

Emisión en Rayos X de galaxias cercanas

Benito Marcote

Universidad de Cantabria
Instituto de Física de Cantabria (CSIC-UC)

Director: Xavier Barcons

7 de julio, 2011

Sobre qué vamos a hablar...

1 *Introducción*

- Galaxias
- Núcleos Galácticos Activos

2 *Observaciones y método de trabajo*

- Cartografiados utilizados

3 *Resultados*

- Galaxias de absorción
- Galaxias SF por el BPT
- Galaxias con AGNs por el BPT
- Candidatas a NLS1 y Post-Starburst
- Resumen

4 *Conclusiones*

Introducción

Galaxias



Galaxia: cuerpo en el que se agrupan estrellas, gas y polvo.

- Diámetros de $\sim 10^3 - 10^5$ pc
- $10^7 - 10^{14}$ estrellas
- Existen $\sim 10^{11}$ galaxias en el Universo observable.
- Clasificación por su morfología, espectro. . .
- La astronomía actual observa en todo el espectro
 - En el **óptico** (4000 – 7500 Å) (emisión térmica)
 - En **rayos X** (1 – 50 Å) (fenómenos muy energéticos)

Introducción

Núcleos Galácticos Activos (AGNs)

- **En un porcentaje de las galaxias. . .**

- Núcleo puntual muy brillante
- Fuertes líneas de emisión ópticas
- Algunas líneas anormalmente anchas:
(FWHM $\gtrsim 1.000 \text{ km s}^{-1}$)
- Fuerte emisión en todo el espectro

↪ Seyfert 1; Seyfert 2; Cuásar; LINER; etc

- Familia muy numerosa de objetos “raros”
- Características comunes: cuerpo compacto ($\lesssim 1 \text{ pc}$) y que emite una increíble energía

↪ **Agujero Negro Supermasivo (SMBH)**

Introducción

Núcleos Galácticos Activos (AGNs)

- **En un porcentaje de las galaxias. . .**

- Núcleo puntual muy brillante
- Fuertes líneas de emisión ópticas
- Algunas líneas anormalmente anchas:
(FWHM $\gtrsim 1.000 \text{ km s}^{-1}$)
- Fuerte emisión en todo el espectro

↪ Seyfert 1; Seyfert 2; Cuásar; LINER; etc

- **Familia muy numerosa de objetos “raros”**

- Características comunes: cuerpo compacto ($\lesssim 1 \text{ pc}$) y que emite una increíble energía

↪ **Agujero Negro Supermasivo (SMBH)**

Introducción

Núcleos Galácticos Activos (AGNs)

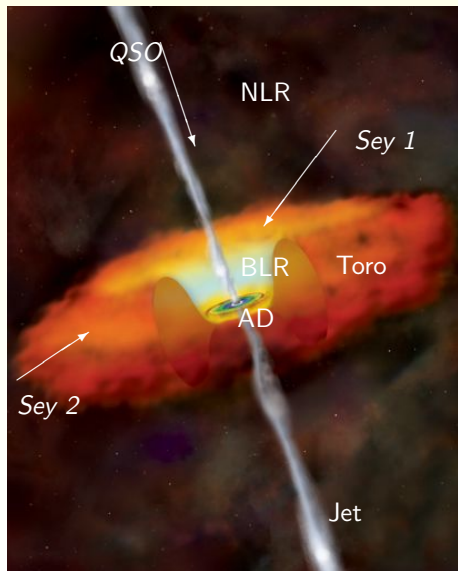
- **En un porcentaje de las galaxias. . .**
 - Núcleo puntual muy brillante
 - Fuertes líneas de emisión ópticas
 - Algunas líneas anormalmente anchas:
(FWHM $\gtrsim 1.000 \text{ km s}^{-1}$)
 - Fuerte emisión en todo el espectro
- ↪ Seyfert 1; Seyfert 2; Cuásar; LINER; etc
- Familia muy numerosa de objetos “raros”
- Características comunes: cuerpo compacto ($\lesssim 1 \text{ pc}$) y que emite una increíble energía
 - ↪ **Agujero Negro Supermasivo (SMBH)**

Introducción

Núcleos Galácticos Activos (AGNs)

Modelo estándar de AGNs:

- Disco de acreción (AD)
- Región de Líneas Anchas (BLR)
- Región de Líneas Estrechas (NLR)
- Toro
- Jets



Introducción

Núcleos Galácticos Activos (AGNs)

En rayos X:

- Continuo: ley de potencias $L(E) \propto E^{-\Gamma}$
- Líneas de emisión: $K\alpha$ del Fe (6.4 keV)
- Oscurecimiento por el toro

Caracterización de AGNs:

- Por su luminosidad: $L_X \gtrsim 10^{42} \text{ erg s}^{-1} \Rightarrow \text{AGN}$
- Cociente entre el flujo en rayos X frente al flujo óptico: X/O
- Hardness Ratio: $\frac{H-S}{H+S}$
- FWHM de la línea $H\beta$ ($\lambda = 4861 \text{ \AA}$)
- Diagrama de Baldwin-Phillips-Terlevich (BPT)

Introducción

Núcleos Galácticos Activos (AGNs)

En rayos X:

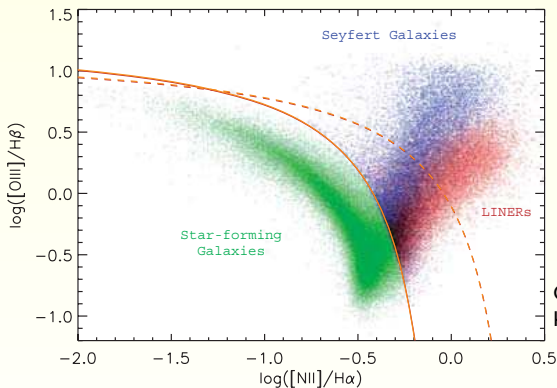
- Continuo: ley de potencias $L(E) \propto E^{-\Gamma}$
- Líneas de emisión: $K\alpha$ del Fe (6.4 keV)
- Oscurecimiento por el toro

Caracterización de AGNs:

- Por su luminosidad: $L_X \gtrsim 10^{42} \text{ erg s}^{-1} \Rightarrow \text{AGN}$
- Cociente entre el flujo en rayos X frente al flujo óptico: X/O
- Hardness Ratio: $\frac{H-S}{H+S}$
- FWHM de la línea $H\beta$ ($\lambda = 4861 \text{ \AA}$)
- Diagrama de Baldwin-Phillips-Terlevich (BPT)

Introducción

Diagrama BPT



Cortesía de Groves & Kauffmann (2006)

- $[OIII] \lambda 5007 / H\beta \lambda 4861$
- $[NII] \lambda 6584 / H\alpha \lambda 6563$

Kauffmann:
$$\log [OIII]/H\beta = \frac{0.61}{\log [NII]/H\alpha - 0.05} + 1.3$$

Observaciones y método de trabajo

Cartografiados utilizados

6dFGS (Six-Degree Field Galaxy Survey)

- Cartografiado óptico con observaciones de galaxias cercanas
- Utilizando el UK Schmidt Telescope (UKST)
- Imágenes y espectros ópticos
- 125.000 galaxias (2009)

2XMMi (XMM-Newton)

- Cartografiado de fuentes de rayos X
- Telescopio espacial (ESA)
- Imágenes y espectros en rayos X
- 260.000 fuentes (hasta 2009)



Observaciones y método de trabajo

Cartografiados utilizados

6dFGS (Six-Degree Field Galaxy Survey)

- Cartografiado óptico con observaciones de galaxias cercanas
- Utilizando el UK Schmidt Telescope (UKST)
- Imágenes y espectros ópticos
- 125.000 galaxias (2009)

2XMMi (XMM-Newton)

- Cartografiado de fuentes de rayos X
- Telescopio espacial (ESA)
- Imágenes y espectros en rayos X
- 260.000 fuentes (hasta 2009)



Observaciones y método de trabajo

Construcción de la muestra

Se han cruzado las detecciones de ambos cartografiados. . .

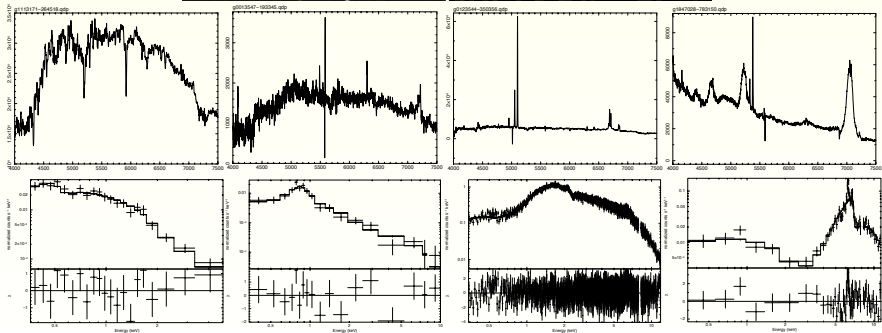
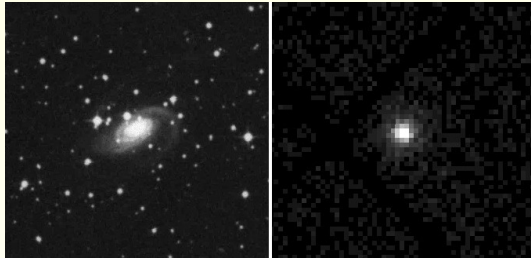
⇒ **83 fuentes**

Propiedades ópticas

- Magnitud en R
- Espectros 4000 – 7500 Å
- Imágenes con filtro R
- ⇒ Flujos de líneas para el BPT:
H α , H β , [OIII], [NII]
- ⇒ Perfiles de brillo

Propiedades de rayos X

- Flujos en 0.2-12 keV
- Espectros
- ⇒ Luminosidades
- ⇒ X/O , HR
- ⇒ Componentes de emisión en rayos X



Resultados

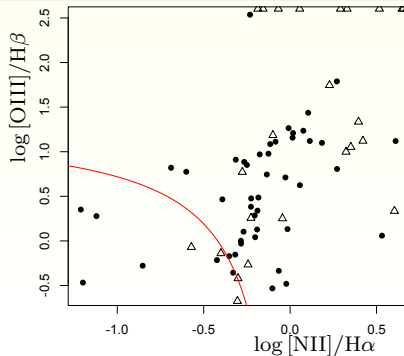
10 Galaxias de absorción (A)

- $L_X \lesssim 10^{42} \text{ erg s}^{-1}$
- $X/O \ll 0.1$
- HR negativa o prácticamente nula

~ No hay AGNs

Para el resto de galaxias:

- galaxias E
- △ galaxias E+A



Resultados

10 galaxias SF por el diagrama BPT

$\log X/O < -1$ (4)

- $L_X = 10^{40} - 10^{41} \text{ erg s}^{-1}$
- $\text{FWHM H}\beta < 100 \text{ km s}^{-1}$
- 3 con espectros en rayos X:
2 con SF (11 y 33%)
- $HR < 0$ o próximos a cero

⇒ Sin AGNs

$\log X/O > -1$ (6)

- $L_X = 10^{42} - 10^{43} \text{ erg s}^{-1}$
- $\text{FWHM H}\beta$:
 $200 - 500 \text{ km s}^{-1}$ (4)
- Sin espectros en rayos X en 3
- HR variado

⇒ AGNs de baja luminosidad

Resultados

10 galaxias SF por el diagrama BPT

$\log X/O < -1$ (4)

- $L_X = 10^{40} - 10^{41} \text{ erg s}^{-1}$
- $\text{FWHM H}\beta < 100 \text{ km s}^{-1}$
- 3 con espectros en rayos X:
2 con SF (11 y 33%)
- $HR < 0$ o próximos a cero

⇒ Sin AGNs

$\log X/O > -1$ (6)

- $L_X = 10^{42} - 10^{43} \text{ erg s}^{-1}$
- $\text{FWHM H}\beta$:
 $200 - 500 \text{ km s}^{-1}$ (4)
- Sin espectros en rayos X en 3
- HR variado

⇒ AGNs de baja luminosidad

Resultados

63 AGNs por el diagrama BPT

$\log X/O < -1$ (34)

- $L_X = 8 \cdot 10^{39} - 5 \cdot 10^{42} \text{ erg s}^{-1}$
- $\text{FWHM H}\beta < 150 \text{ km s}^{-1}$
- 8 de 22 con SF (10-30%)
- Absorción baja ($N_H < 3 \cdot 10^{21} \text{ cm}^{-2}$)

↪ **AGNs de baja luminosidad
+ formación estelar**

$\log X/O > -1$ (29)

- $L_X = 10^{42} - 10^{44} \text{ erg s}^{-1}$
- $\text{FWHM H}\beta$:
 $100 - 1200 \text{ km s}^{-1}$ (4)
- Sólo en 2 hay SF ($< 1\%$)
- Absorción considerable en 12
($N_H \sim 10^{22} - 10^{24} \text{ cm}^{-2}$)

↪ **AGNs (4 Sey 1/QSO)**

Resultados

Candidatos a Narrow Line Seyfert 1 y post-starburst

En 5 galaxias de la muestra. . .

- AGNs por el diagrama BPT
- $X/O > 0.1$
- $L_X \sim 10^{43} \text{ erg s}^{-1}$
- FWHM $H\beta$:
 $\sim 400 - 1000 \text{ km s}^{-1}$
- $\Gamma \sim 2.3$

+ 1 clasificada como SF, pero
sin espectro

\rightsquigarrow *Narrow Line Seyfert 1* (NLS1)

En otras 4 galaxias. . .

Resultados

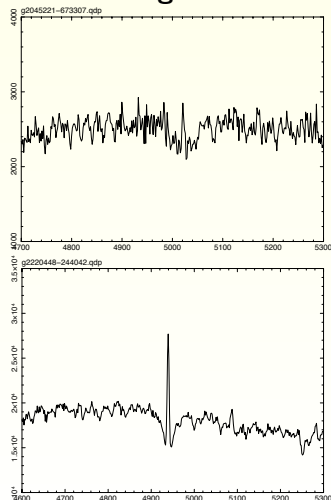
Candidatos a Narrow Line Seyfert 1 y post-starburst

En 5 galaxias de la muestra...

- AGNs por el diagrama BPT
- $X/O > 0.1$
- $L_X \sim 10^{43} \text{ erg s}^{-1}$
- FWHM $H\beta$:
 $\sim 400 - 1000 \text{ km s}^{-1}$
- $\Gamma \sim 2.3$
- + 1 clasificada como SF, pero sin espectro

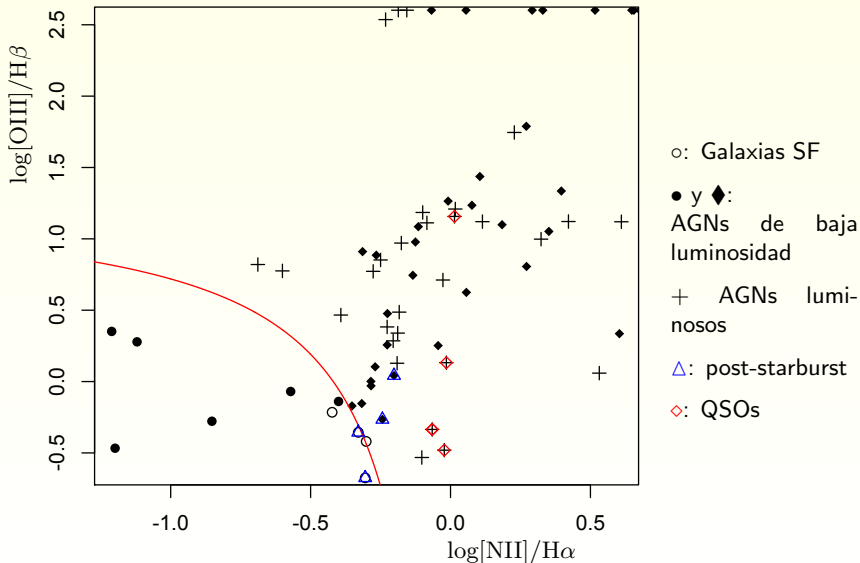
⇒ *Narrow Line Seyfert 1* (NLS1)

En otras 4 galaxias...



Resultados

Resumen



Conclusiones

Del análisis de nuestra muestra de 83 galaxias cercanas del cartografiado 6dFGS con emisión en rayos X (detectada por XMM-Newton):

- 10 (12 %) galaxias A. No presentan indicios de albergar un AGN
- 73 (88 %) E y E+A. Utilizando el diagnóstico BPT y X/O :
 - ① 4 galaxias con formación estelar
 - ② 40 AGNs de baja luminosidad junto con formación estelar
 - ③ 29 AGNs luminosos

Adicionalmente:

- 6 candidatos a Narrow Line Seyfert 1
- 4 galaxias “post-starburst”

Conclusiones

- Que una galaxia presente formación estelar (SF) o un núcleo galáctico activo (AGN) provoca que ésta exhiba unas propiedades diferentes, pudiéndose distinguir ambos.
- Algunas galaxias clasificadas como SF sí presentan un AGN (de baja luminosidad).
- Todas las clasificadas como AGNs por el BPT muestran evidencias de la presencia de un AGN en su núcleo.
- En 12 de ellas hay absorción parcial del continuo en rayos X \Rightarrow ocultación parcial por el toro de la región de emisión de rayos X.
- * Observaciones independientes en ambos cartografiados.
- * Número escaso de fuentes en algunos “grupos”.