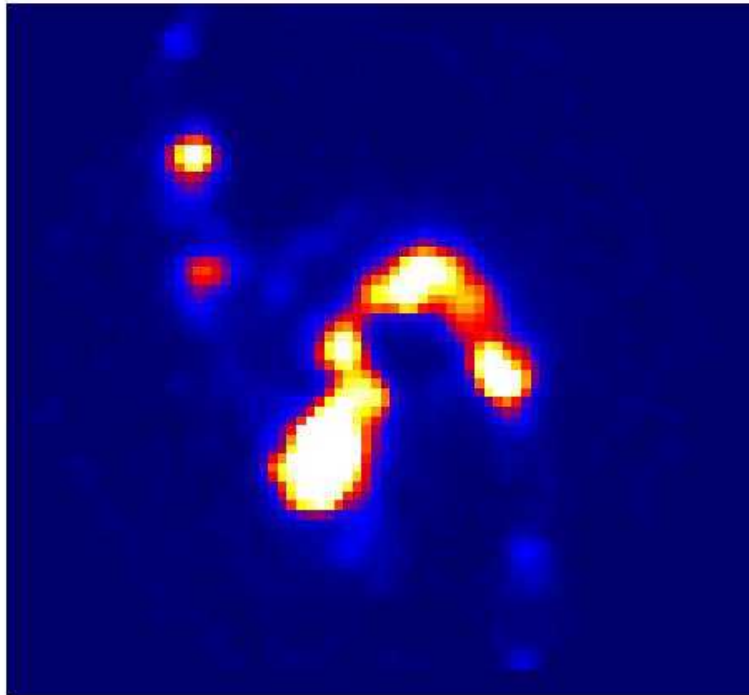


Es necesario para los programas que después se usarán disponer de lo que se conoce como una “tabla de datos” (*position table*). En ellas se especifica las coordenadas espaciales de cada pixel espectral (o spaxel). Cada una de estas posiciones (x,y) tendrán asociado su correspondiente espectro. Las tablas de posición son necesarias para el uso del programa e3d y para el análisis posterior de los datos CALIFA.

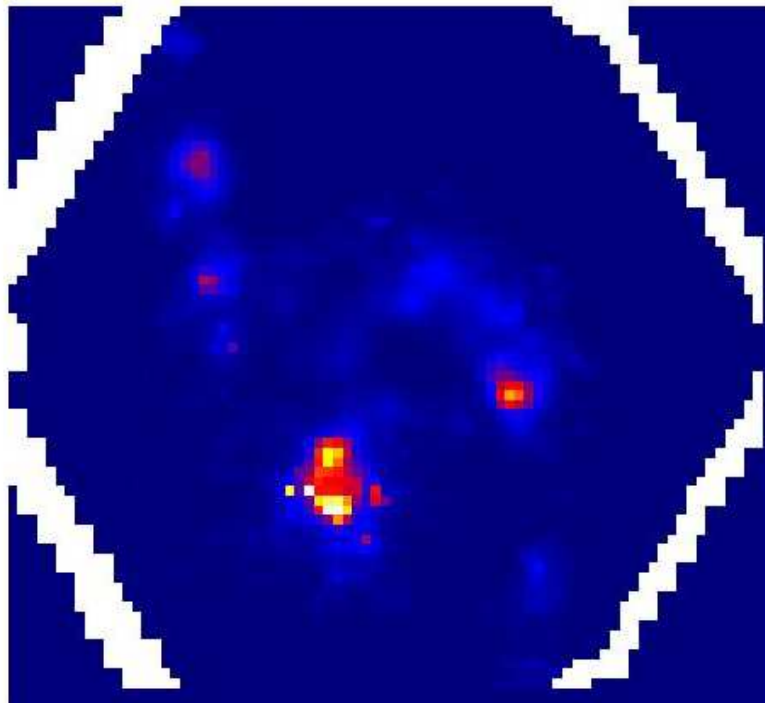
Para hallar el flujo de la línea de emisión H α se ha usado un programa capaz de ajustar un perfil gaussiano a dicha línea obteniéndose parámetros como la anchura máxima a media altura (FWHM), la anchura equivalente (EW), la dispersión de velocidades (σ) relacionada con la FWHM mediante la expresión $\sigma = \frac{FWHM}{2.35}$, la velocidad, la relación señal-ruido (S/N), la intensidad de la línea y los errores de los parámetros anteriores.

De este modo se obtiene la intensidad de H α para cada uno de los espectros que componen la el cubo de datos de la galaxia, pudiendo crear entre otras cosas un mapa de intensidades en esta línea.

El mapa de intensidad de la línea H α obtenido para la galaxia NGC7549 (el campo mostrado corresponde a 74x65 arcsec² centrado en el máximo del continuo de la galaxia):

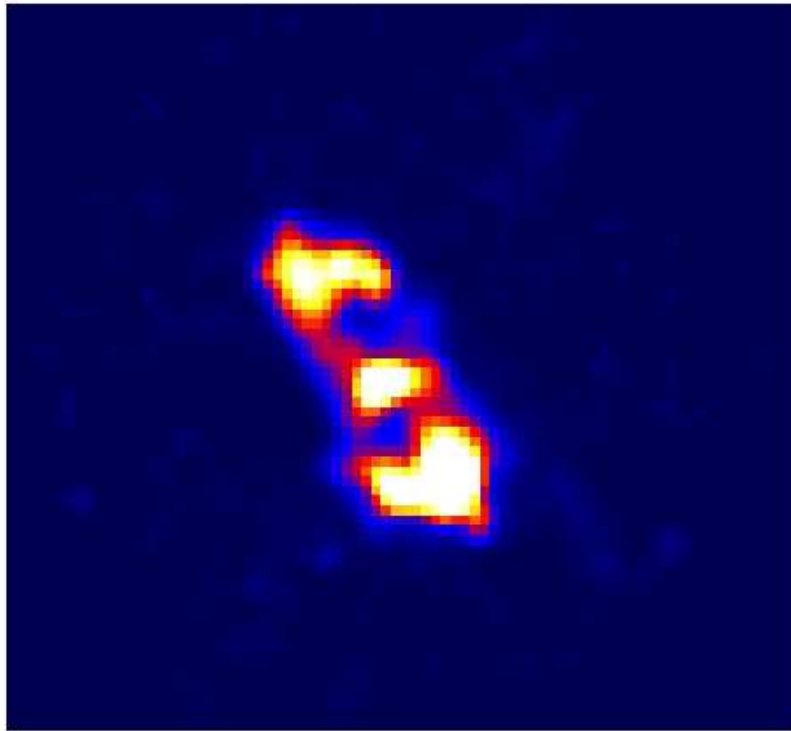


Podemos mostrar además el mapa de relación señal-ruido para comprobar que efectivamente y como es de esperar en las zonas centrales así como en los brazos las medidas de intensidad de línea han de ser más precisas.

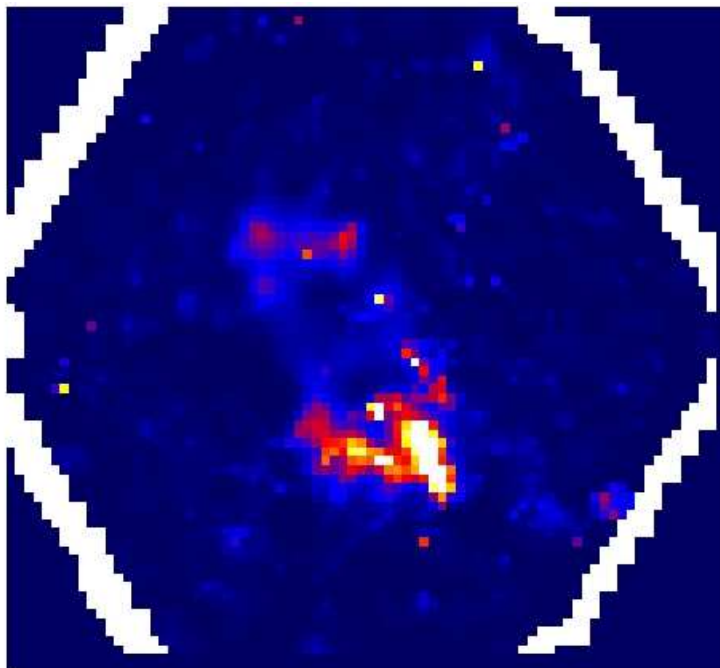


Las marcas blancas delimitan la zona del detector. Se comprueba que las zonas rojizas y azules coinciden exactamente con las zonas donde es de esperar una mayor intensidad de línea (en los brazos y en los extremos de la barra), demostrando la alta relación señal-ruido de esas zonas. A continuación se mostrarán los mapas anteriores para NGC6394.

Mapa de intensidad de la línea H α obtenido para la galaxia NGC6394:

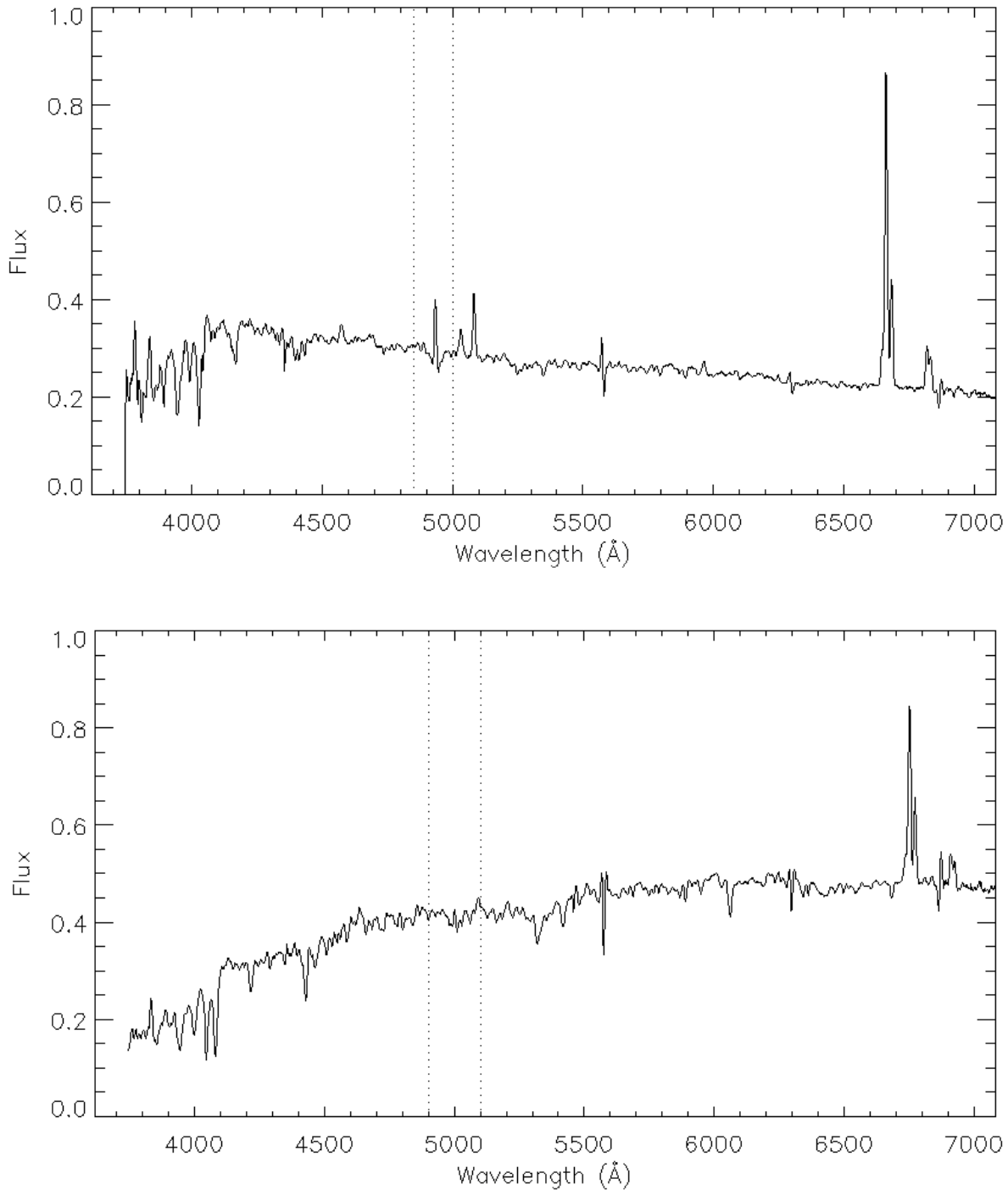


Mapa relación señal-ruido de la línea H α obtenido para la galaxia NGC6394:



Para el estudio de intensidad de la línea de emisión H β no podrá emplearse el procedimiento anterior. En esta ocasión el ajuste de la línea por un perfil gaussiano es una tarea complicada pues aparecen líneas de absorción en las alas del perfil (también presente pero de menor relevancia en el caso de H α). Al realizarse dicho ajuste a ambas líneas,

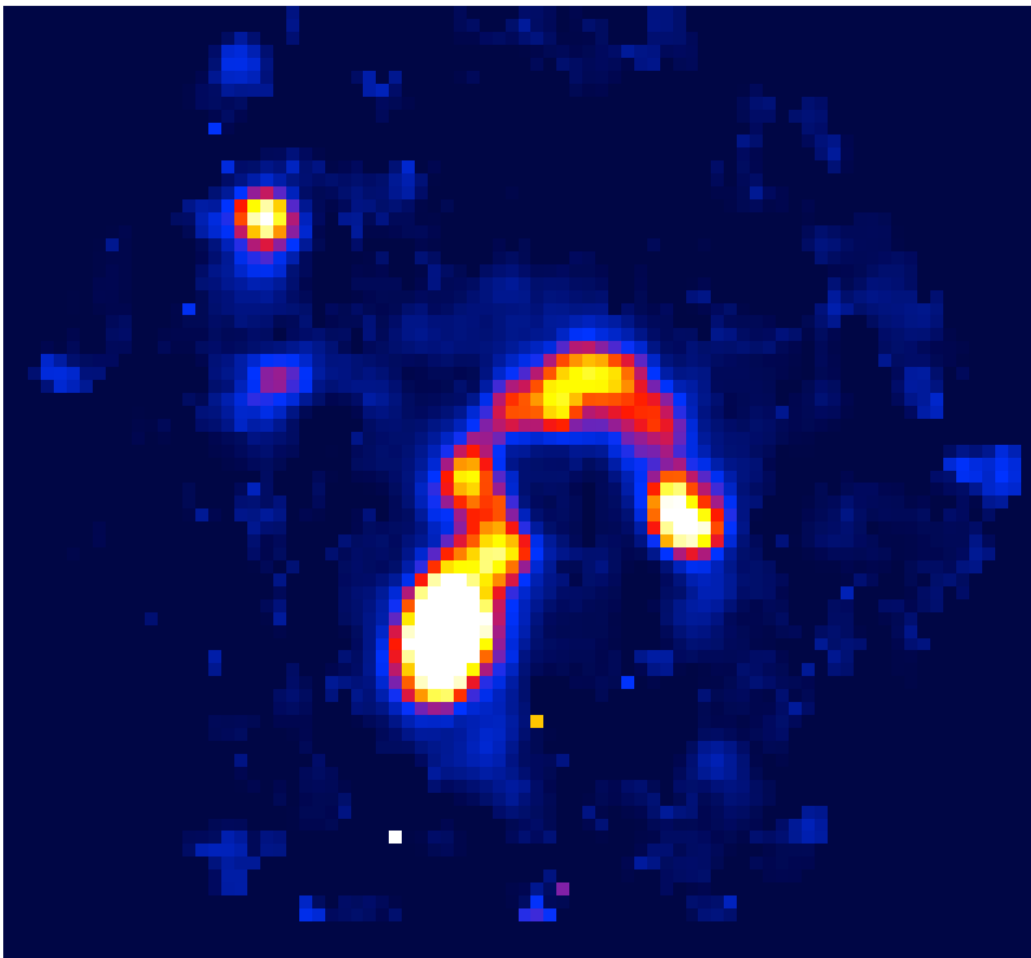
emisión en la parte central y absorción en los extremos, se comprueba que los resultados son erróneos al no disponer de suficientes puntos en la parte de absorción (sobre todo por la moderada resolución espectral de los datos). Ejemplos de lo que ocurre con la línea H β se muestra en la siguiente figura para dos spaxels individuales en NGC7549 (arriba) y NGC6394 (abajo):



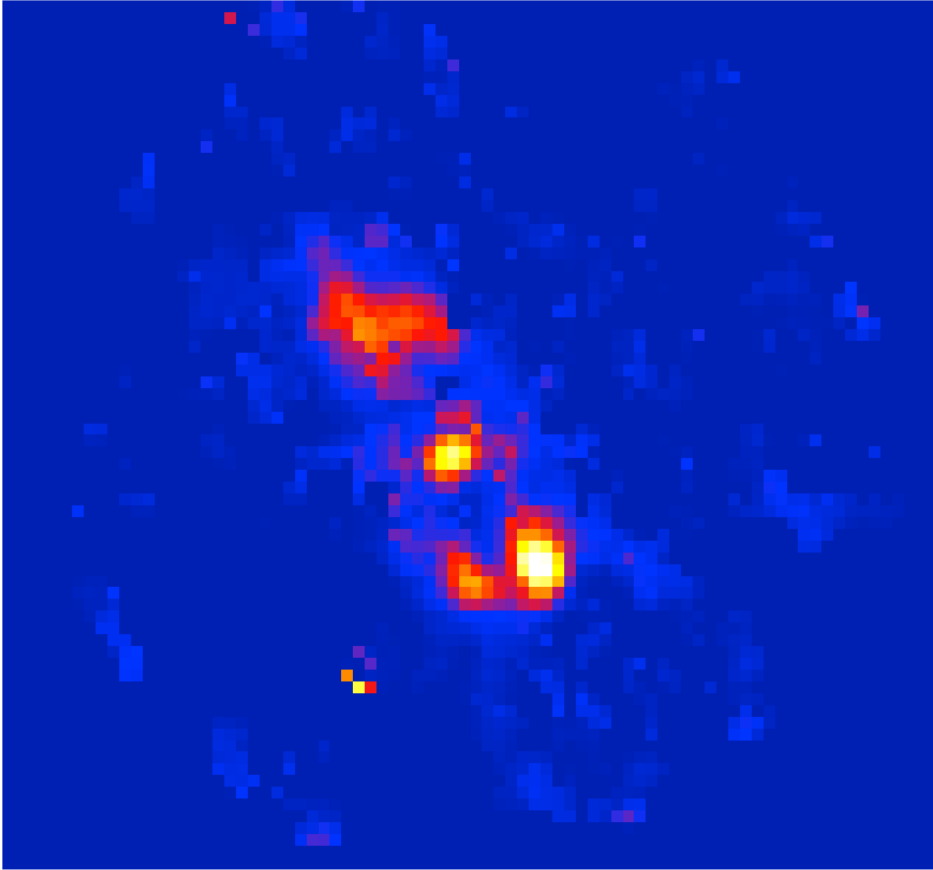
Desestimado el método anterior, se optó por el ajuste de modelos de poblaciones estelares compuestas (síntesis de poblaciones) de distintas metalicidades y edades a cada uno de los espectros que componen la galaxia. Los modelos han sido elegidos de la librería de Bruzual & Charlot (2003).

Se ejecutó el programa trabajando con varios de estos modelos, el cual, mediante un estudio estadístico, nos permitirá determinar cuál de ellos se ajusta mejor al espectro observado. Previamente es necesario enmascarar algunas zonas de los espectros, aquellas las correspondientes a las líneas de emisión como [OII]3727,3729ÅÅ, H β , [OIII]4959,5007ÅÅ, H α , [NII]6548,6583ÅÅ y [SII]6717,6731ÅÅ, pues los modelos anteriores reproducen únicamente el espectro correspondiente a la población estelar, i.e. las líneas de absorción. El objetivo es conseguir hallar las líneas de absorción de H β para poder sustraerlas a la parte de emisión y tener finalmente solo la intensidad de la línea de emisión.

Mapa de intensidad de la línea H β corregido de absorción estelar para la galaxia NGC7549:



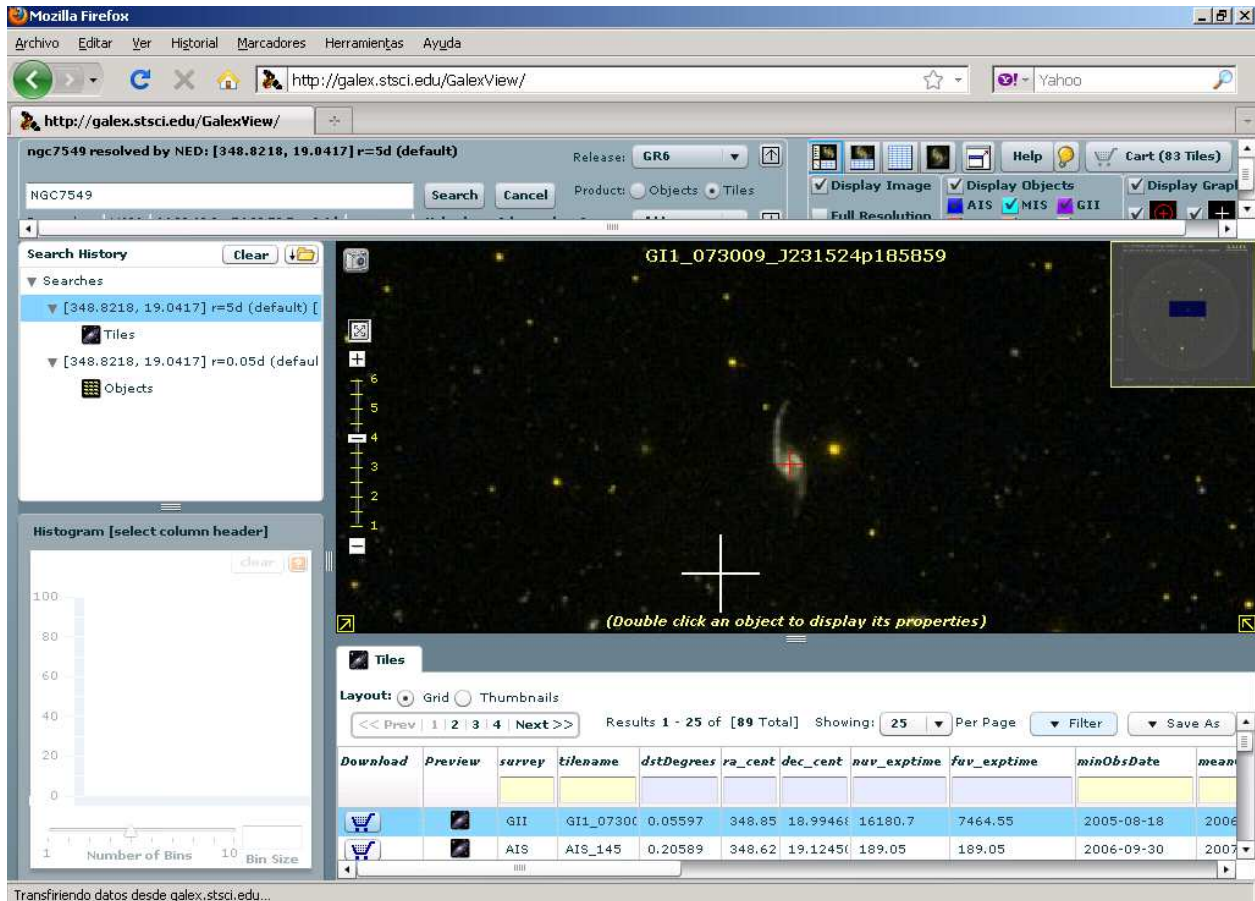
Mapa de intensidad de la línea H β obtenido para la galaxia NGC6394 (el campo mostrado corresponde a 74x65 arcsec² centrado en el pico de emisión del continuo de la galaxia):



Imágenes GALEX

Una de las herramientas empleadas a lo largo de este trabajo ha sido la aplicación *web* GalexView (<http://galex.stsci.edu/GalexView/>), que ha proporcionado imágenes de GALEX tanto en FUV como en NUV.

La siguiente imagen muestra el aspecto del menú principal de esta aplicación.



El manejo de esta aplicación es sencillo. Bastará escribir el nombre de la galaxia deseada en la opción “*search*” y tener seleccionada la opción “*tiles*” del menú superior.

La imagen aparecerá marcada con una cruz roja que nos indica cuál es la galaxia buscada, mientras que una cruz blanca nos muestra el centro del detector que en el caso de GALEX es circular. El radio es de $\sim 0.5^\circ$ por lo que es aconsejable también indicarlo en el momento de hacer la búsqueda, pues si no es posible que nuestro objeto o parte de él salga fuera del campo del detector de modo que perderíamos información. En la parte inferior podemos seleccionar aquella que más tiempo de exposición tenga, pues esto nos asegurará mejores condiciones en los datos tomados.

Así mismo es aconsejable que tanto los datos en FUV como en el NUV tengan tiempos de exposición parecidos para que la comparación entre ambos sea más efectiva.

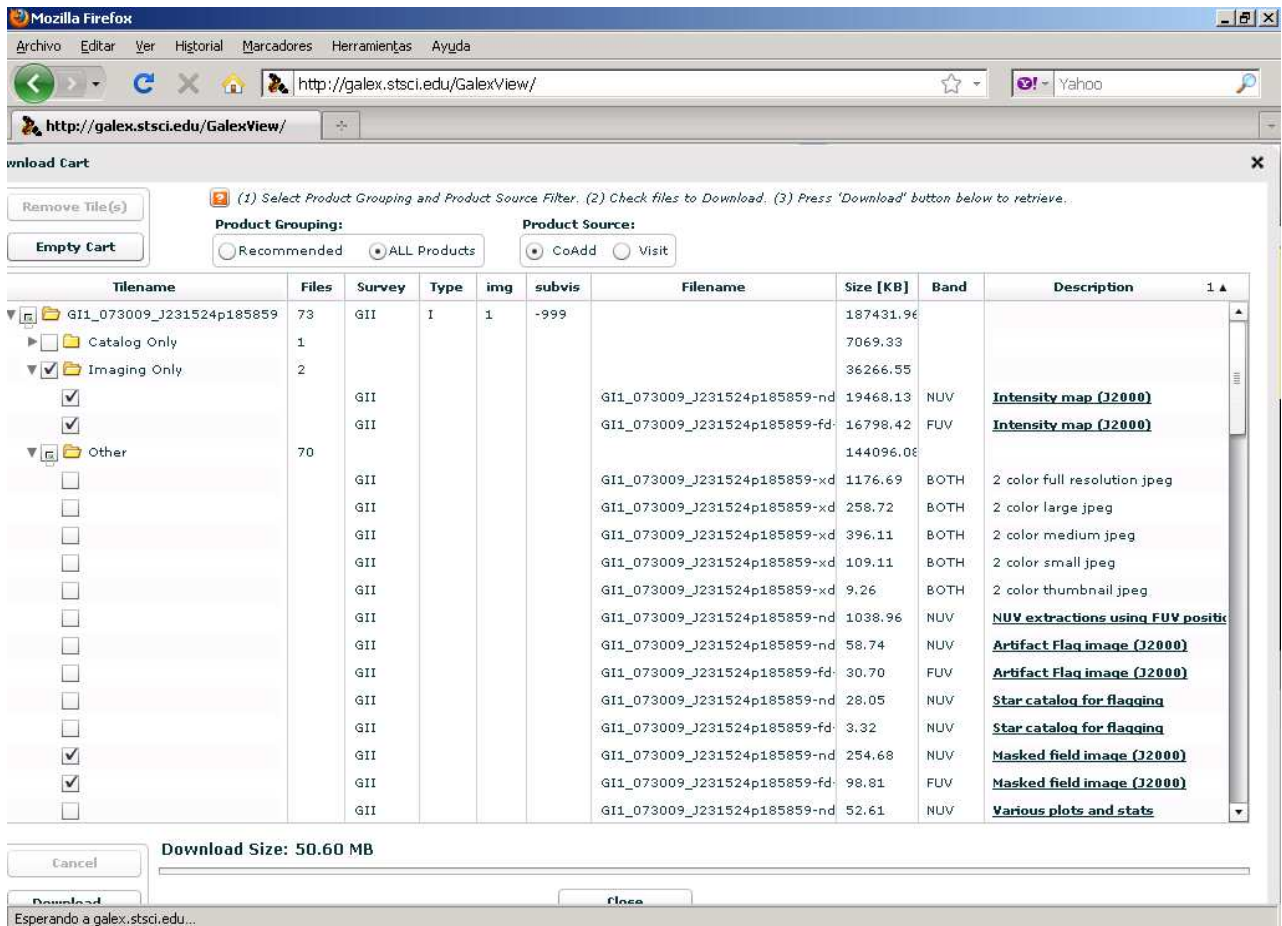
Una ampliación del menú de objetos seleccionados se muestra a continuación:

Download	Preview	survey	tilename	dstDegrees	ra_cent	dec_cent	nuv_exptime	fuv_exptime	minObsDate	meanObsDate
		GII	GII_073009_J231524p185859	0.05597	348.85393	18.99468	16180.7	7464.55	2005-08-18	2006-08-0
		AIS	AIS_145	0.20589	348.62233	19.12450	189.05	189.05	2006-09-30	2007-02-2
		AIS	AIS_145	0.74580	349.59266	18.88441	206	206	2006-10-01	2007-03-2
		AIS	AIS_145	0.96633	349.18625	19.94489	215	215	2006-10-01	2007-03-2
		AIS	AIS_148	0.98652	349.01759	18.07279	189.05	189.05	2006-09-30	2007-02-2
		AIS	AIS_148	1.00881	348.07333	18.32405	163.05	157.05	2004-08-13	2004-08-1
		AIS	AIS_145	1.25427	348.24590	20.17257	191	191	2006-09-30	2007-02-2
		AIS	AIS_145	1.41882	350.16394	19.68177	157	157	2006-10-01	2006-10-1
		AIS	AIS_145	1.65548	349.98917	17.81122	176	176	2006-09-30	2007-02-2
		AIS	AIS_145	1.69429	350.55087	18.60333	199	199	2006-10-01	2007-03-2
		AIS	AIS_148	1.78307	348.46712	17.29075	178	172	2004-08-13	2004-08-1
		AIS	AIS_145	1.94463	349.78499	20.76258	204	204	2006-10-01	2007-03-2
		AIS	AIS_145	1.95864	348.84959	21.00016	335.05	207.05	2004-08-15	2005-02-1
		AIS	AIS_148	1.96699	347.50345	17.52439	323	323	2004-08-13	2006-02-0
		AIS	AIS_145	1.98589	347.28750	20.40476	160.1	160.1	2006-09-30	2007-02-2
		AIS	AIS_147	2.07260	346.70114	19.58060	183	183	2006-09-30	2007-02-2

Puede apreciarse que la opción marcada en azul es la de mayor tiempo de exposición en ambas bandas.

Con solo pulsar “download” ya tendremos el objeto seleccionado y bastará con elegir las imágenes que necesitemos. En este caso hemos empleado las siguientes: Mapas de Intensidad (J2000), Máscaras de Campo (J2000) y Respuesta Relativa en Alta Resolución (J2000). De todas ellas se han seleccionado dos, una para el FUV y otra para el NUV.

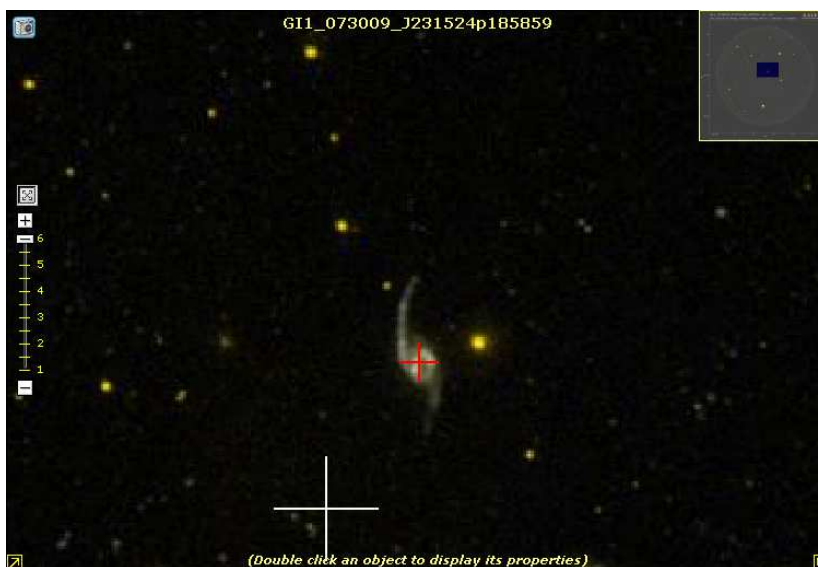
La siguiente imagen muestra lo comentado anteriormente y puede apreciarse señalados con una marca algunas de las necesarias:



Finalmente dentro de la herramienta GaleXView hay una aplicación que nos permite tomar una fotografía de nuestras galaxias.

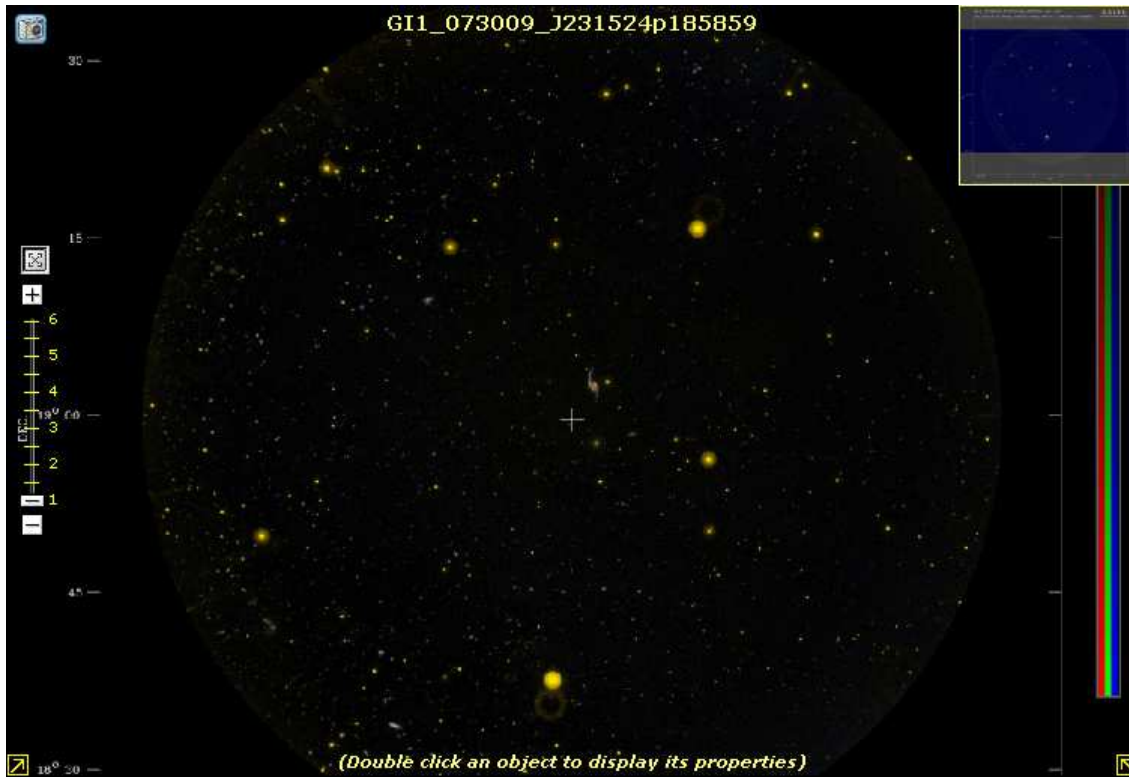
A continuación muestro las correspondientes a NGC7549 y NGC6394.

Imagen de NGC7549 ampliada:



Se aprecia la cruz roja que nos indica cuál es nuestra galaxia y la cruz blanca que nos dice cuál es el centro.

Imagen de NGC7549 vista en conjunto con todo el detector:



Pueden apreciarse también gran número de estrellas de campo que debido a su color rojo en FUV-NUV en su mayoría aparecen como regiones de color amarillo en esta imagen.

Imagen de NGC6394 ampliada:



ANÁLISIS

En esta sección describimos los procedimientos de análisis utilizados en este trabajo. Estos incluyen aquellos propios de los datos de espectroscopía óptica bi-dimensional (generación de mapas y obtención de espectros a diferentes niveles de brillo superficial) y de imagen (flujos integrados, fotometría superficial). Incluimos también en esta sección los procedimientos seguidos para derivar tanto la atenuación del gas y del continuo estelar y la tasa de formación estelar a partir de estos conjuntos de medidas.

Espectroscopía CALIFA

En primer lugar describiremos el procedimiento de análisis de los datos de espectroscopía bi-dimensional del proyecto CALIFA que nos permitirán obtener mapas de atenuación y de SFR (a partir de la emisión del gas ionizado) de ambas galaxias estudiadas.

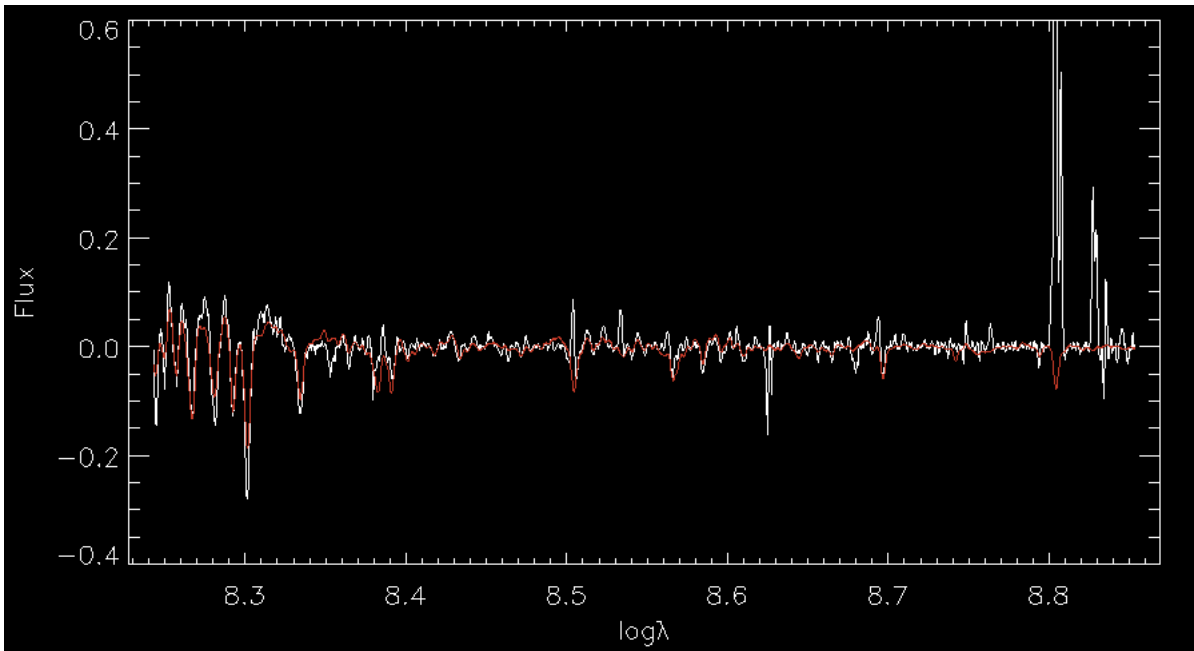
3.2.1.1. Substracción del continuo

Como se comentó anteriormente, a fin de derivar propiamente el flujo de la línea H β y del cociente de esta y de la línea H α la atenuación del gas ionizado y la luminosidad H α (trazador de la SFR instantánea en galaxias) es necesario substrair la contribución del continuo y líneas de absorción estelares en los espectros de los cubos de datos de NGC7549 y NGC6394. Este procedimiento se aplicó a los cubos completos pixel-a-pixel a fin de derivar mapas en dichas magnitudes (ver Sección 3.2.1.2) y a los espectros obtenidos en regiones con forma de anillo a diferentes radios del centro de la galaxia siguiendo el perfil de brillo superficial de estas galaxias (ver Sección 3.2.1.3).

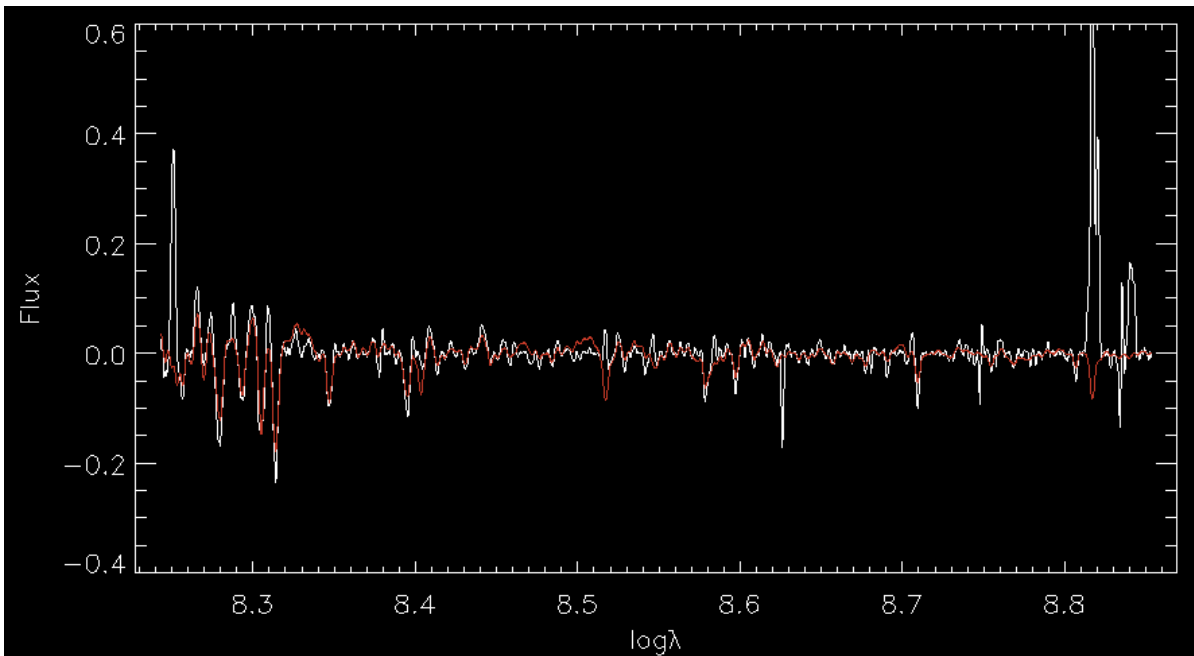
A fin de realizar dicha substracción del continuo y tal como se describió brevemente con anterioridad se ajustaron una serie de modelos de síntesis evolutiva (Bruzual y Charlot 2003) a los espectros pixel-a-pixel y de los anillos tras enmascarar las principales líneas de emisión presentes en estos espectros. Puesto que se utilizaron poblaciones estelares simples (SSP, del inglés *Simple Stellar Populations*) y a fin de evitar problemas de sobre-estimación de la profundidad de la serie de Balmer para galaxias con colores intermedios como estas, se normalizaron los espectros (tanto los observados como los modelos) por una función suave. De esta forma el ajuste a los modelos sólo considera la información contenida en las líneas de absorción y no en los colores. El uso de modelos SSP para este tipo de galaxias impide la utilización de los resultados de estos ajustes para el análisis de poblaciones estelares (edad, metalicidad, etc.) pero es suficientemente preciso para llevar a cabo la substracción del continuo subyacente de las líneas de emisión de la serie de Balmer.

En la siguiente figura mostramos un ejemplo del espectro de uno de los anillos analizados (en blanco) junto con el mejor ajuste a los modelos de poblaciones estelares (en rojo) tanto para el caso de NGC7549 (arriba) como de NGC6394 (abajo).

Espectro normalizado [en escala de $\log(\lambda)$] observado (en blanco) junto con el mejor modelo de síntesis evolutiva (en rojo) para el caso de NGC7549¹:



Lo mismo para uno de los spaxels de NGC6394:



¹ Nótese el bajo cociente $H\beta/H\alpha$ en estas galaxias. Esto dará lugar a unas elevadas correcciones por atenuación en la luminosidad $H\alpha$ y, por tanto, en la tasa de formación estelar (SFR).

3.2.1.2. Determinación de la extinción $A_{H\alpha}$ y $SFR_{H\alpha}$

Tras aplicar el procedimiento descrito en la sección anterior a todos los pixels se obtuvieron mapas de atenuación y de tasa de formación estelar para ambas galaxias. Para determinar la atenuación se asumió que el cociente intrínseco (sin enrojecimiento) entre las líneas $H\alpha$ y $H\beta$ es fijo y constante (se adoptó un valor de $H\alpha/H\beta=2.86$ que es el predicho por Osterbroock 1989 para la emisión de una región HII a $T_e=10,000$ K para el caso B de recombinación). Debido a esto, cualquier diferencia del cociente observado con el predicho (lo que se conoce como el decremento Balmer) sería debido a la mayor extinción del polvo a la longitud de onda de $H\beta$ respecto a $H\alpha$. Asumiendo la curva de extinción Galáctica (Cardelli et al. 1989) el resultado la atenuación en $H\alpha$ se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$A_{H\alpha} = k_{H\alpha} \times [-0.4 \times (k_{H\alpha} - k_{H\beta})]^{-1} \times \log_{10} \left(\frac{f_{H\alpha} / f_{H\beta}}{2.86} \right)$$

Una vez derivada la atenuación en $H\alpha$ se aplicó dicha corrección a los flujos de línea de emisión medidos en el mapa de residuos del modelo (una vez multiplicado por el espectro suavizado por el que se había dividido previamente para normalizar y eliminar el efecto del color). Para la distancia a las galaxias estudiadas, 67.7 Mpc y 121.3 Mpc, respectivamente para NGC7549 y NGC6394, se derivó entonces la luminosidad de la línea $H\alpha$ ². Finalmente, se obtuvo la SFR a partir de la luminosidad $H\alpha$ corregida de atenuación usando la expresión dada por Kennicutt et al. (1998) que relaciona dicha luminosidad con el número de estrellas masivas (OB) que ionizan el hidrógeno y este número, vía una IMF determinada, con el número y masa en estrellas total formada. Así, para una IMF de Salpeter (1955), se obtendría:

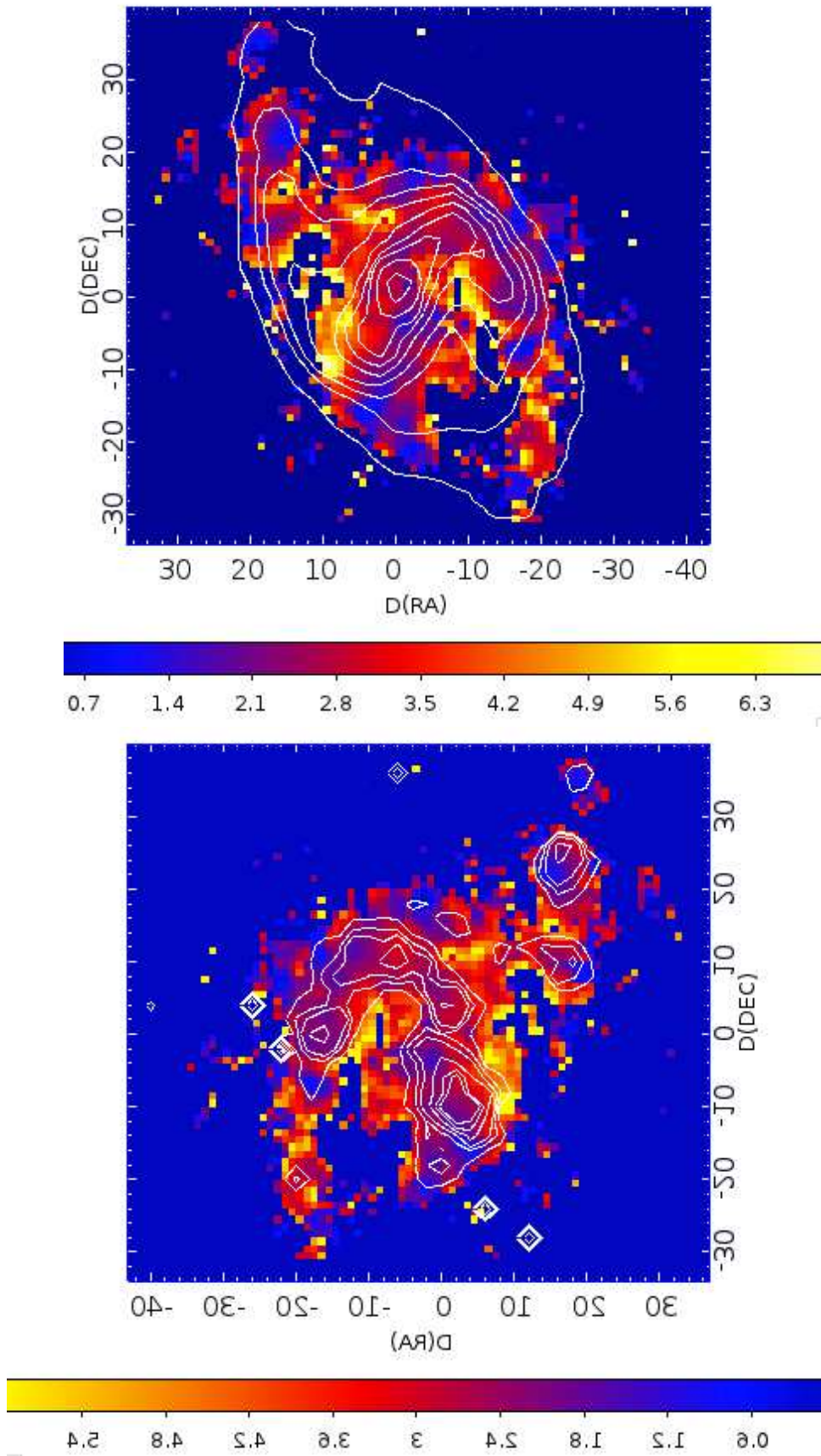
$$SFR_{H\alpha} = L_{H\alpha, \text{corr}} (\text{erg s}^{-1}) \times 7.9 \times 10^{-42} \quad (M_{\odot}/\text{año})$$

3.2.1.3. Mapas

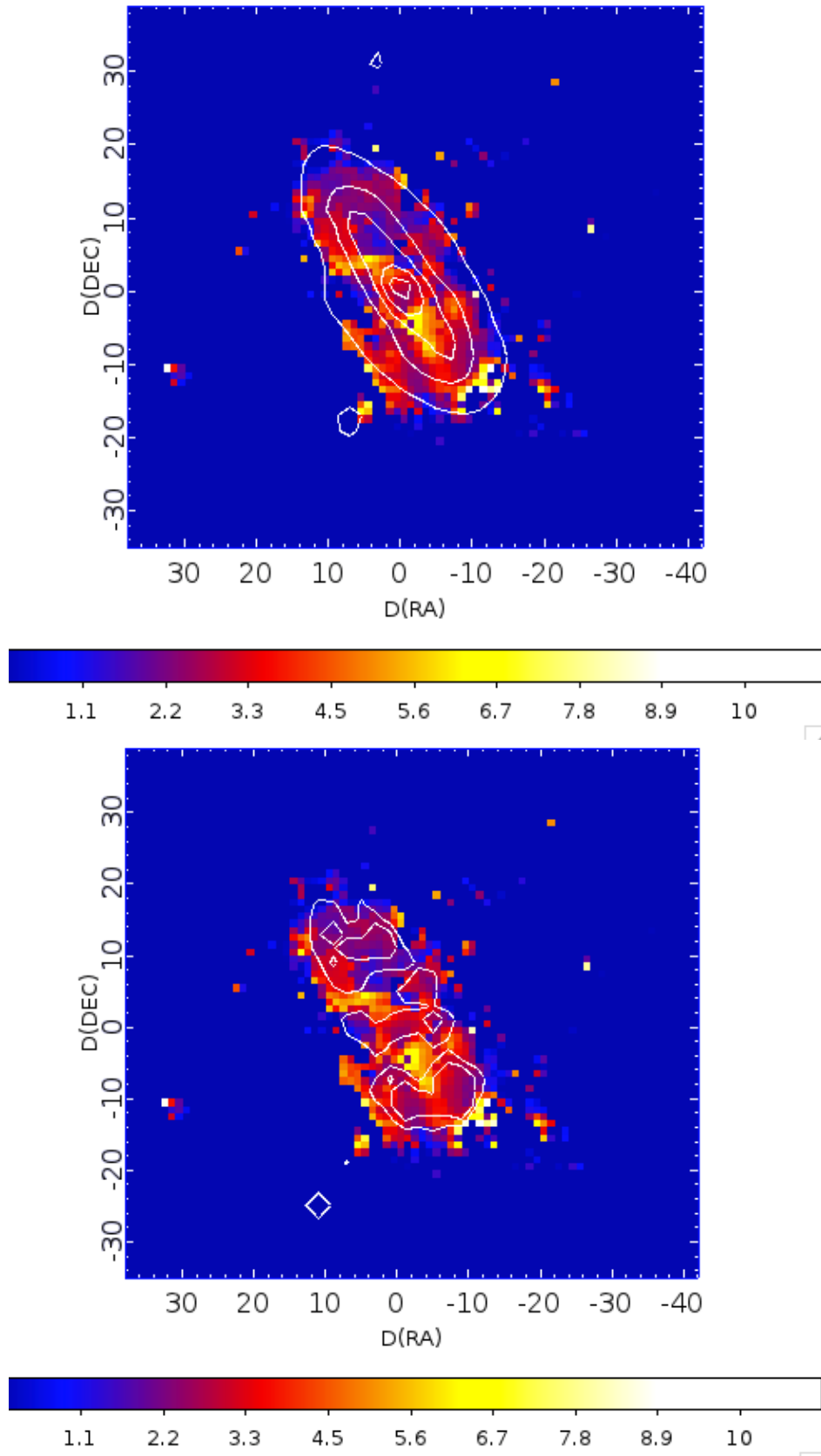
La aplicación de las ecuaciones descritas arriba nos permitió obtener los mapas de atenuación en $H\alpha$ y la SFR a partir de la luminosidad en esta misma línea.

² Nótese que el programa de ajuste al perfil de $H\alpha$ en el cubo de datos (tras la substracción del continuo) realiza un ajuste simultáneo a la línea $H\alpha$ y al doblete de $[NII]6548,6583\text{\AA}$, con lo que la luminosidad derivada está corregida ya de la emisión de dicho doblete.

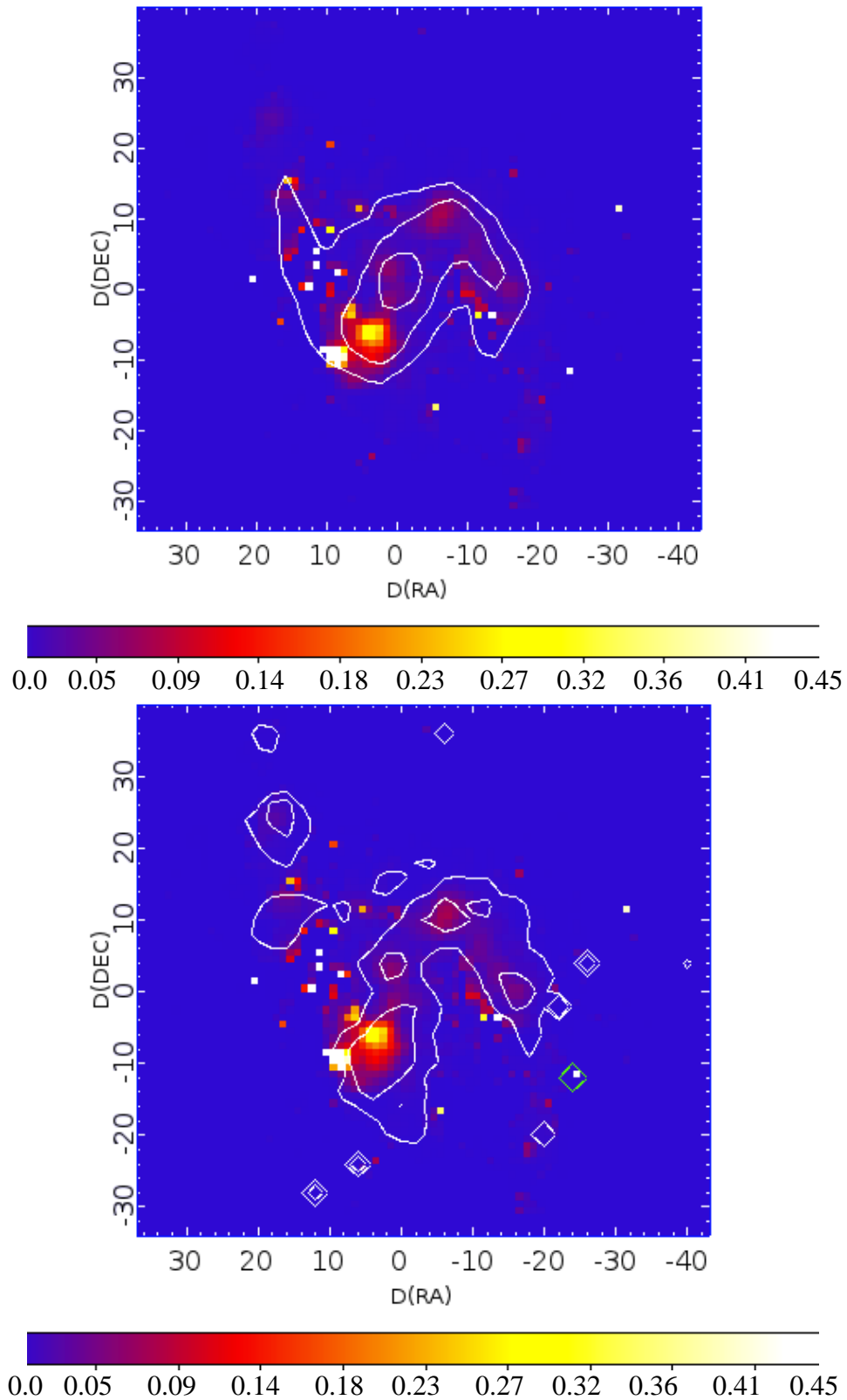
En esta imagen se muestra el mapa de $A(H\alpha)$ (en mag) de la galaxia NGC7549 junto con los contornos de la emisión del continuo (arriba) y de S/N en $H\beta$ ($S/N > 10$; abajo):



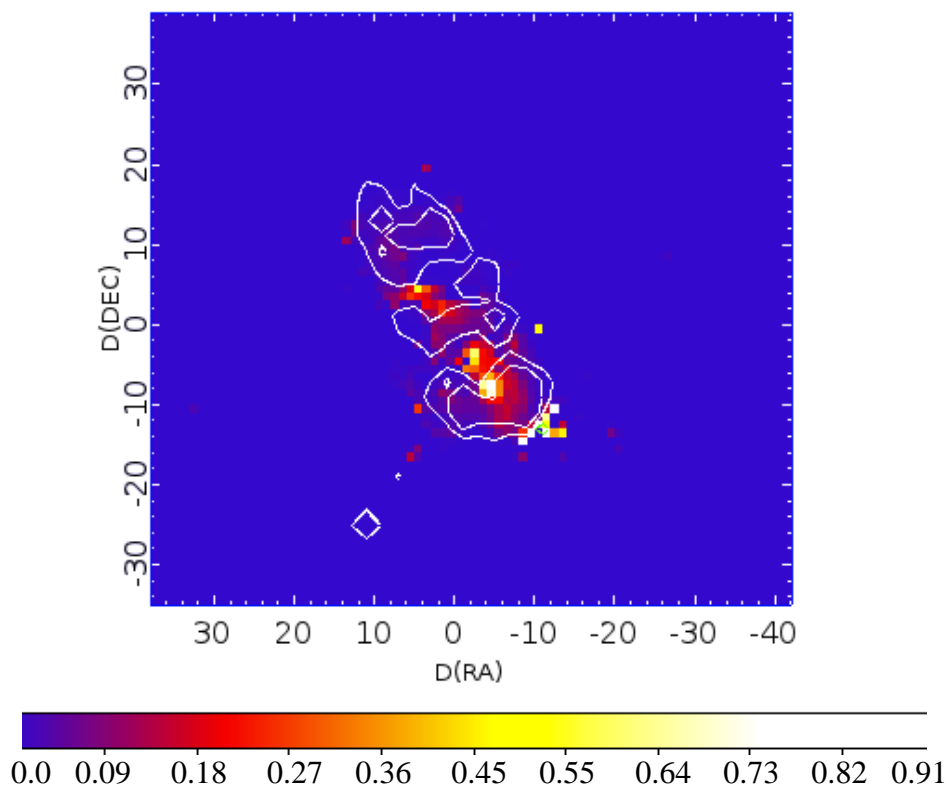
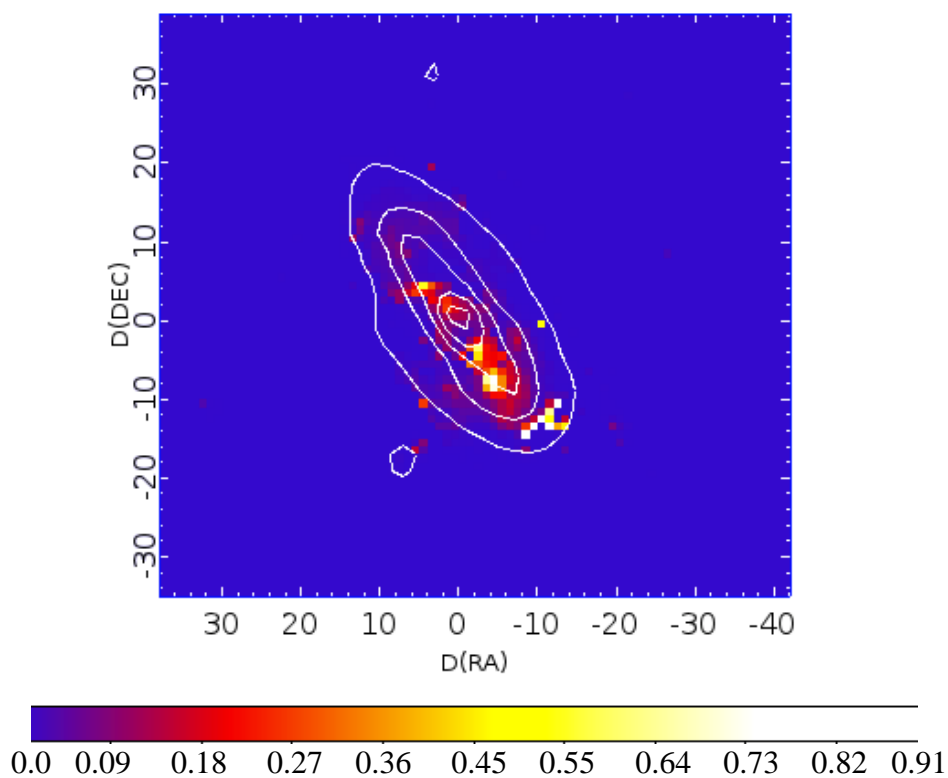
En esta imagen se muestra el mapa de $A(H\alpha)$ (en mag) de la galaxia NGC6394 junto con los contornos de la emisión del continuo (arriba) y de S/N en $H\beta$ ($S/N > 10$; abajo):



Y también los mapas de SFR obtenidos a partir de la luminosidad en H α corregida mediante los mapas de atenuación mostrados más arriba. A continuación se muestran los mapas de SFR(H α) corregida (en M_{\odot} /año/arcsec²) de la galaxia NGC7549 junto con los contornos de la emisión del continuo (arriba) y de S/N en H β (S/N>10; abajo):



Mapas de SFR(H α) corregida (en M_{\odot} /año/arcsec 2) en el caso de la galaxia NGC6394:



3.2.1.4. Fotometría superficial

A fin de estudiar la variación de la atenuación del gas ionizado y la SFR en función de la distancia galactocéntrica en estas galaxias se definieron una serie de anillos elípticos concéntricos en los que se medirían dichas magnitudes. Los parámetros de estos anillos elípticos, idénticos a los obtenidos en las imágenes UV en la Sección 3.2.2.2, son los dados en el catálogo RC3 (de Vaucouleurs et al. 1991) para la isofota de 25 mag/arcsec^2 en banda B de Johnson (D25; ver Sección 2). En la siguiente tabla se muestran dichos parámetros:

Galaxia	RA (J2000)	Dec (J2000)	2xa (D25)	2xb	PA (N->E)
	(grados)	(grados)	(arcmin)	(arcmin)	(grados)
NGC6394	262.5892639	59.6398964	1.3	0.4	41
NGC7549	348.8219604	19.0417881	2.8	0.7	8

Se extrajeron (y analizaron) espectros de un total de 12 (4) anillos para NGC7549 (NGC6394) en intervalos de 6 arcsec, es decir, anchuras algo mayores que la resolución espacial de los datos de imagen ultravioleta ($\sim 4\text{-}5 \text{ arcsec}$) y aún mayores que la de los datos de espectroscopía óptica ($2\text{-}3 \text{ arcsec}$).

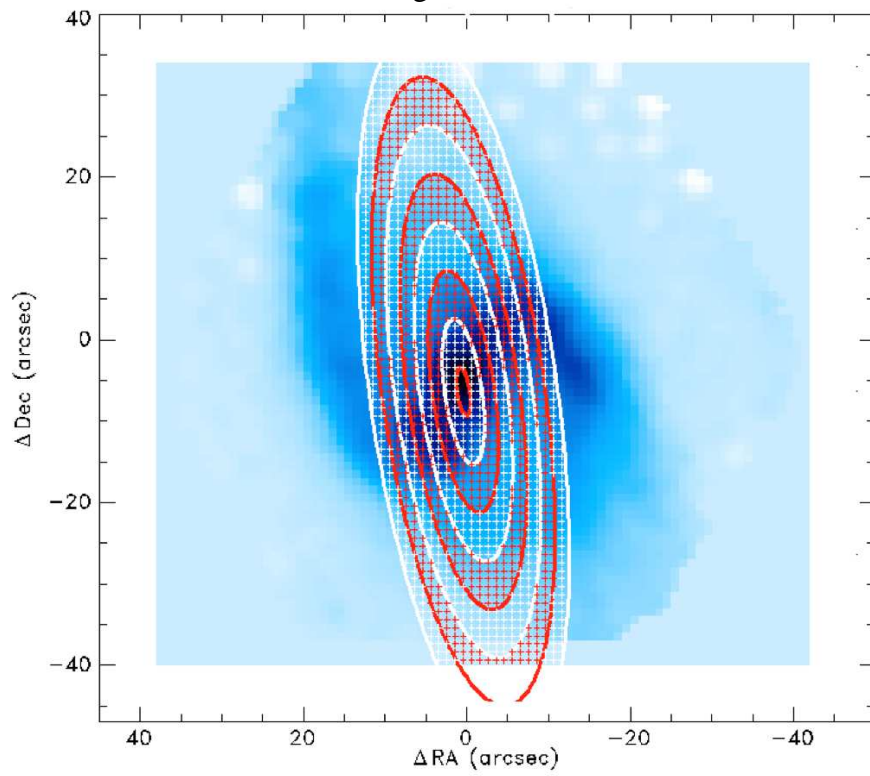
Aplicando las expresiones dadas en la Sección 3.2.1.2 se obtuvieron las siguientes medidas para la atenuación $A(H\alpha)$ y la $SFR(H\alpha)$ para estos anillos.

NGC7549	
$A(H\alpha)$	$SFR(H\alpha)$
2.57	3.64
3.38	5.65
2.83	8.01
2.70	6.67
3.19	4.83
2.64	4.46
2.95	3.16
2.96	2.66
2.95	2.53
2.56	2.95
3.02	2.36
2.49	1.22

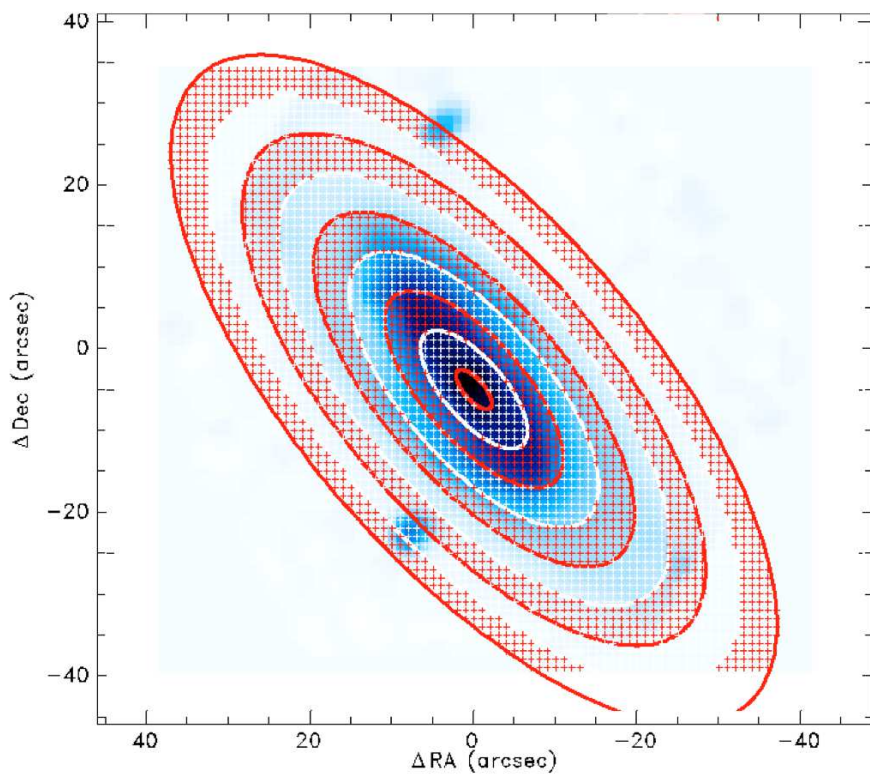
NGC6394	
$A(H\alpha)$	$SFR(H\alpha)$
1.59	2.29
2.81	13.67
2.48	7.29
1.75	0.99

En la figura siguiente se muestra la localización de los anillos y el número de spaxels asociados a cada anillo (correspondiente a píxeles de 1 arcsec en el cubo renormalizado de CALIFA) sobre imágenes de continuo obtenidas de los cubos de datos de CALIFA de cada una de las galaxias. Norte para arriba, Este para la izquierda.

Mapa mostrando los anillos en los que se realizaron la extracción de los espectros para el caso de la galaxia NGC7549:



Mapa mostrando los anillos en los que se realizaron la extracción de los espectros para el caso de la galaxia NGC6394:



Imágenes GALEX

Determinación de la extinción A_{FUV} y SFR_{FUV}

A continuación se detallan las expresiones empleadas para obtener la magnitud corregida, el flujo, luminosidad y finalmente la tasa de formación estelar (SFR) a partir de los datos del color FUV-NUV.

Así, el color FUV-NUV se obtendrá como la resta de:

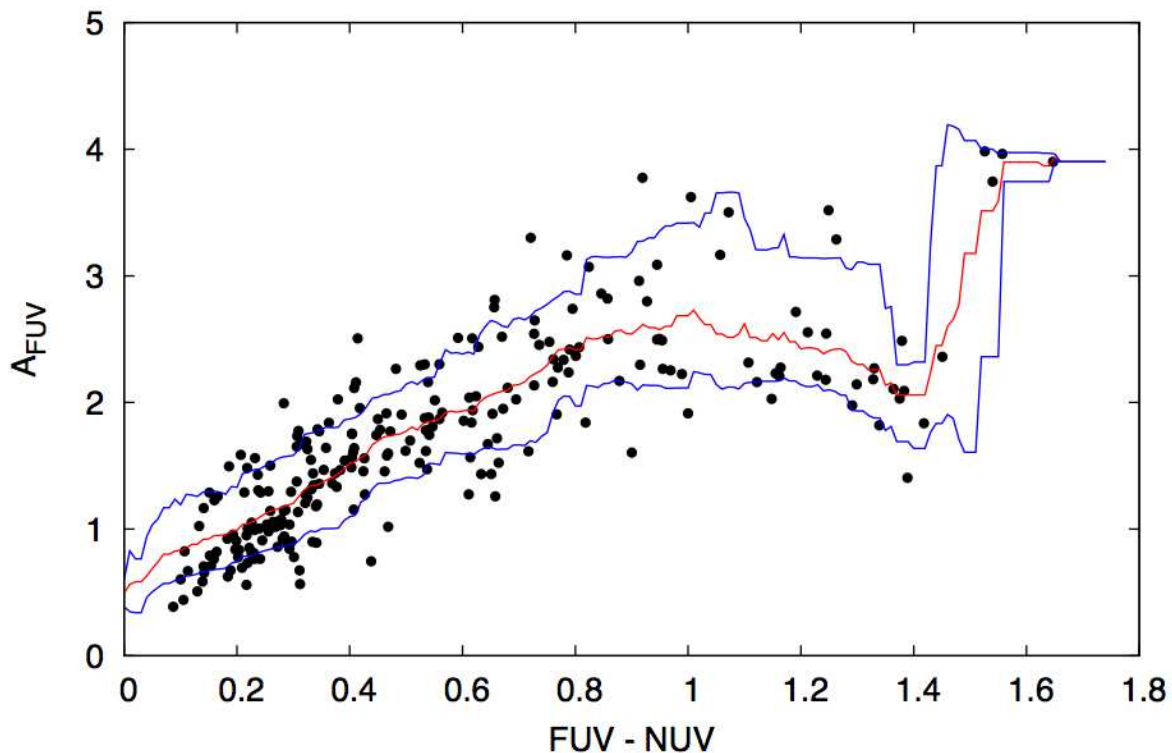
$$FUV = 18.82 - 2.5 \times \log_{10}(\text{cuentas_imagen_FUV} - \text{cielo})$$

$$NUV = 20.08 - 2.5 \times \log_{10}(\text{cuentas_imagen_NUV} - \text{cielo})$$

La extinción se halla directamente del color anterior, la relación entre el color FUV-NUV y la extinción es:

$$A_{FUV} = 0.556 + 2.292 \times (FUV - NUV)$$

Esta relación se obtiene de realizar un ajuste lineal a los datos de perfiles de atenuación (derivados a partir del exceso infrarrojo o del cociente TIR/FUV mediante las expresiones dadas por Buat et al. 2005 y Cortese et al. 2008) en el rango $(FUV-NUV) \leq 1$ derivados a partir de los datos infrarrojos y ultravioleta de las galaxias de la muestra SINGS (Muñoz-Mateos et al. 2009ab; ver figura siguiente).



Conocida la extinción ya podemos pasar a corregir el flujo de nuestras imágenes simplemente restando dicho valor. Es decir:

$$FUV_{corr} = 18.82 - 2.5 \times \log_{10}(cuentas_imagen_FUV - cielo) - A_{FUV}$$

A partir del flujo anterior se averigua la luminosidad FUV monocromática mediante la expresión:

$$\log_{10}(L_{\nu,FUV}) = -0.4 \times (FUV_{corr} + 48.6) + \log_{10}(4\pi d(cm)^2) \quad (erg^{-1}s^{-1}Hz^{-1})$$

La SFR la calculamos a partir de la expresión anterior mediante la relación de Kennicutt (1998):

$$\log_{10}(SFR_{FUV}) = \log_{10}(L_{\nu,FUV}) - 28.02 \quad (M_{\odot}/año)$$

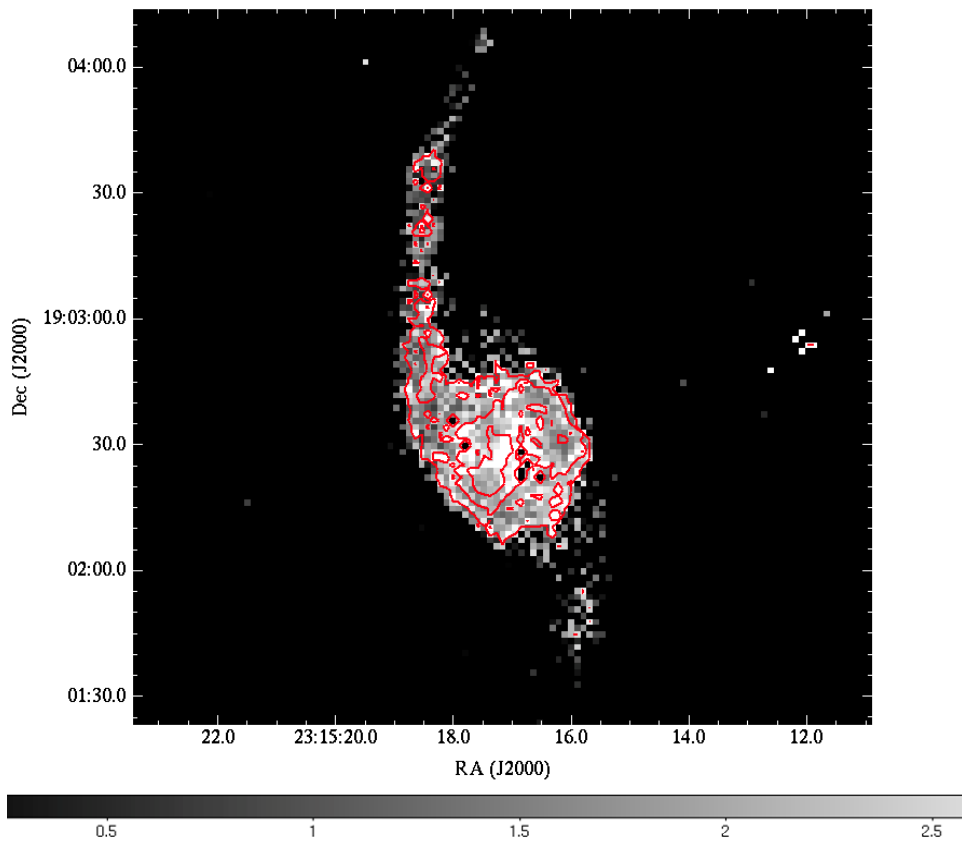
Mapas

Mediante las expresiones descritas más arriba y haciendo uso de los mapas de intensidad de GALEX se obtuvieron mapas de atenuación A_{FUV} y de SFR_{FUV} .

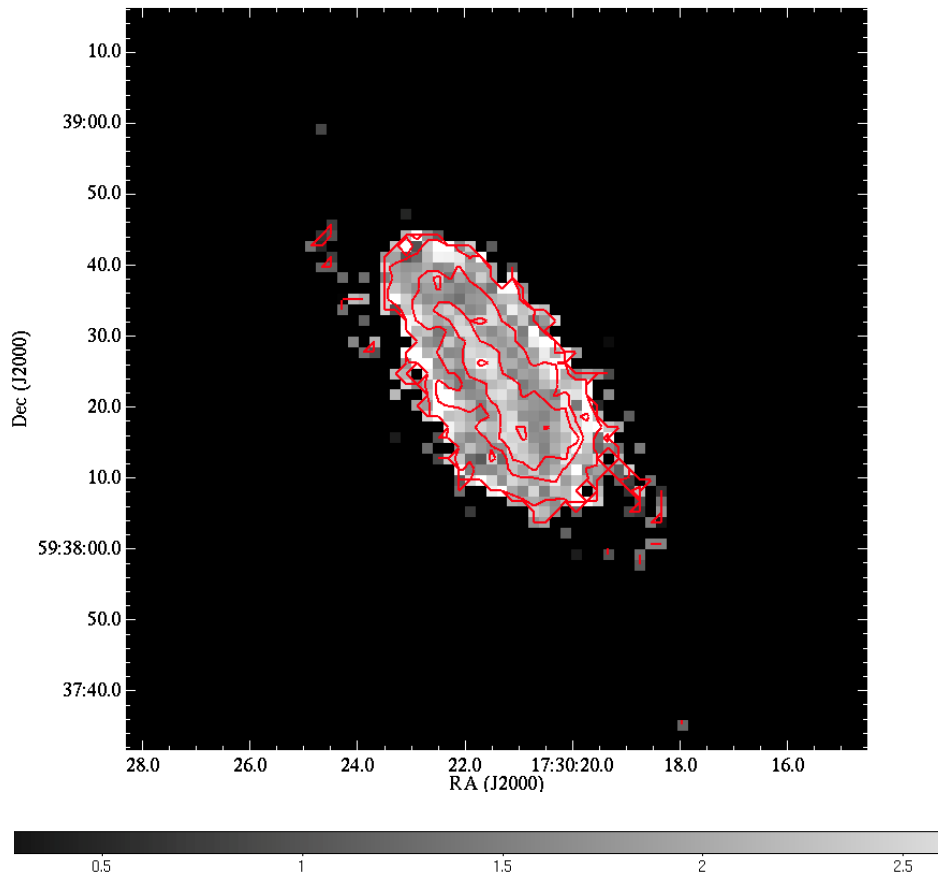
En la siguiente figura se muestra el mapa de A_{FUV} de la galaxia NGC7549 en escala de grises entre $0 < A_{FUV} < 3$ mag y con los contornos de SFR_{FUV} corregida por pixel (i.e. 1.5×1.5 arcsec²) dados por el mapa siguiente para los siguientes valores $\log_{10}(SFR_{FUV}) = -3.5, -3.0, -2.5$.

Se muestra así mismo el mapa de A_{FUV} de la galaxia NGC6394 ($0 < A_{FUV} < 3$ mag). En este caso los contornos de SFR_{FUV} corregida poseen los valores $\log_{10}(SFR_{FUV}) = -4.5, -4.0, -3.5, -3.0, -2.8, -2.6$, también en SFR_{FUV} corregida por pixel (1.5×1.5 arcsec²).

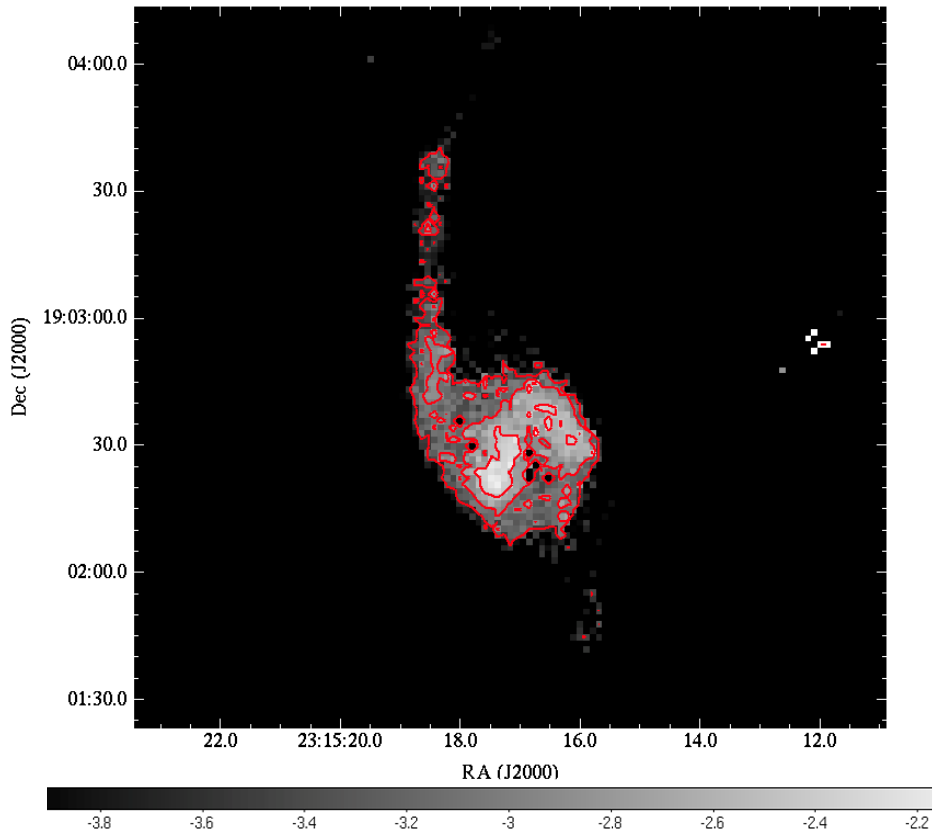
Mapa de A_{FUV} (mag) de la galaxia NGC7549:



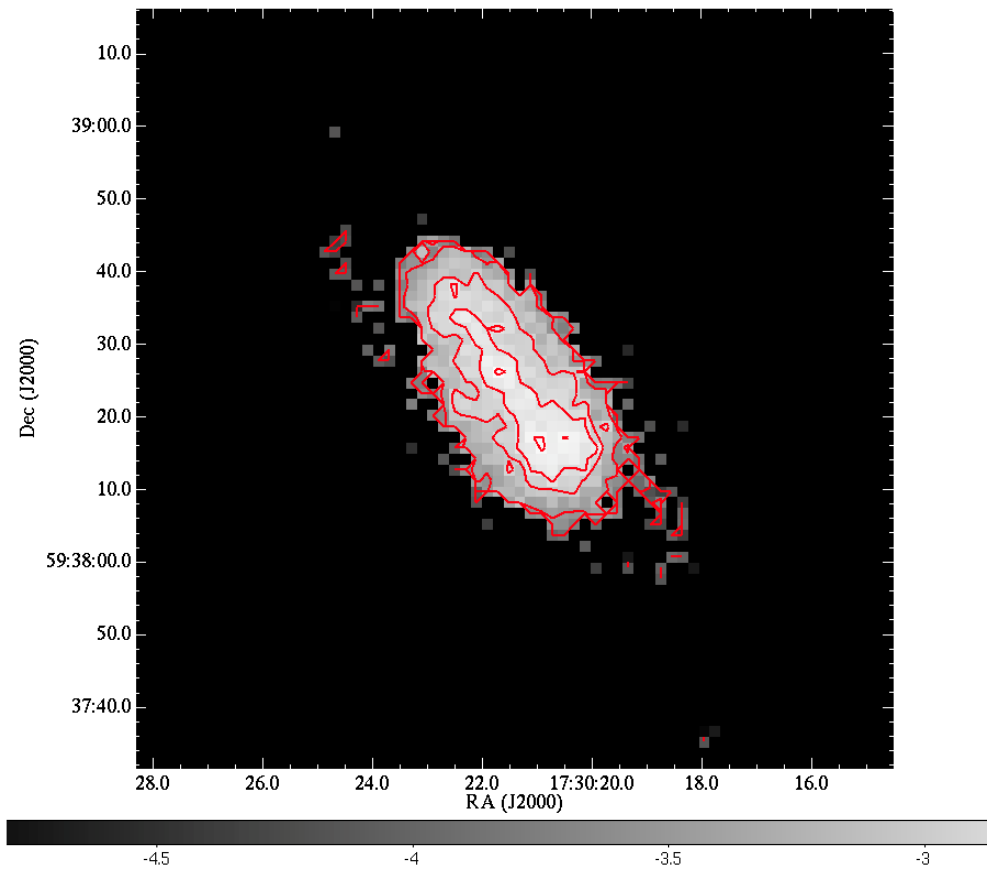
Mapa de A_{FUV} (mag) de la galaxia NGC6394:



Mapa de $\log_{10}(\text{SFR}_{\text{FUV}})$ (en $M_{\odot}/\text{año}/\text{pixel}^2$) corregida de la galaxia NGC7549:



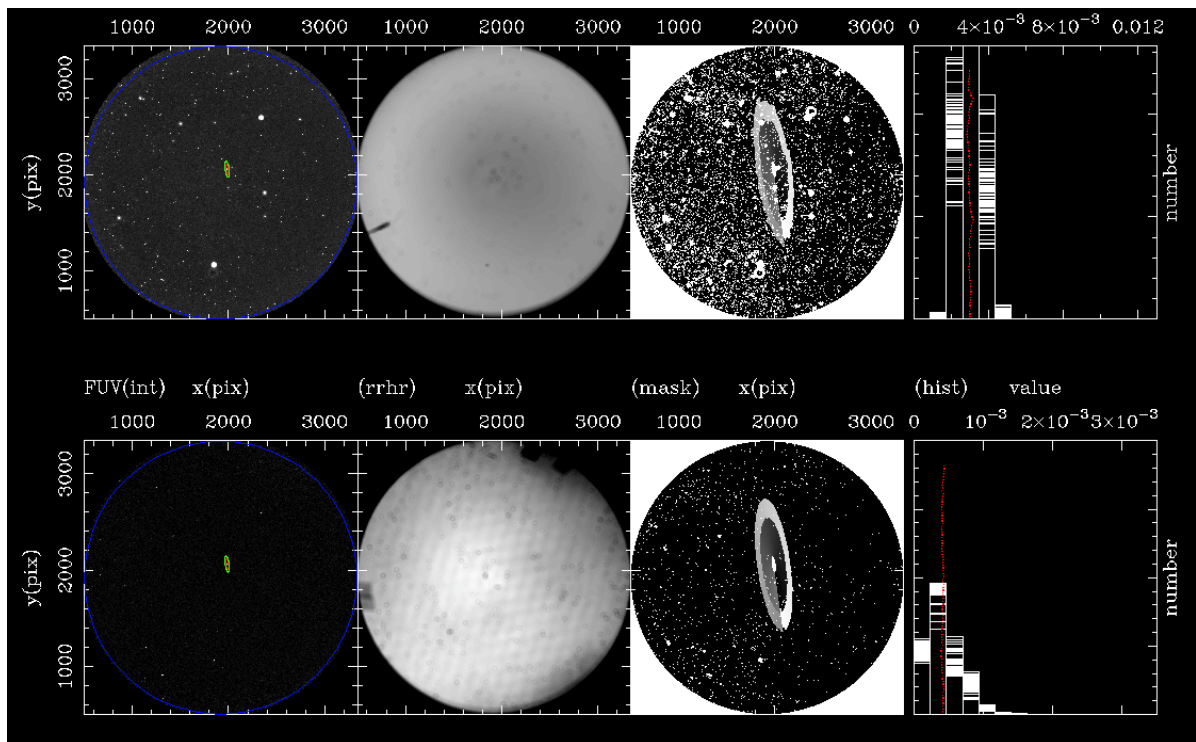
Mapa de $\log_{10}(\text{SFR}_{\text{FUV}})$ (en $M_{\odot}/\text{año}/\text{pixel}^2$) corregida de la galaxia NGC6394:



Fotometría superficial

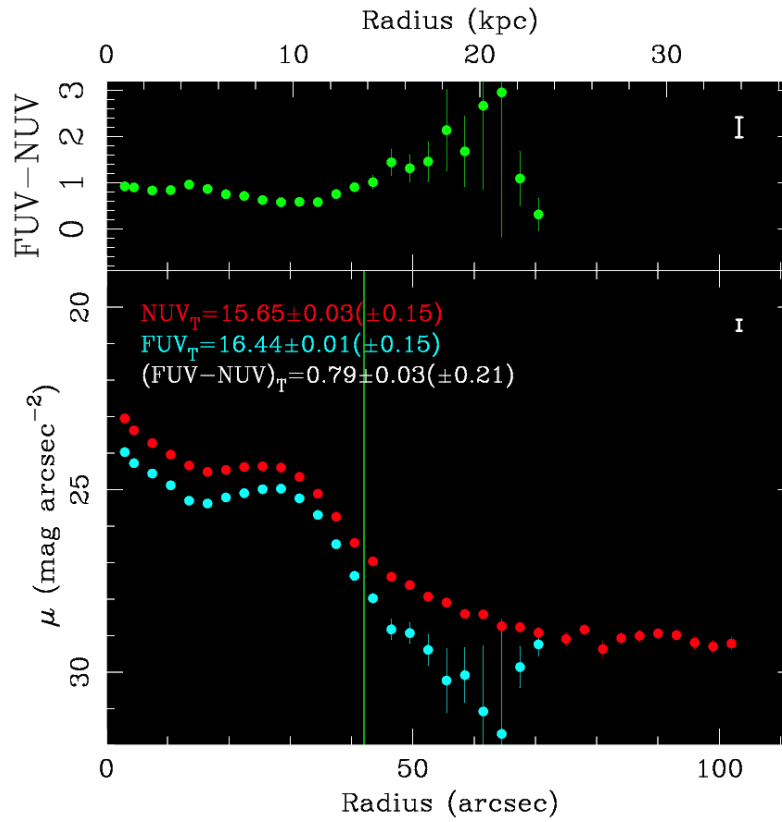
Un primer paso para llevar cabo la fotometría superficial en las imágenes de GALEX es determinar el nivel de intensidad del cielo. Para ello se utilizó un programa que permitía enmascarar la propia galaxia así como todas las fuentes presentes en catálogo de fuentes disponible a través de GalexView. Una vez enmascaradas dichas fuentes se determinó el valor promedio del cielo en una serie de regiones de igual número de pixels así como la desviación típica promedio y la desviación típica de los valores promedio del cielo en cada caja. Estos valores se utilizaron para determinar la contribución del error en la determinación del cielo al error fotométrico total (ver Gil de Paz et al. 2005, 2007).

En la figura siguiente se muestra la salida gráfica del programa de determinación del cielo para el caso de la galaxia NGC7549.

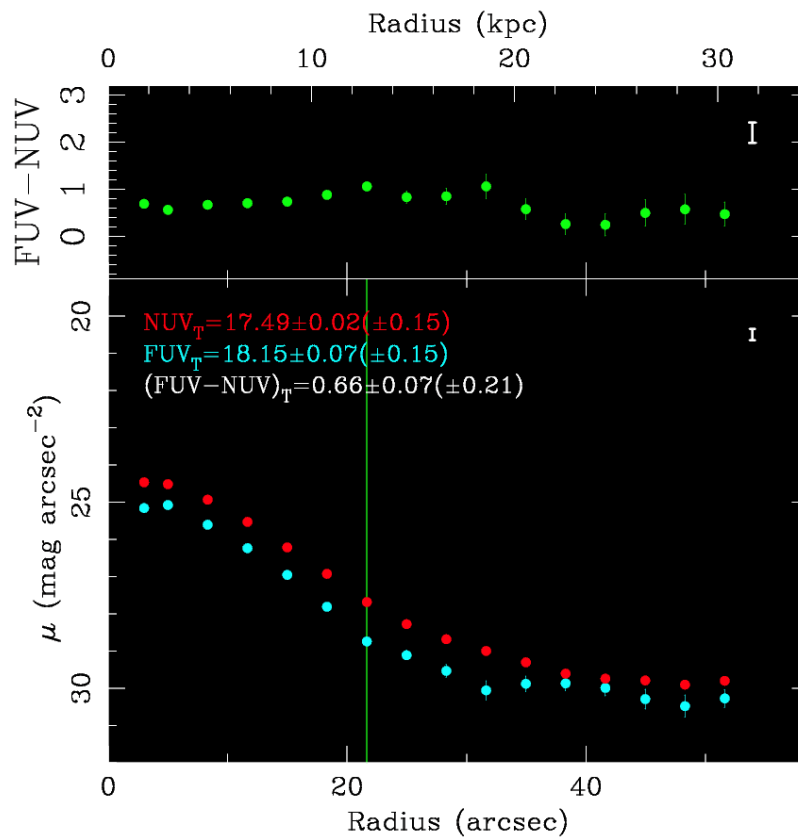


Una vez determinado el cielo se calcularon los perfiles de brillo superficial y color de ambas galaxias así como las magnitudes ultravioleta totales a partir de las curvas de crecimiento. Los parámetros de las elipses (así como el paso en semi-eje mayor entre isofotas elípticas consecutivas) son los dados en la Sección 3.2.1.4.

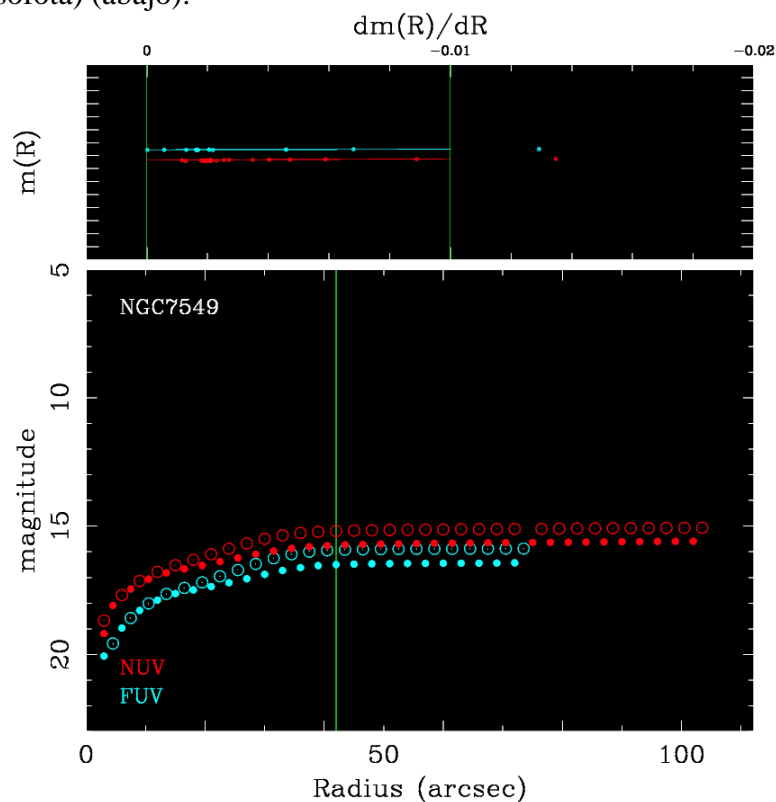
Perfil de brillo superficial en las bandas FUV y NUV y color de la galaxia NGC7549 (se ha marcado la posición correspondiente a la elipse del D25):



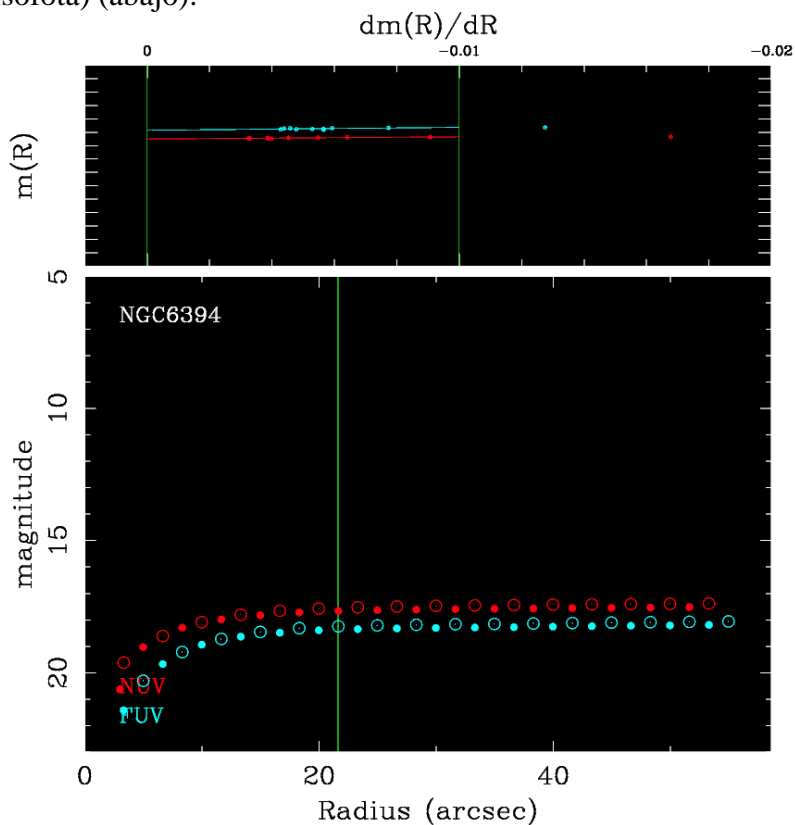
Perfil de brillo superficial en las bandas FUV y NUV y color de la galaxia NGC6394 (se ha marcado la posición correspondiente a la elipse del D25):



Ajuste a la curva de crecimiento (en dm/dr vs. magnitud) en el ultravioleta para la galaxia NGC7549 (arriba) así como la propia curva de crecimiento (en magnitud vs. radio de la isofota) (abajo):



Ajuste a la curva de crecimiento (en dm/dr vs. magnitud) en el ultravioleta para la galaxia NGC6394 (arriba) así como la propia curva de crecimiento (en magnitud vs. radio de la isofota) (abajo):



Los perfiles de brillo obtenidos nos permiten entonces derivar, según el procedimiento descrito en la Sección 3.2.2.1, los perfiles de atenuación del continuo estelar y de SFR (a partir de la luminosidad superficial en el UV en este caso).

4. RESULTADOS

ESPECTROSCOPIA CALIFA

Extinción a partir del decremento Balmer

Los mapas mostrados en la sección 3.2.1.2 muestran una extinción elevada en ambos objetos. En muchos casos las correcciones de atenuación más elevadas se dan en regiones donde la relación señal ruido en $H\beta$ es baja. Esto es debido a que en dichas regiones la emisión a la longitud de onda de $H\beta$ hace que la línea prácticamente no se detecte por encima del nivel del continuo. Esto da lugar a valores elevados pero inciertos de la atenuación.

En el caso de la galaxia NGC7549 se observa así mismo en estos mapas que las zonas de una misma extinción se alinean a lo largo de la dirección NW \Rightarrow SE correspondiente al ángulo de posición de la barra de la galaxia y simetría de punto (ver figura página 24). Esto parece indicar la presencia de “camino de polvo” (*dust lanes*) que, por otro lado, también se aprecian en la imagen óptica de la exploración SDSS, especialmente en el lateral NE de la barra.

Para la galaxia NGC6394, debido a su mayor distancia, la resolución física que proporcionan los datos de CALIFA es menor, lo que impide identificar estructuras como las que se infieren en el caso de NGC7549. Si se observa, sin embargo, una baja atenuación en la parte exterior del brazo espiral situado al Norte de la galaxia, en parte por el contraste con la mayor extinción en la cara interior del mismo (ver figura página 25).

SFR y comparación entre SFR y extinción

Cuando se determina la SFR a partir del mapa de luminosidad $H\alpha$ se aprecia que en el caso de NGC7549 la mayor parte de la SFR se localiza en los extremos de la barra, especialmente en la región situada al SE de la misma (ver figura página 26). Dicha región muestra además una luminosidad $H\alpha$ que domina la SFR total de la galaxia, en contraste con la menor luminosidad del resto del disco. Esto contrasta con lo que se observa en la imagen óptica de este objeto donde las regiones azules de los extremos SE y NW muestran un brillo comparable. Esto pone de manifiesto la extinción selectiva producida por el polvo entre regiones de características aparentemente muy similares.

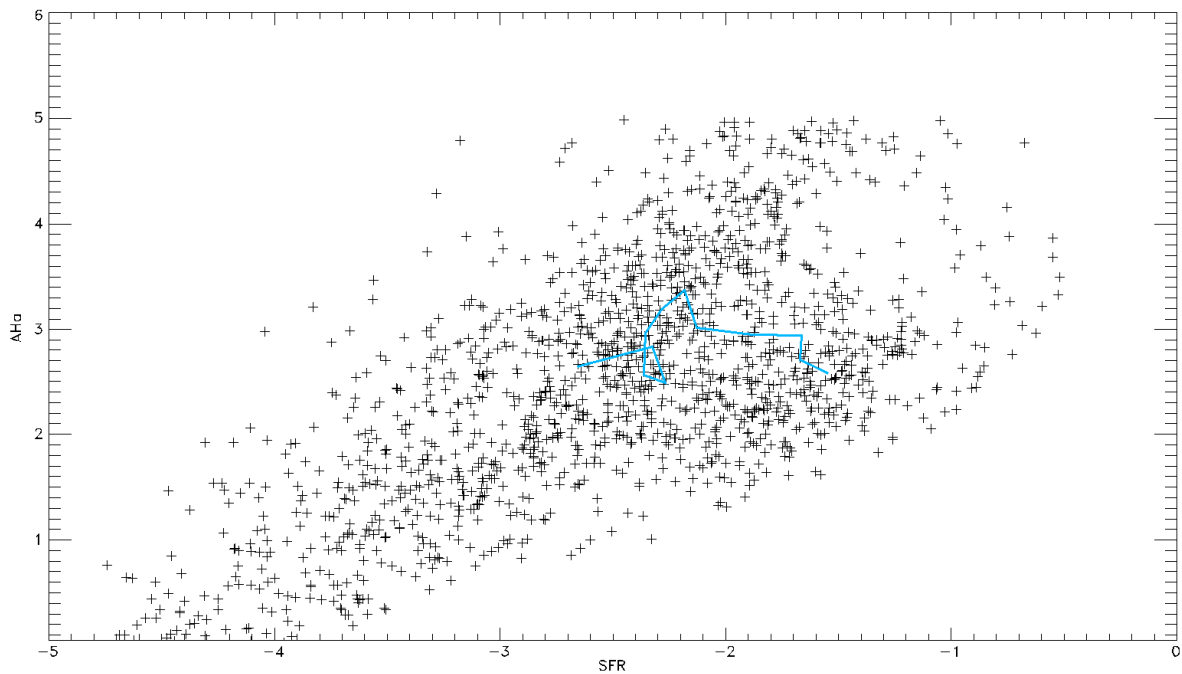
En el caso de NGC6394 la región de mayor luminosidad de la línea $H\alpha$ (y por tanto mayor SFR) se concentra en la región situada en el extremo SW de la barra. De nuevo, la contrapartida en el extremo NE de la misma está prácticamente vacía de formación estelar mientras que si se aprecian algunas regiones adicionales de formación estelar cerca de las regiones centrales de esta galaxia (ver figura página 27).

En las siguientes figuras se comparan los valores de atenuación y SFR en diferentes spaxels de los datos de espectroscopía bidimensional de ambos objetos. Para el caso de NGC7549 se aprecia que a mayor valor de la SFR, mayor atenuación del gas ionizado, o lo

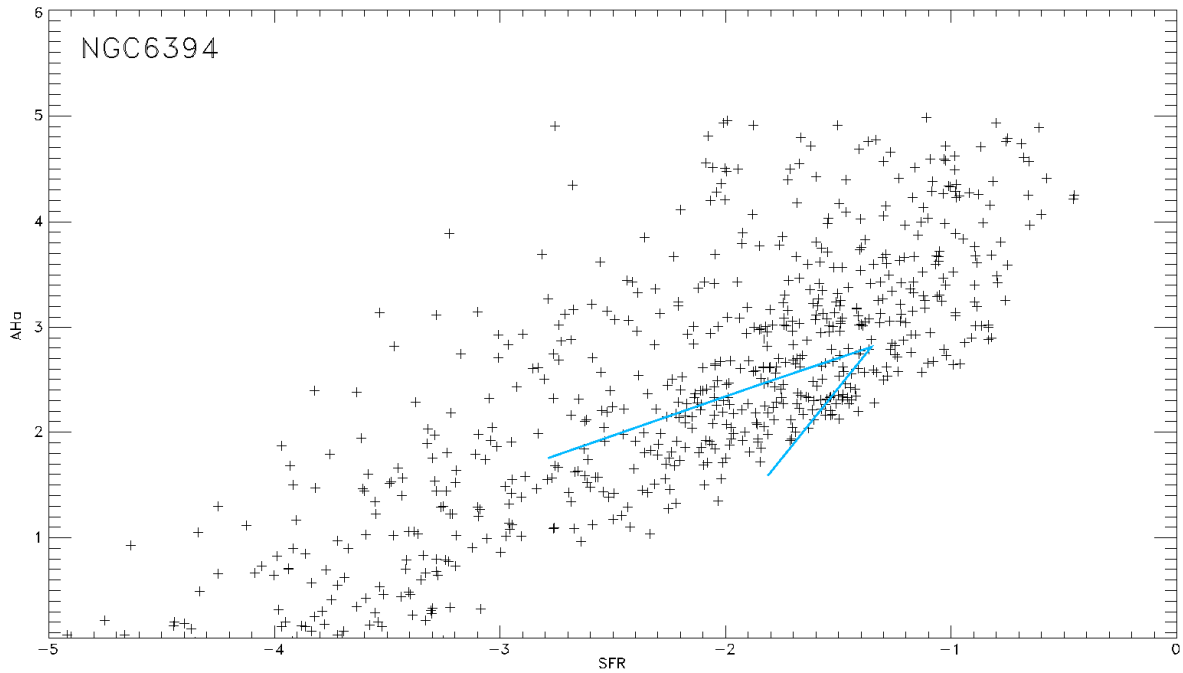
que es lo mismo las zonas de formación estelar más intensa son también regiones de mayor densidad de gas y de polvo, lo que también suele resultar en mayores atenuaciones. También se muestran en azul los valores para los anillos elípticos concéntricos. El desplazamiento entre los valores de $\text{SFR}/\text{arcsec}^2$ de los anillos y de los spaxels es debido a que esta galaxia no se ajusta bien por elipses, lo que da lugar a que en cada anillo elíptico haya un gran número de píxeles con señal muy por debajo del umbral aplicado en relación señal ruido en la línea $\text{H}\beta$ a los píxeles individuales.

En el caso de NGC6394, al presentar la distribución de luz una morfología que sigue de forma bastante precisa la forma de las isofotas elípticas utilizadas para obtener los espectros de los anillos, los valores medidos para SFR y atenuación siguen la distribución de píxeles individuales en estas mismas figuras.

Comparación entre los valores de $\log_{10}(\text{SFR})$ (en $M_{\odot}/\text{año}$) y atenuación en el caso de NGC7594 (los valores obtenidos para los anillos elípticos se muestran en azul):



Comparación entre los valores de $\log_{10}(\text{SFR})$ (en $M_{\odot}/\text{año}$) y atenuación $A(\text{H}\alpha)$ (en mag) en el caso de NGC6394 (los valores obtenidos para los anillos elípticos se muestran en azul):



IMÁGENES GALEX

Extinción a partir de FUV-NUV

La inspección de los mapas de atenuación obtenidos a partir del color FUV-NUV permiten estudiar la distribución espacial de la atenuación en un mayor número de zonas de la galaxia al ser el factor de llenado de la emisión UV mayor que el correspondiente a la emisión en $\text{H}\alpha$. Esto nos permite concluir, por ejemplo, que en el caso de NGC7549 la extinción del continuo en la regiones centrales es relativamente elevada mientras que es muy baja en el caso del brazo de marea que se extiende hacia el Norte del campo (ver figura página 32). Es de hacer notar, sin embargo, que en el caso de las regiones centrales la contribución de estrellas relativamente evolucionadas en el bulbo a la emisión UV puede dar lugar a colores relativamente rojos del FUV-NUV sin que esto implique una atenuación elevada. Esta degeneración presente en el caso de colores $\text{FUV-NUV} > 1$ se aprecia muy al analizar los resultados de la muestra SINGS (Muñoz-Mateos et al. 2009ab; ver figura página 30).

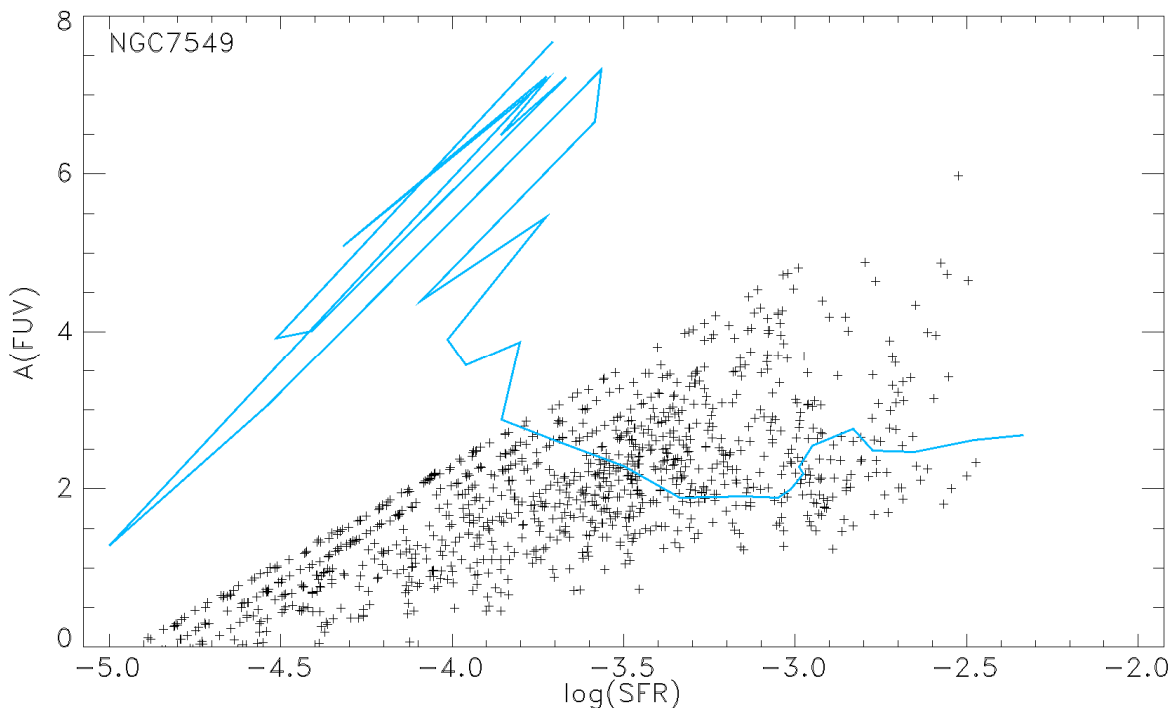
En el caso de NGC6394 se observan tres zonas de atenuación bien diferenciadas, una zona central de atenuación relativamente elevada ($A_{\text{FUV}} > 2$ mag; aunque sujeta a las mismas incertidumbres que en el caso de las regiones centrales), una zona intermedia de atenuación baja ($A_{\text{FUV}} < 1.5$ mag) y un anillo exterior, al cual se reconectan los brazos espirales de la galaxia, de elevada atenuación ($A_{\text{FUV}} \sim 3$ mag) (ver figura página 32).

SFR y comparación entre SFR y extinción

Los mapas de SFR(FUV) obtenidos a partir de las imágenes GALEX coinciden cualitativamente con los derivados a partir de las líneas de emisión y muestra, en el caso de NGC7549, que la mayor parte de la formación estelar se concentra en los extremos de la barra, aunque también se extienden a lo largo de los brazos espirales, teniendo una mayor intensidad en el caso del brazo NW pero una mayor extensión espacial en el caso del brazo que arranca desde el extremo SE de la barra hacia el Norte de la galaxia (ver figura página 33).

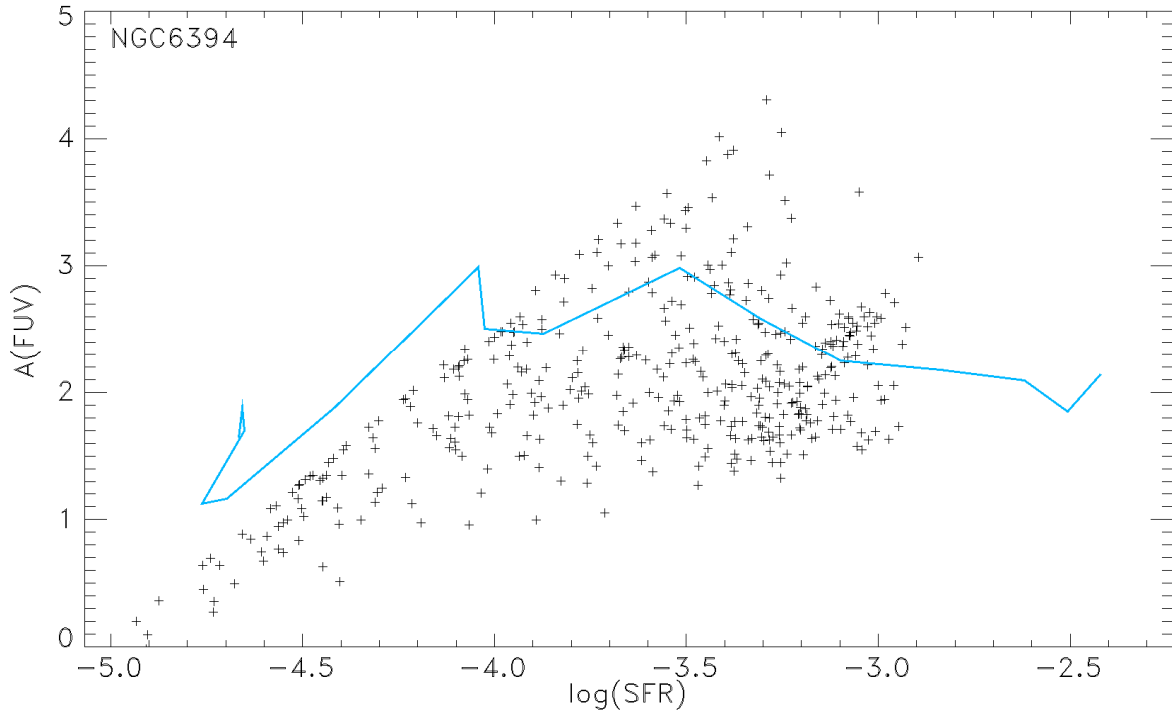
En el caso de la galaxia NGC6394 se observa que, tal y como sucedía en el caso de la distribución de SFR(H α), la formación estelar más intensa se concentra en al región SW, asociado a uno de los extremos de la barra de la galaxia (ver figura página 33). También se aprecia que la formación estelar está significativamente más extendida que en el caso del mapa de SFR(H α). Esto es debido a que la emisión UV tiene una escala espacial mayor, que es sensible a la presencia de estrellas de tipos espectrales hasta B tardíos, mientras que la emisión H α sólo es sensible a la presencia de estrellas de más de 10-20 M_{\odot} (O y B tempranos, capaces de ionizar el hidrógeno del medio interestelar), que evolucionan más rápidamente, antes de que las regiones de evolución estelar tengan tiempo de disolverse en el disco.

Comparación entre $\log_{10}(\text{SFR}_{\text{FUV}}/\text{arcsec}^2)$ (en $M_{\odot}/\text{año}$) y la atenuación del continuo estelar para el caso de NGC7549:



En la figura anterior los puntos representan los valores medidos en pixeles individuales mientras que las líneas azules son los valores medidos en anillos. El hecho de que los anillos elípticos utilizados no representen adecuadamente la distribución de la luz UV en esta galaxia da lugar a las fuertes variaciones observadas en la SFR promedio por arcsec^2 para los mismos.

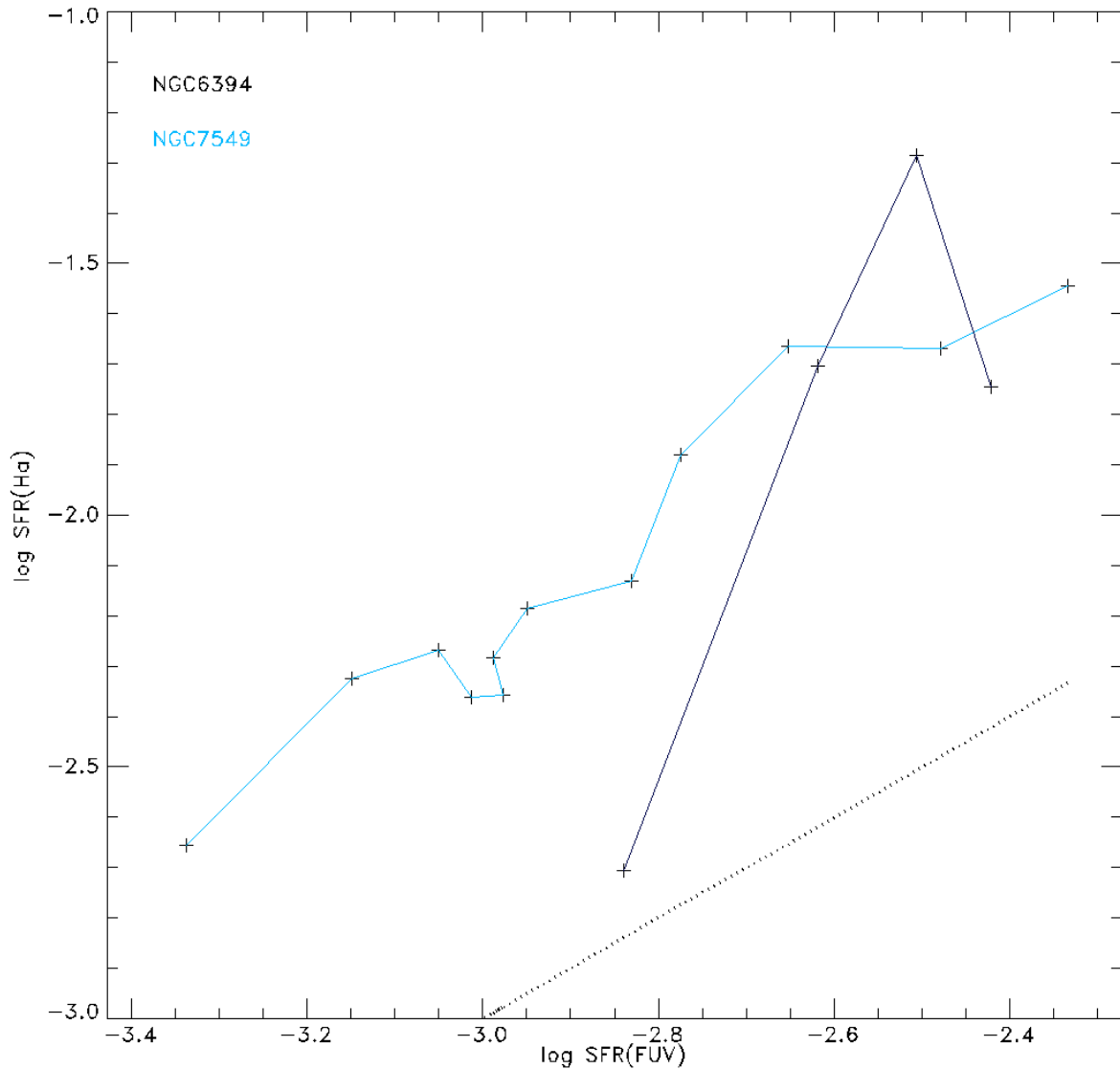
Comparación entre $\log_{10}(\text{SFR}_{\text{FUV}} / \text{arcsec}^2)$ (en $M_{\odot}/\text{año}$) y la atenuación del continuo estelar para el caso de NGC6394:



COMPARACIÓN ENTRE LOS VALORES DE SFR

Aunque cualitativamente existe un buen acuerdo entre la distribución de la SFR obtenida para el gas ionizado a partir de la espectroscopía óptica del proyecto CALIFA y la del continuo estelar en el UV, existen claras diferencias puntuales. Así, en el caso de la galaxia NGC7549, el contraste entre la región del extremo de la barra SE y el resto de las regiones de formación estelar en los datos UV es menor que en el caso de la SFR($H\alpha$). Esto puede ser debido a que la formación estelar en esta región es relativamente reciente, lo que aumenta el cociente O/B de tipos espectrales comparado con el medido en las demás regiones, algo más evolucionadas.

En la siguiente figura mostramos la comparación de la SFR derivada por ambos métodos. La línea discontinua muestra la relación 1:1.



En esta figura se aprecia (1) que existe una muy buena correlación entre la SFR (corregida de atenuación) derivada a partir de la línea $H\alpha$ y del continuo ultravioleta y (2) que la SFR derivada a partir de $H\alpha$ es significativamente mayor que el derivado a partir de la luminosidad UV. Para entender el origen de esta discrepancia es necesario recordar que en muchos de los anillos y spaxels individuales cuyos espectros ópticos se han analizado se detecta una emisión $H\beta$ muy débil (ver figura página 14). Esto da lugar a unas correcciones de atenuación muy elevadas [$A(H\alpha) \sim 3-5$ mag] y por tanto a valores de $SFR(H\alpha)$ corregidos también muy altos. El hecho de que estos valores corregidos sean mayores que los valores corregidos de $SFR(FUV)$ podría indicar el hecho de que existe una fracción importante de la SFR que está completamente oscurecida en el UV y no tanto en la región espectral de $H\alpha$ (ver, por ejemplo, el estudio de Prescott et al. 2007 sobre la frecuencia de este tipo de regiones altamente oscurecidas en galaxias de la muestra SINGS). No se puede descartar de que exista también formación estelar completamente atenuada en $H\alpha$ que sólo se podría recuperar mediante observaciones en el rango infrarrojo, por ejemplo mediante observaciones en $24 \mu\text{m}$ del satélite Spitzer. Este tipo de estudios sería una extensión natural de nuestro trabajo.

Es importante hacer notar en este sentido que las dos galaxias seleccionadas para nuestro estudio son fuentes IRAS, ambas con actividad nuclear y, en el caso de NGC7549, en fuerte interacción con galaxias vecinas, lo que explica la intensa actividad de formación estelar y elevada atenuación.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta el análisis de los datos de imagen ultravioleta y de espectroscopía bi-dimensional de dos galaxias espirales cercanas extraídas de la muestra del proyecto CALIFA: NGC7549 y NGC6394.

A partir de estos datos se obtuvieron medidas de la atenuación del gas ionizado $[A(H\alpha)]$ y del continuo estelar $[A(FUV)]$ así como de la tasa de formación estelar a partir de ambos trazadores. Cualitativamente ambos trazadores delimitan las mismas zonas de formación estelar aunque existen diferencias puntuales asociadas a regiones individuales en las mismas, especialmente en el caso de NGC7549 donde su menor distancia permite un análisis más detallado. Además, los valores absolutos de la SFR obtenidos, aunque bien correlacionados, muestran un desplazamiento sistemático hacia valores mayores de la SFR cuando esta se deriva de la luminosidad $H\alpha$ corregida de atenuación. Interpretamos esto como debido a la presencia de regiones de formación estelar completamente oscurecidas en el ultravioleta. La comparación con datos infrarrojos serían claves para confirmar (o descartar) este escenario. El hecho de que ambos objetos sean objetos en fuerte interacción con galaxias compañeras cercanas o galaxias activas, comúnmente incluidas en muestras de galaxias cercanas seleccionadas en el infrarrojo lejano, parece apuntar en esta dirección.

Agradecimientos:

A Armando Gil de Paz por su paciencia, dedicación y tiempo a lo largo de todo este trabajo. Por sus numerosas y valiosas explicaciones sobretodo en lo referente a la parte del UV, así como por transmitirme parte de su dilatada experiencia en este campo.

A África Castillo Morales por su cariño, amabilidad y gran disponibilidad. Por su gran ayuda con los programas usados en este trabajo y por haberme facilitado en gran medida la resolución de problemas surgidos, así como por sus explicaciones en todo lo relativo a la parte del óptico.

A Raffaella A. Marino por su ayuda para el manejo del programa e3d de gran utilidad en el análisis de los datos ópticos.

A Juan Carlos Muñoz-Mateos por su tiempo en cuanto al análisis de los datos del UV y su disponibilidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Bruzual and Charlot 2003, MNRAS, 344, 1000-1028.
- Buat et al. 2005, ApJL, 619, 51-54.
- Cardelli et al. 1989, Apj, 345, 245-256.
- Cortese et al. 2008, MNRAS, 386, 1157-1168.
- De Vaucouleurs et al. 2001, Third reference catalog of bright galaxies.
- Gil de Paz et al. 2005, ApJS, 156, 345-360.
- Gil de Paz et al. 2007, ApJS, 173, 185-255.
- Kennicutt 1998, ARA&A, 36, 189-232.
- Muñoz-Mateos et al. 2009a, ApJ, 701, 1965-1991.
- Muñoz-Mateos et al. 2009b, ApJ, 703, 1569-1596.
- Osterbroock 1989, Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei.
- Prescott et al. 2007, ApJ, 668, 182.
- Salpeter 1955, ApJ, 121, 161
- Schmitt et al. 2001, ApJ, 555, 663-672.
- Schmitt et al. 2003, ApJ, 597, 768-779.

Enlaces relevantes:

Herramienta GalexView: <http://galex.stsci.edu/GalexView/>

Proyecto CALIFA: <http://www.caha.es/CALIFA/index.php>

