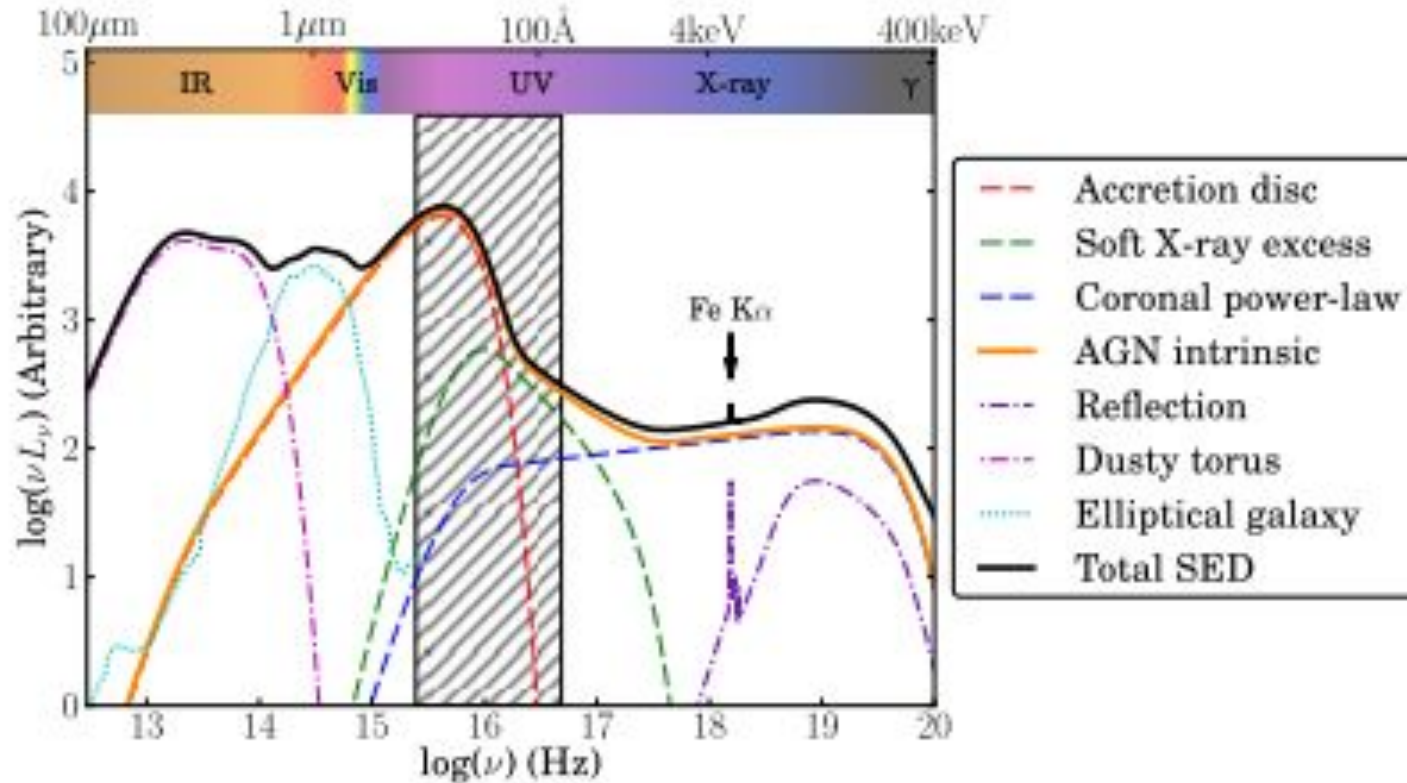


# Distribución Espectral de Energía vs Disco de acreción

Sinhué A. R. Haro Corzo  
ENES Morelia, UNAM  
Octubre 2020

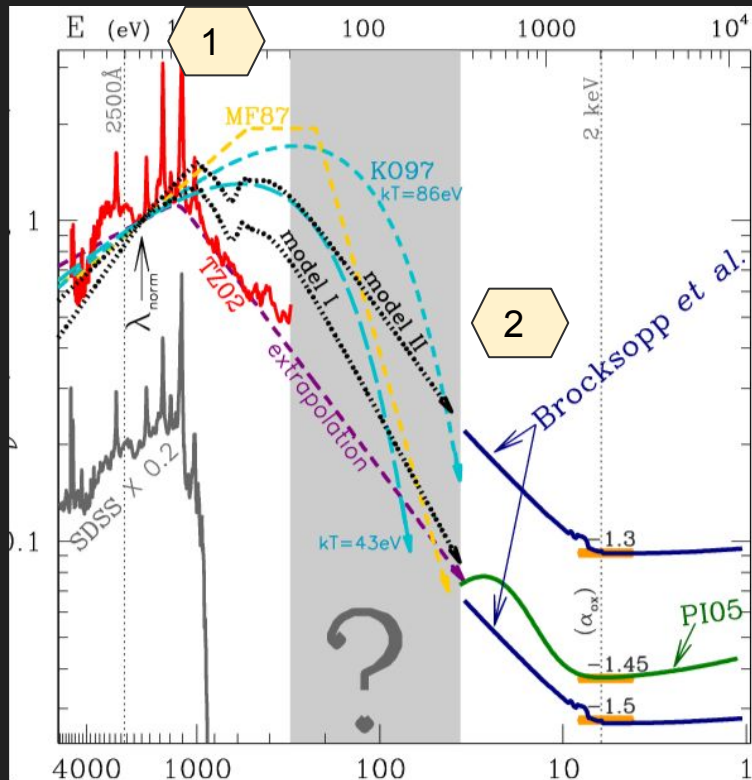
# Distribución Espectral de Energía (SED)



Collinson et al 2016

# Problemática

Flux  
 $vF_v$



- 1 Líneas de emisión sirven para probar la SED UV-X
- 2 Modelos de disco difícilmente explican el exceso de rayos-X suaves
  - con Temp ~ cte



# Objetivos

- Revisar los artículos de
  - Done et al 2012
  - Ferland et al 2020

# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1\*</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

- Bases: BH estático (Schwarzschild) + Shakura-Sunyaev (inestable termic)
- $1.2 \times 10^6 < M < 2.9 \times 10^7 M_{\odot}$
- $T^4 \propto (L/L_{\text{Edd}}) / M$
- $T \propto M^{-1/4} \rightarrow T_{\text{AGN}} \sim (10^5 \text{ K}) < T_{\text{B}} \sim (100 \times 10^5 \text{ K})$
- $\eta \propto M^{-1}$  (densidad)  $\dot{M} \propto M L/L_{\text{Edd}}$
- $L = \eta \dot{M} c^2$   $\eta$  (eficiencia)  $L_{\text{opt}} \propto M^2 L/L_{\text{Edd}}$  (Laor11)
- Opacidad  $\kappa_{\text{tot}} = \kappa_{\text{Thomp}} + \kappa_{\text{abs}}$

# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1\*</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

- $\kappa_{\text{abs}} \propto n T^{-3.5} \propto M^{-1/8} \rightarrow \kappa_{\text{Tomph}}$  es + importante para AGN

- Emisividad de Novikov–Thorne (libre-libre)

$$\epsilon = \int \epsilon_\nu d\nu = \frac{16}{3} \frac{C_A f_e f_i Z^2}{A} \frac{\alpha m_e c r_0^2}{m_p^2} \rho_0 \left( \frac{2\pi kT}{m_e c^2} \right)^{1/2} \bar{G}(T)$$

- Inicialmente

- En la fotosfera no hay una disipación adicional
- $\rightarrow$  necesario Compton upscattering vs downscattering

# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1\*</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

Código de transferencia radiativa (Cloudy)

$$I_\nu = f^{-4} B_\nu(fT_{\text{eff}}),$$

+ vertical para cada radio

$$R_{\text{out}} = 10^5 R_g$$

f es el factor de corrección de temperatura de color

$$f_{\text{col}} \sim (72/T_{\text{keV}})^{1/9} \sim 1.6 \quad (\text{Kameshi eta al 95, Davis etal 06, Hubeny etal 06})$$

suposición  $\kappa_{\text{abs}} \ll \kappa_{\text{Tomph}}$

si  $T \propto (L/L_{\text{Edd}})^{1/4} \rightarrow f_{\text{col}} \sim (L/L_{\text{Edd}})^{1/36} \rightarrow$  depende de la estructura vertical

# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1\*</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

- + Sin corrección de Relatividad General
- + Geométricamente: en el disco tiene la corona
- + Conservación energía

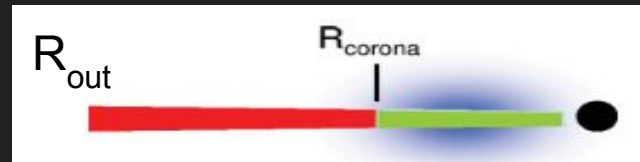
Acreción completa en  $R_{\text{out}}$  vs Soft excess +tail

Objetivo: comparar

+Esta propuesta

+Código de transferencia

+BB + corrección



BB+corrección



+Emisión (ley de potencia)

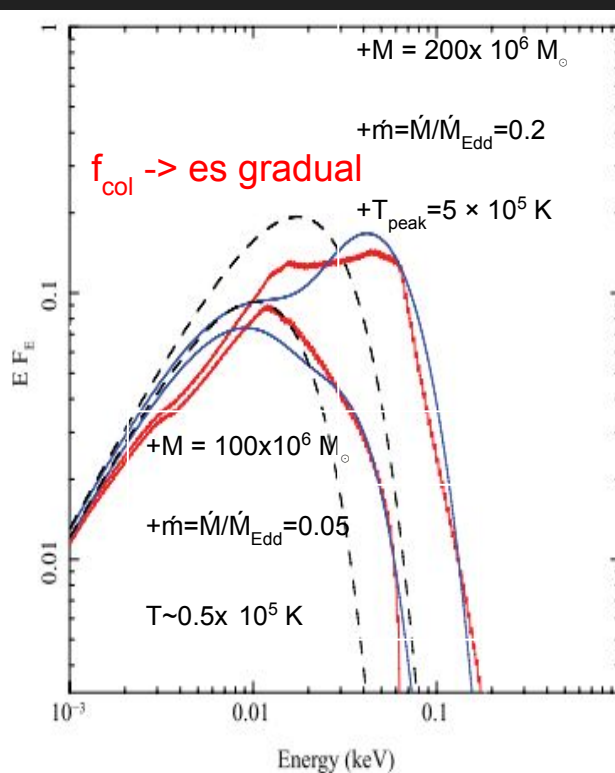
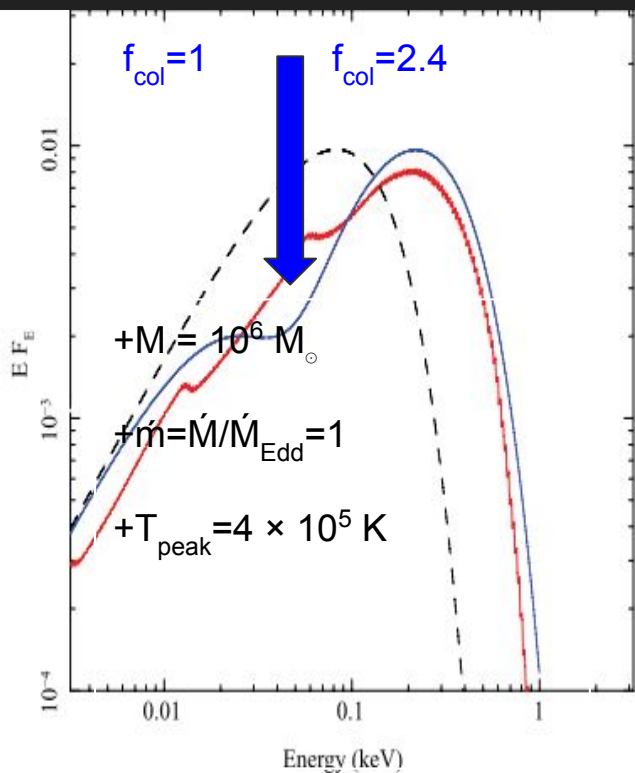
+Componente ópticamente delgada Compton inverso

+Componente ópticamente gruesa Compton



# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1</sup>★ S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>



--black  
Shakura-Sunyaev gas  
termalizado

-blue: BB +corrección de  
temperatura ( $10^5 \text{ K}$ )  $T >$   
 $T_{\text{scat}}$   
en todo el disco

-red: transferencia  
radiativa (Hubeny etal06)

$f_{\text{col}} \sim 2.34$  Ross etal 92

Es una buena aproximación

# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1\*</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

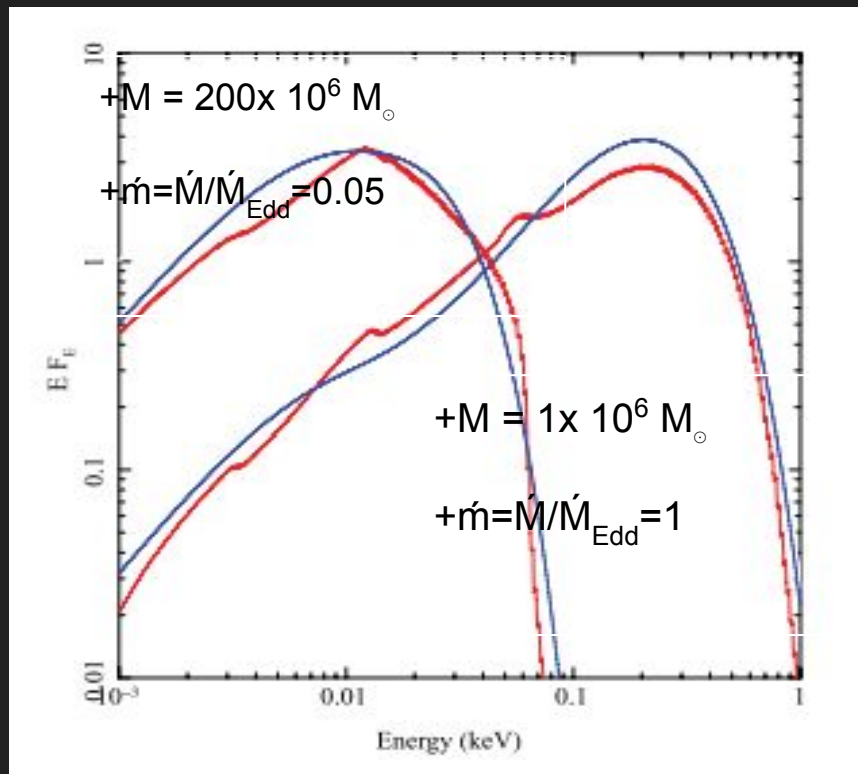
un acercamiento y reajustando

+blue: BB con corrección de temperatura

$$f_{\text{col}} \sim (T_{\text{max}}/3 \times 10^4)^{0.82}$$

$$3 \times 10^4 < T_{\text{max}} < 10^5 \text{ K}$$

+red: transferencia radiativa



# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1★</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

+++REJ1034+396 XMM-Newton

-blue: BB con corrección de temperatura

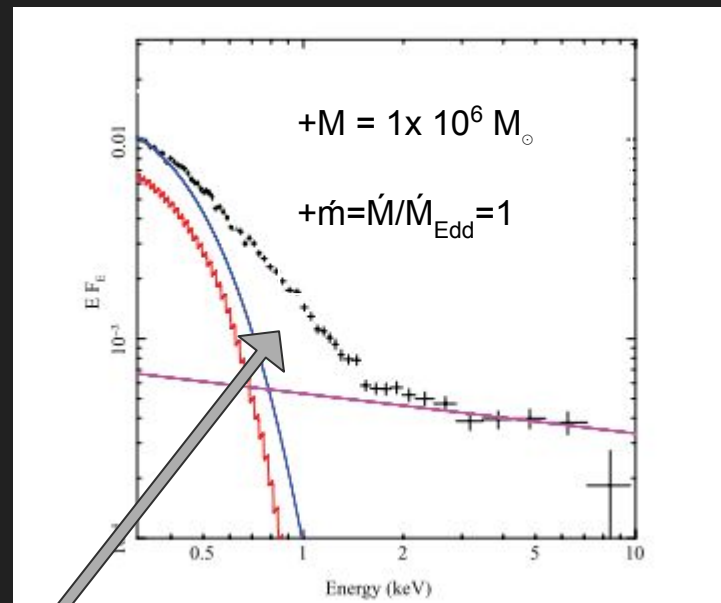
-red: transferencia radiativa

Del perfil de [O III]  $\rightarrow$  FWHM  $\sim 1000 \text{ km s}^{-1}$  (Jin et al 11)

Máximo de luminosidad en EUV (Puchnarewicz et al. 2001)

Modelo tradicional: No es suficiente para explicar el exceso de rayos X suaves 0.5-1keV

+Sin Compton upscattering



# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1\*</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

$r > r_{\text{corona}}$

-black: BB thermalizado

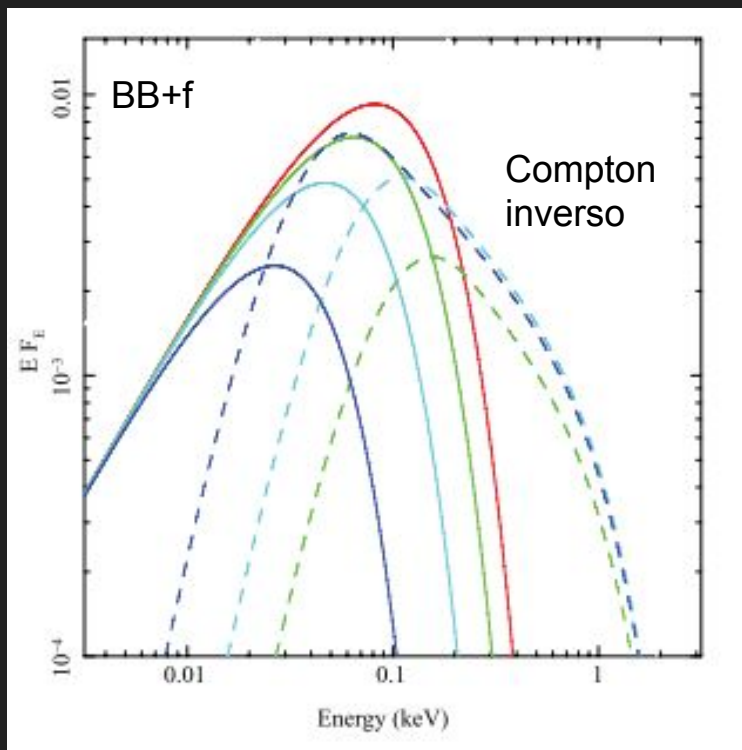
$f_{\text{col}} = 1$

$r < r_{\text{corona}}$

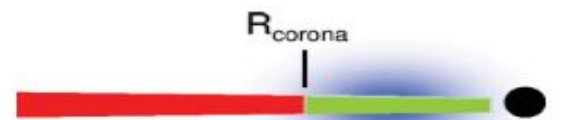
---Compton upscattering

$T_e = 0.22 \text{ keV}$

profundidad òptica = 15



	$r_{\text{corona}}$	%accretion
red	6	0
green	16	25
cyan	30	50
blue	75	75



# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

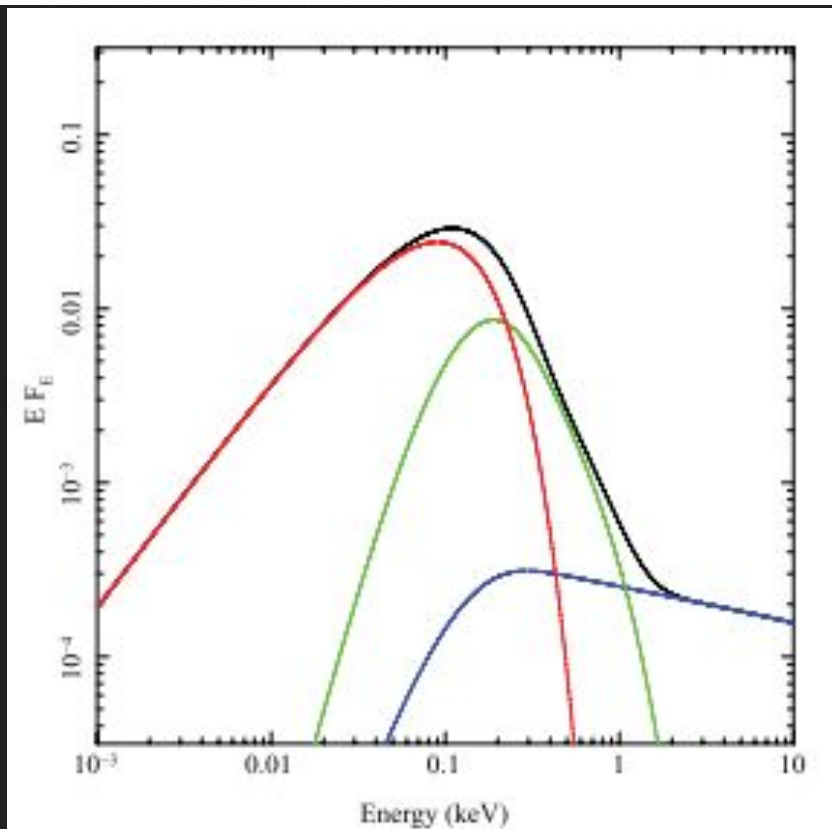
Chris Done,<sup>1★</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

BB corregido por temperatura de color

red: disco externo

green: disco interno, Compton upscattering, turbulencia

blue: corona con Compton upscattering



# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1★</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

+ NLSy1 REJ1034+396

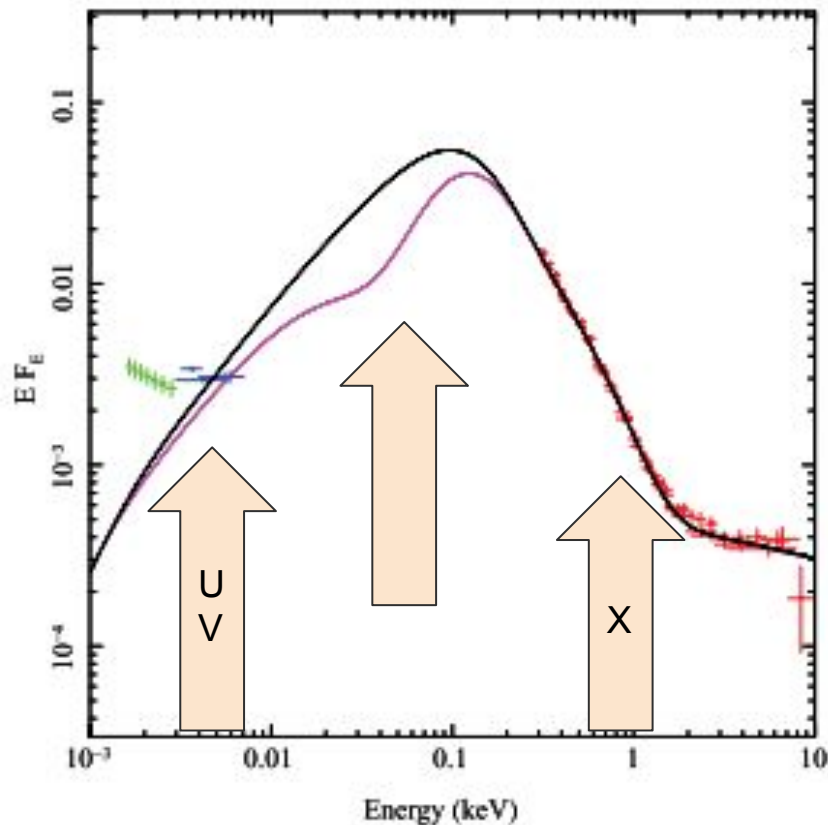
XMM-Newton + Sloan Digital Sky Survey

-blue: BB con corrección de temperatura

-red: transferencia radiativa

black:  $f_{\text{col}} = 1.0$

magenta  $f_{\text{col}} = 2.6$



# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1★</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

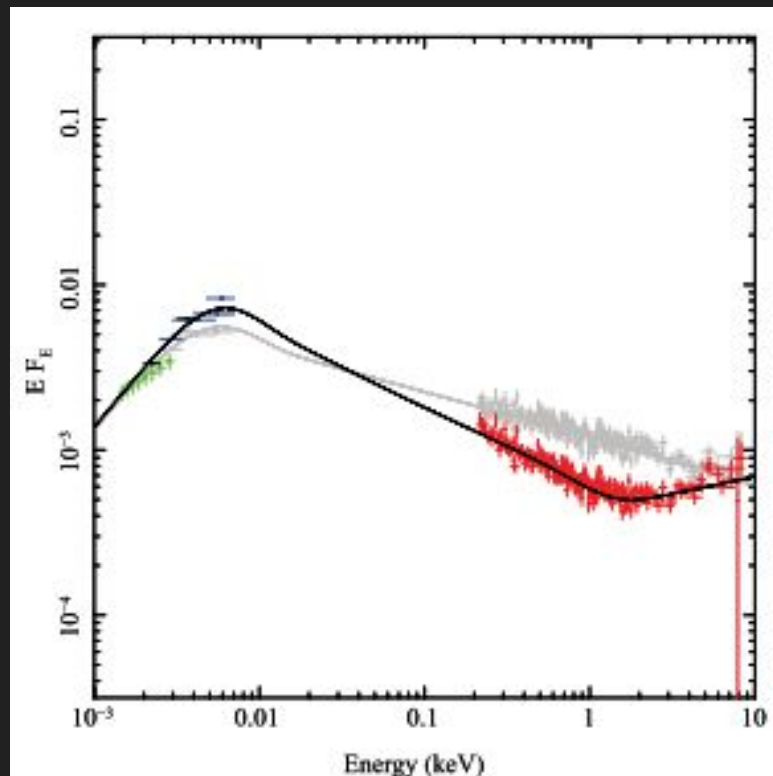
+++BLS1 PG 1048+213

XMM-Newton +Sloan Digital Sky Survey

black:  $f_{\text{col}} = 1.0 = f_{\text{col}} = 2$

Gris: corrección por absorción

$T_{\text{scatt}} = 4 \times 10^4$  K.



# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1★</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

## Conclusiones:

- Corrección por temperatura de color es una buena aproximación
  - $f_{\text{col}} \sim 2.5$  para AGN con  $T_{\text{max}} > 10^5$  K, gas completamente ionizado
    - Predomina la dispersión electrónica (libre-libre)
    - cambio de pendiente en el FUV
    - un incremento en la temperatura del disco que incremente rápidamente
  - $f_{\text{col}} \sim 1$  para AGN con  $T_{\text{max}} < 0.3 \cdot 10^5$  K, gas es  $\sim$ neutro
    - Predomina la dispersión ligado-ligado
  - $f_{\text{col}}$  puede ayudar a distinguir las propiedades espectrales de emisión entre
    - BLSy1, baja  $(L/L_{\text{edd}})/M$  vs
    - NLSy1, alta  $(L/L_{\text{edd}})/M$
  - Emisión de Rayos -X suaves (REJ1034+396)
    - El disco emite pero la forma del espectro no se ajusta, solo hasta incluir Compton upscattering
    - $f_{\text{col}}$  suficientemente grande para NLSy1



# Intrinsic disc emission and the soft X-ray excess in active galactic nuclei

Chris Done,<sup>1★</sup> S. W. Davis,<sup>2</sup> C. Jin,<sup>1</sup> O. Blaes<sup>3</sup> and M. Ward<sup>1</sup>

## Conclusiones:

- La comptonización sucede en el disco y no en la corona
  - porque no hay evidencia de variabilidad observable en NLSy1
  - Soft excess requiere 15%  $L_{\text{bol}}$
  - Ley de potencia rayos x duros 10%  $L_{\text{bol}}$
  - $r_{\text{corona}} \sim 10 - 20 R_g$

# State-of-the-art AGN SEDs for Photoionization Models: BLR Predictions Confront the Observations

G. J. Ferland<sup>1\*</sup>, C. Done<sup>2</sup>, C. Jin<sup>3,4</sup>, H. Landt<sup>2</sup>, M. J. Ward<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, University of Kentucky, Lexington, KY 40506, USA

Probando el modelo de Done et al 2012

L vs EW

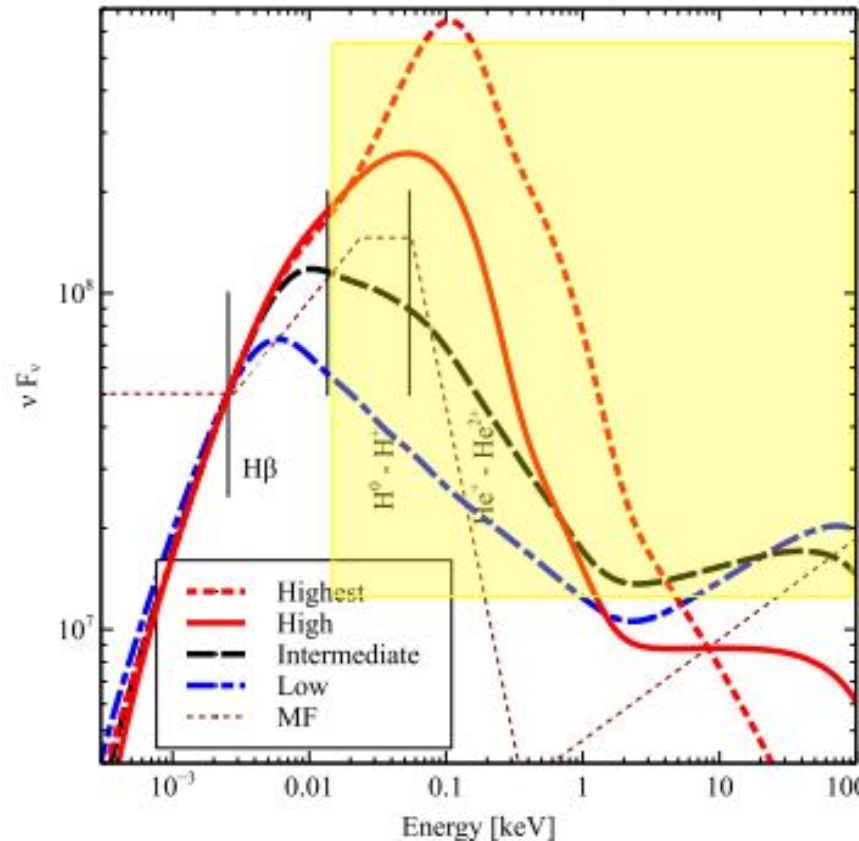
# State-of-the-art AGN SEDs for Photoionization Models: BLR Predictions Confront the Observations

G. J. Ferland<sup>1\*</sup>, C. Done<sup>2</sup>, C. Jin<sup>3,4</sup>, H. Landt<sup>2</sup>, M. J. Ward<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, University of Kentucky, Lexington, KY 40506, USA

## SED teórica

- Función de la luminosidad Low, medium and high +1.15, +0.55, +0.03:
- Basado en modelos de
  - Done 2012 y Jin 2012
  - Tasa de acreción constante
- Emisividad tipo Novikov-Thorne
  - Luminosidad emitida en cada radio
  - A grandes radios es termalizada
  - Corona combina: Comptonización ópticamente gruesa
  - tibia (soft-excess)
  - caliente (rayos x duros)



# State-of-the-art AGN SEDs for Photoionization Models Predictions Confront the Observations

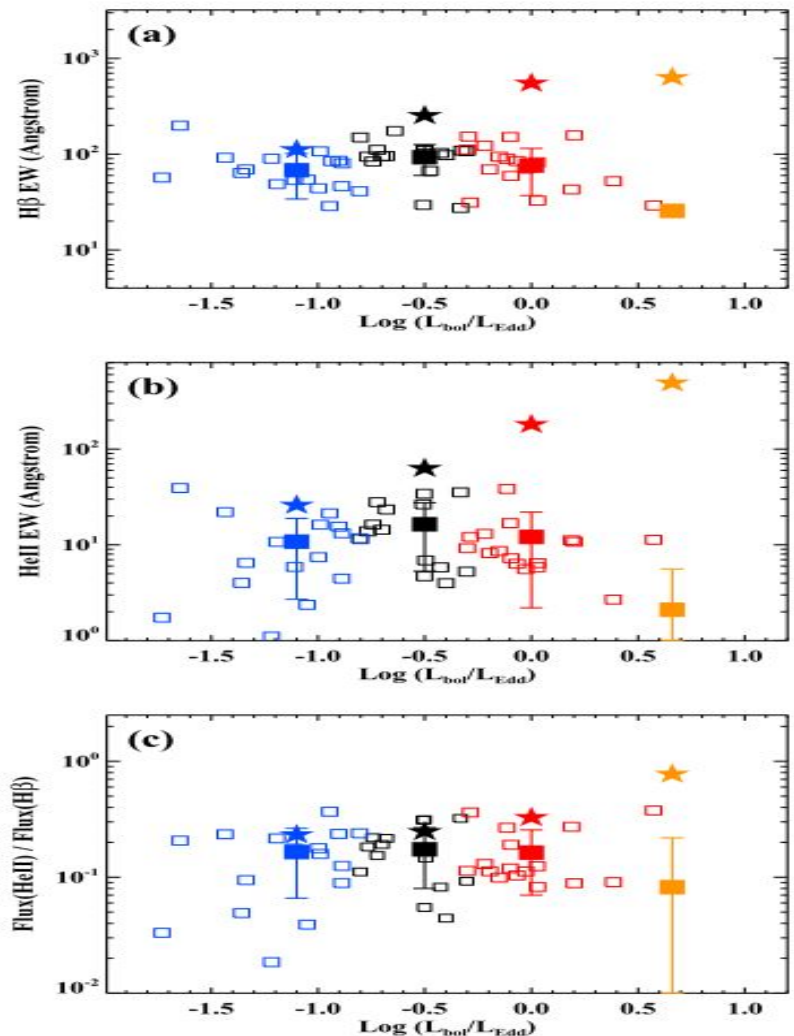
G. J. Ferland<sup>1\*</sup>, C. Done<sup>2</sup>, C. Jin<sup>3,4</sup>, H. Lanc

<sup>1</sup>Department of Physics, University of Kentucky, Lexington, KY 40506, USA

- altas tasas Eddington -> más brillante en el UV -> mayor el ancho equivalente
- cada fotón ionizante produce una fotoionización -> resulta en recombinación

$$N_{ion} = \frac{\Omega}{4\pi} Q(H) \quad [s^{-1}]$$

- 52 AGN observados con XMM



# State-of-the-art AGN SEDs for Photoionization Models: BLR Predictions Confront the Observations

G. J. Ferland<sup>1\*</sup>, C. Done<sup>2</sup>, C. Jin<sup>3,4</sup>, H. Landt<sup>2</sup>, M. J. Ward<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, University of Kentucky, Lexington, KY 40506, USA

## Conclusiones

- No hay correlación entre EW y L -> tal vez el factor de cobertura disminuye
- Falla posiblemente debido a la Geometría, factor de cobertura
  - Las nubes no ven la misma SED o
  - La geometría de la BLR está en función de la SED

# State-of-the-art AGN SEDs for Photoionization Models: BLR Predictions Confront the Observations

G. J. Ferland<sup>1\*</sup>, C. Done<sup>2</sup>, C. Jin<sup>3,4</sup>, H. Landt<sup>2</sup>, M. J. Ward<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, University of Kentucky, Lexington, KY 40506, USA

## Conclusiones

- Implicaciones con la BLR: viento fallido expulsado del disco de acreción (Czerny 17)
  - BLR es ópticamente gruesa
  - se asume LOC (cada línea de emisión está optimizada al flujo)
  - para Baja tasa L -> Factores de cobertura 50%
  - para Altas tasa L -> cobertura de 5% , Oh et al. (2015), Lanz et al. (2019)
    - Para explicar la caída de la cobertura, dado que los parámetros de LOC
    - incrementa radio + incrementa ángulo de apertura + Escala de altura
    - si y solo si la escala de altura es constante
    - Esto subestima los cálculos para la masa para SMBH

$$L_{\text{line}} \propto \iint r^2 F(r) f(r) g(n) dn dr,$$

Gracias!