

Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)

*Excelencia Severo Ochoa 2022-2026*

[www.iaa.es](http://www.iaa.es)

## NOTA DE PRENSA

# Más allá de Einstein: nuevas ecuaciones para construir la historia completa de los agujeros negros

*Un investigador del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) ha desarrollado un nuevo marco teórico para describir el comportamiento del interior de los agujeros negros esféricamente simétricos*

*El trabajo, publicado en Nature Communications, introduce un conjunto de ecuaciones que permiten superar las singularidades previstas por la relatividad general*

**Granada, 23 de febrero de 2026.** La teoría de la relatividad general, formulada por Albert Einstein hace más de un siglo, es el pilar sobre el que se sustenta nuestra comprensión de la gravedad y de los fenómenos más extremos del universo. Sin embargo, sus ecuaciones predicen la existencia de singularidades: regiones donde la densidad y la curvatura del espacio-tiempo se vuelven infinitas y la descripción física deja de ser válida. Este límite ha impulsado la búsqueda de nuevas propuestas capaces de ir más allá de la teoría original y abordar procesos aún no resueltos, como la formación y la evaporación de los agujeros negros.

En este contexto, la revista Nature Communications publica hoy un trabajo de Raúl Carballo-Rubio, investigador del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), que propone un nuevo marco teórico para analizar aspectos de la física de los agujeros negros hasta ahora inaccesibles. “Mi trabajo ofrece un conjunto de ecuaciones que establecen nuevas ‘reglas’ para describir cómo puede comportarse el interior de los agujeros negros esféricamente simétricos”, explica Carballo-Rubio. “Mientras que en relatividad general estos objetos presentan una estructura incompleta, este nuevo marco permite describir agujeros negros sin esa limitación”.

### UNA IDEALIZACIÓN MATEMÁTICA

Los agujeros negros esféricamente simétricos son una idealización teórica: objetos perfectamente “redondos”, sin rotación ni deformaciones, cuyas propiedades dependen

únicamente de la distancia al centro. En relatividad general, el ejemplo más sencillo es la solución de Schwarzschild, que describe un agujero negro sin momento angular y sin carga eléctrica.

Aunque este modelo reproduce con gran precisión lo que ocurre fuera del horizonte, conduce inevitablemente a una singularidad central. Allí, la curvatura del espacio-tiempo se vuelve infinita y las trayectorias de partículas y de la luz no pueden prolongarse más allá de cierto punto. Es lo que en términos técnicos se conoce como incompletitud geodésica. “La existencia de singularidades en la teoría de Einstein no permite construir una historia completa para la formación y evaporación de un agujero negro”, señala Raúl Carballo-Rubio (IAA-CSIC).

El nuevo marco propuesto por el investigador del Instituto de Astrofísica de Andalucía introduce un conjunto de ecuaciones que permite describir agujeros negros esféricamente simétricos sin esa ruptura interna, abriendo la puerta a una narración física coherente desde su formación hasta su posible evaporación. “Esto requiere combinar elementos de la teoría clásica y de la teoría cuántica de campos con las nuevas ecuaciones que estoy desarrollando”, explica.

“El siguiente paso será analizar en detalle las propiedades físicas de estos objetos, tanto desde el punto de vista teórico —explorando las soluciones de las ecuaciones— como mediante simulaciones numéricas que permitan estudiar su comportamiento en distintos escenarios” concluye Carballo-Rubio (IAA-CSIC).

## REFERENCIAS:

*"Master field equations for spherically symmetric gravitational fields beyond general relativity"*

<https://www.nature.com/articles/s41467-026-69035-6>

## MÁS INFORMACIÓN:

Raúl Carballo-Rubio - [raul.carballorubio@iaa.csic.es](mailto:raul.carballorubio@iaa.csic.es)

## COMUNICACIÓN - INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA (IAA-CSIC):

Amanda López (Responsable de Prensa) - [alm@iaa.es](mailto:alm@iaa.es)

Emilio J. García - [garcia@iaa.es](mailto:garcia@iaa.es)

## AUDIOS

**AUDIO\_UNO.** Declaración del investigador Raúl Carballo-Rubio (IAA-CSIC), autor del trabajo. Parte 1. 1'21"

[https://drive.google.com/file/d/1A3RCUcYz-46ZuyKG2\\_rOU2vMcRLL5y\\_C/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1A3RCUcYz-46ZuyKG2_rOU2vMcRLL5y_C/view?usp=drive_link)

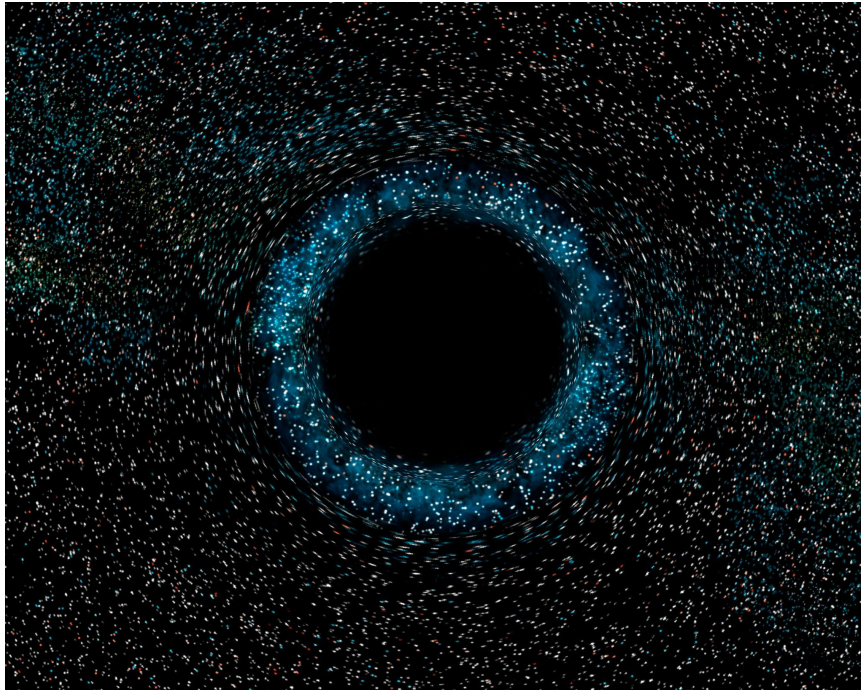
**AUDIO\_DOS.** Declaración del investigador Raúl Carballo-Rubio (IAA-CSIC), autor del trabajo. Parte 2. 1'42"

[https://drive.google.com/file/d/1-xX7UeXUed7hDOZXP-jn8twOZR3at1B6/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1-xX7UeXUed7hDOZXP-jn8twOZR3at1B6/view?usp=drive_link)

## IMÁGENES

**IMAGEN\_UNO.** Impresión artística de un agujero negro. Crédito: European Space Agency, NASA and Felix Mirabel (the French Atomic Energy Commission & the Institute for Astronomy and Space Physics/Conicet of Argentina)

[https://drive.google.com/file/d/1-3RKW-2IqUk24cmkTYuodcEUyz7JfZ1/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1-3RKW-2IqUk24cmkTYuodcEUyz7JfZ1/view?usp=drive_link)



**IMAGEN\_DOS.** Esquema de la estructura estática de un agujero negro esféricamente simétrico. Créditos: Raúl Carballo-Rubio (IAA-CSIC).

[https://drive.google.com/file/d/1rjdTOAyBLYSJGtw5jGRLi6OhyD83aEvu/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1rjdTOAyBLYSJGtw5jGRLi6OhyD83aEvu/view?usp=drive_link)

