

# Accretion onto WD 2226210, the central star of the Helix Nebula



Universidad  
Industrial de  
Santander

Jaime A. Betancourt M.

Escuela de Física  
Universidad Industrial de Santander

*jaime2208002@uis.edu.co*

17 de marzo de 2025

#LaUISqueQueremos



## Accretion onto WD 2226–210, the central star of the Helix Nebula

S. Estrada-Dorado<sup>\*1</sup>, M. A. Guerrero<sup>2</sup>, J. A. Toalá<sup>†1</sup>, R. F. Maldonado<sup>1</sup>, V. Lora<sup>3</sup>

D. A. Vasquez-Torres<sup>1</sup> and Y.-H. Chu<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Radioastronomía y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, 58090 Morelia, Michoacán, Mexico*

<sup>2</sup>*Instituto de Astrofísica de Andalucía, IAA-CSIC, Glorieta de la Astronomía SN, Granada 18008, Spain*

<sup>3</sup>*Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 73-543, 04510 Ciudad de México, Mexico*

<sup>4</sup>*Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica, No. 1, Section 4, Roosevelt Road, Taipei 10617, Taiwan*

12 December 2024

### ABSTRACT

The central star of the Helix Nebula, WD 2226–210 presents enigmatic hard X-ray emission and mid-IR excess. The latter has been attributed to a dusty disk or a cloud-like structure around WD 2226–210 formed from material of Kuiper Belt-like or comet-like objects in highly eccentric orbits. We present here a detailed analysis of multi-epoch *Chandra* and *XMM-Newton* X-ray observations of WD 2226–210, comparing these to previous *Einstein* and *ROSAT* data. The luminosity of the hard X-ray component of WD 2226–210 has remained basically constant in the decade from 1992 to 2002, with very subtle evidence for variability in timescales of hours. Under the assumption that the X-ray emission from WD 2226–210 is due to accretion of material, an accretion rate of  $\dot{M} \approx 10^{-10} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$  is estimated. The origin of the material accreted by WD 2226–210 is uncertain, and can be attributed to the disk-like structure around it or to a sub-stellar donor companion. The accretion rate proposed for the continuous replenishment by bombardment of the mid-IR-emitting structure around WD 2226–210 cannot match that required by the X-ray emission.

**Key words:** stars: evolution — stars: winds, outflows — X-rays: individual: WD 2226–210 — (ISM:) planetary nebulae: general

[astro-ph.SR] 10 Dec 2024



AL FINAL DE SU VIDA, LAS ESTRELLAS COMO EL SOL, TRAS AGOTAR SU COMBUSTIBLE, EXPULSAN SUS CAPAS EXTERIORES AL ESPACIO, DANDO LUGAR A NEBULOSAS PLANETARIAS





AL FINAL DE SU VIDA, LAS ESTRELLAS COMO EL SOL, TRAS AGOTAR SU COMBUSTIBLE, EXPULSAN SUS CAPAS EXTERIORES AL ESPACIO, DANDO LUGAR A NEBULOSAS PLANETARIAS



Universidad  
Central de  
Ecuador



Universidad  
Industrial de  
Santander

EN EL CENTRO QUEDA UNA ENANA BLANCA, EMITIENDO RADIACIÓN ULTRAVIOLETA QUE ILUMINA E IONIZA EL GAS A SU ALREDEDOR, CREANDO LAS ESTRUCTURAS BRILLANTES QUE CARACTERIZAN A ESTAS FORMACIONES CÓSMICAS



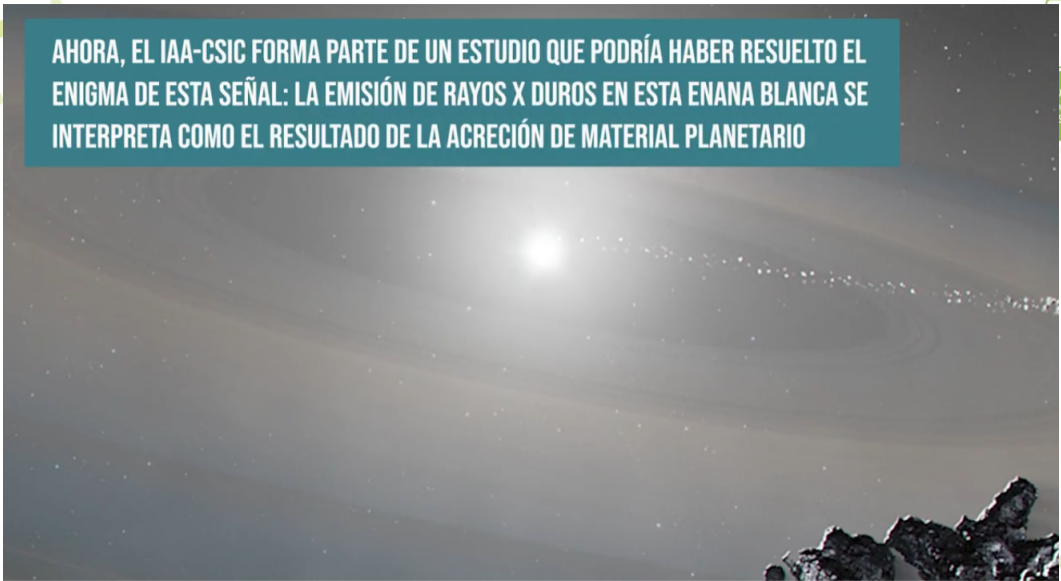
DESDE LOS AÑOS 80, DISTINTAS MISIONES DE RAYOS X HAN DETECTADO UNA SEÑAL INUSUAL DESDE LA ESTRELLA CENTRAL DE LA NEBULOSA DE LA HÉLICE, UNA DE LAS NEBULOSAS PLANETARIAS MÁS CERCANAS A LA TIERRA

Estrella: **WD 2226-210**

Rayos X duros y un exceso en el infrarrojo medio



**AHORA, EL IAA-CSIC FORMA PARTE DE UN ESTUDIO QUE PODRÍA HABER RESUELTO EL ENIGMA DE ESTA SEÑAL: LA EMISIÓN DE RAYOS X DUROS EN ESTA ENANA BLANCA SE INTERPRETA COMO EL RESULTADO DE LA ACRECIÓN DE MATERIAL PLANETARIO**





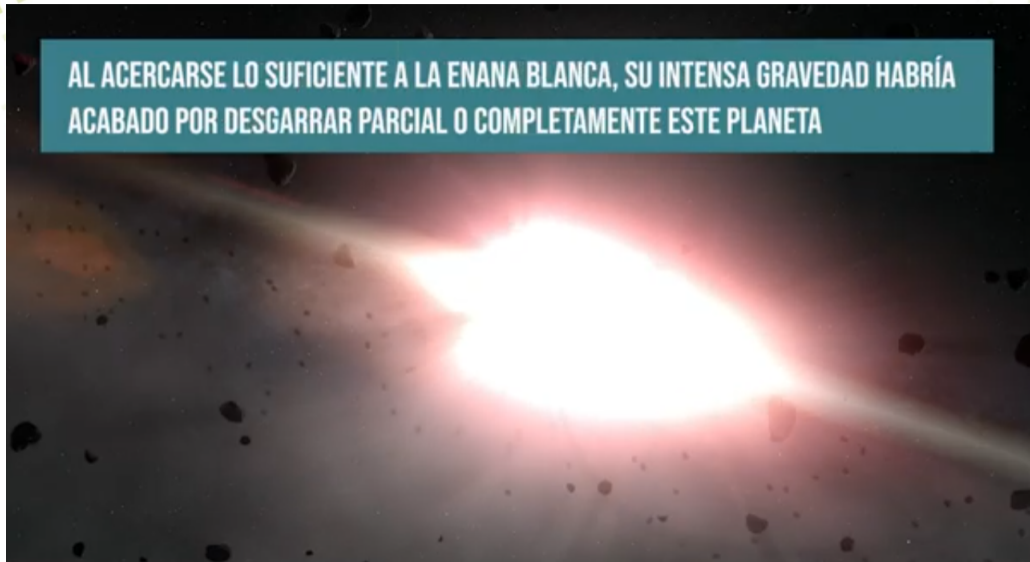
LAS ENANAS BLANCAS NO SUELEN EMITIR RAYOS X ENERGÉTICOS, POR LO QUE SE PIENSA QUE ESTA SEÑAL PODRÍA ESTAR ASOCIADA CON LOS RESTOS DE UN PLANETA DESTRUIDO POR LA ESTRELLA Y QUE ESTÁ SIENDO ATRAÍDO HACIA ELLA





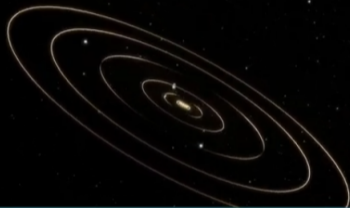


AL ACERCARSE LO SUFICIENTE A LA ENANA BLANCA, SU INTENSA GRAVEDAD HABRÍA ACABADO POR DESGARRAR PARCIAL O COMPLETAMENTE ESTE PLANETA





LA MISTERIOSA SEÑAL QUE SE LLEVA OBSERVANDO DÉCADAS PODRÍA DEBERSE A LOS RESTOS DEL PLANETA DESTRUIDO CAYENDO SOBRE LA SUPERFICIE DE LA ENANA BLANCA Y CALENTÁNDOSE HASTA EMITIR RAYOS X

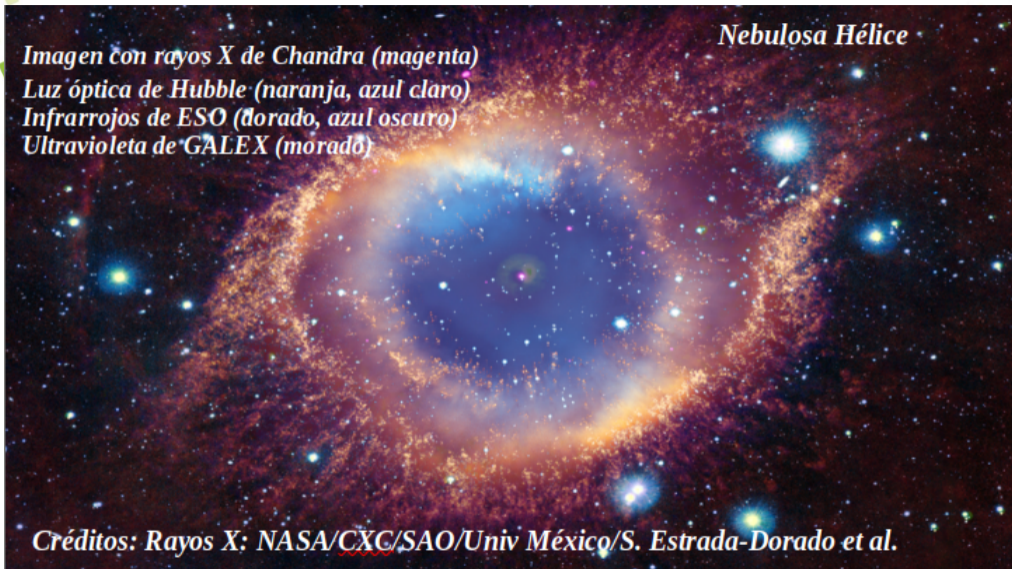


**ENCONTRAR MÁS SISTEMAS COMO ESTE ES IMPORTANTE, YA QUE ABRE UNA VENTANA A LA INVESTIGACIÓN DE LOS PROCESOS DE SUPERVIVENCIA O DESTRUCCIÓN DE PLANETAS ALREDEDOR DE ESTRELLAS SIMILARES AL SOL EN LAS ÚLTIMAS FASES DE EVOLUCIÓN ESTELAR**



## *Nebulosa Hélice*

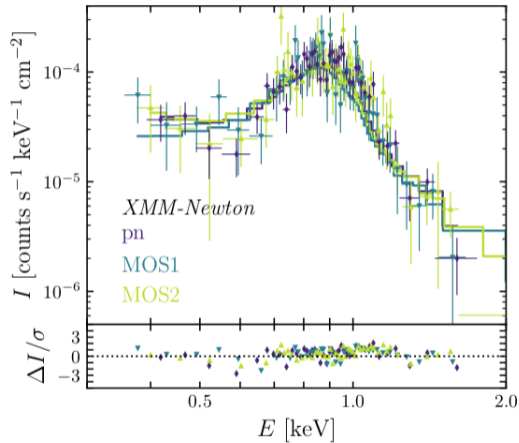
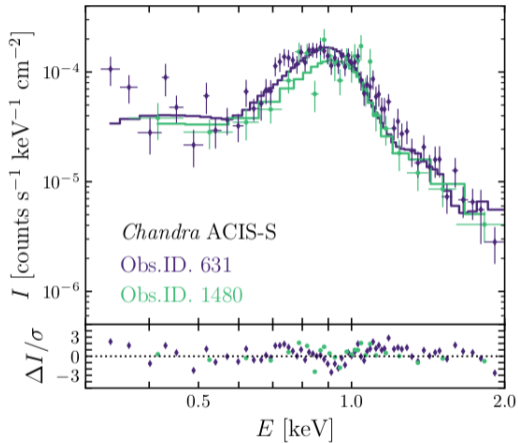
*Imagen con rayos X de Chandra (magenta)*  
*Luz óptica de Hubble (naranja, azul claro)*  
*Infrarrojos de ESO (dorado, azul oscuro)*  
*Ultravioleta de GALEX (morado)*



*Créditos: Rayos X: NASA/CXC/SAO/Univ México/S. Estrada-Dorado et al.*

X-ray Satellite	Year of Obs.	Temperature ( $10^6$ K)	Model	Obs. Flux ( $10^{-14}$ erg $\text{cm}^{-2}$ $\text{s}^{-1}$ )	Acc. Rate ( $10^{-10}$ $M_{\odot}$ $\text{yr}^{-1}$ )	Reference
<i>Einstein</i>	1980	(no spectral fit)	BB	$27 \pm 7$		Tarafdar & Apparao (1988)
<i>ROSAT</i>	1992	0.13	BB	19		Leahy et al. (1996)
		4.3	plasma	7.7	2.81	
<i>Chandra</i>	1999	(no spectral fit)	BB	(detected )		Guerrero et al. (2001)
		[7-8]	plasma	5.7	$1.72 \pm 0.4$	
		Combination	plasma	13	$1.10 \pm 0.2$	
<i>XMM-Newton</i>	2002	(no spectral fit)	BB	(detected)		PI: Jansen
		7	plasma	8.7	$1.72 \pm 0.1$	

Éstrada, D. et al. astro-ph.SR, 2024.



**Table 2.** Best-fit parameters obtained for the models of the X-ray emission detected from the CS of the Helix Nebula, WD 2226–210. The normalisation parameter ( $A$ ) is defined as  $A = 10^{-14} \int n_{\text{H}} n_{\text{e}} dV / 4\pi d^2$ , where  $n_{\text{H}}$  and  $n_{\text{e}}$  are the hydrogen and electron densities,  $d$  is the distance and  $V$  is the volume of the X-ray-emitting region. Boldface numbers represent fixed values during the spectral fitting procedure.

Observation	$N_{\text{H}}$ ( $10^{20} \text{ cm}^{-2}$ )	$T_{\text{X}}$ ( $kT$ )	$A$ ( $10^{-5} \text{ cm}^{-5}$ )	$f_{\text{X}}$ ( $10^{-13} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ )	$F_{\text{X}}$ ( $10^{-13} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ )	$L_{\text{X}}$ ( $10^{29} \text{ erg s}^{-1}$ )	$\chi^2_{\text{DoF}}$
<i>Chandra</i>							
631	2.4±1.3	0.91±0.01	4.21	1.1±0.1	1.2±0.1	5.8±0.3	2.00
1481	1.7±2.4	0.98±0.03	3.74	1.0±0.1	1.0±0.1	4.7±0.5	1.52
Combined	1.9±1.1	0.92±0.01	4.07	1.0±0.1	1.2±0.1	5.9±0.3	1.88
<i>XMM-Newton</i>							
pn	3.7±1.3	0.84±0.03	3.07	0.81±0.4	0.9±0.01	4.5±0.7	1.35
MOS1	<b>3.1</b>	0.83±0.09	2.83	0.8±0.1	0.9±0.1	4.3±0.4	1.03
MOS2	<b>3.1</b>	0.90±0.08	3.05	0.8±0.1	0.9±0.1	4.4±0.6	1.22
EPIC	1.2±0.9	0.88±0.02	3.72	1.0±0.1	1.1±0.1	5.3±0.7	1.49

Muchas gracias



Universidad  
Industrial de  
Santander

#LaUISqueQueremos

