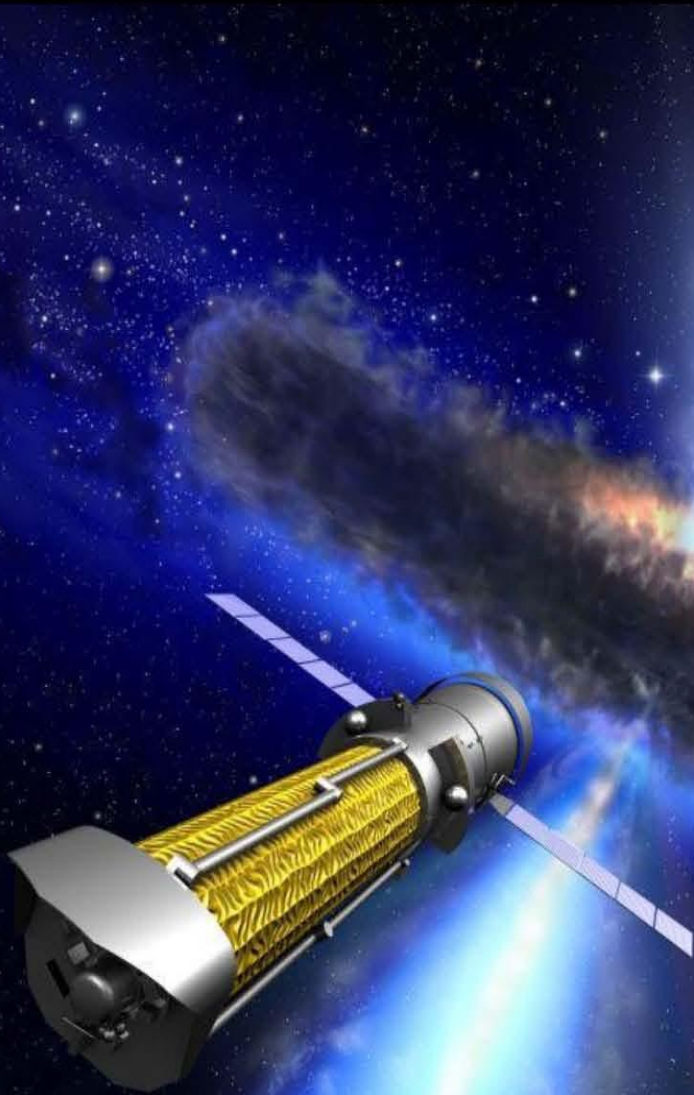


AGUJEROS NEGROS



2⁴ PREGUNTAS

Los agujeros negros son uno de los temas que se estudian en la línea de investigación [Galaxias y AGN](#) del [Instituto de Física de Cantabria](#). Por medio de estas 16 preguntas y sus correspondientes respuestas queremos acercar este tema a los no expertos.

00001

¿Qué es un agujero negro?

Un **agujero negro** es una región del espacio que tiene tanta masa concentrada en ella que un objeto cercano no puede escapar de su campo gravitatorio.

00010

¿De verdad existen los agujeros negros?

Sí existen. Los astrónomos han descubierto bastantes objetos que sólo pueden ser explicados como agujeros negros. Estos objetos son oscuros, por lo que no podemos verlos, pero ejercen una fuerte influencia en las estrellas, el gas e incluso el espacio que los rodea. Los objetos son tan oscuros, densos y pesados que tienen que ser o agujeros negros o algo todavía más exótico.

00011

¿Qué tamaño tiene un agujero negro?

El tamaño de un agujero negro se toma como el de mínima distancia al mismo desde la que se puede escapar. Esta distancia se denomina horizonte de sucesos y depende de la masa del agujero.

Una masa típica para un agujero negro estelar sería de alrededor de 10 veces la masa del Sol, o sea, 10^{31} kilogramos, que significa un 1 con 31 ceros detrás:
10.000.000.000.000.000.000.000.000.000.

Los astrónomos creen que muchas galaxias albergan agujeros negros extremadamente masivos en sus centros, con un peso de alrededor de un millón de veces la masa del Sol, o 10^{36} kilogramos.

Un agujero negro con una masa igual a la del Sol tendría un radio de 3 kilómetros. Por lo tanto, un agujero negro típico de 10 masas solares tendría un radio de 30 kilómetros, y el agujero negro de un millón de masas solares en el centro de nuestra galaxia tendría un radio de 3 millones de kilómetros.

00100

¿Hay algún agujero negro cercano a la Tierra?

Los agujeros negros más cercanos descubiertos hasta ahora están a varios miles de años luz. Están tan lejos que no tienen ningún efecto en la Tierra ni en su medio. Parece que hay un agujero negro supermasivo en el centro de nuestra galaxia, la Vía Láctea, a unos 27.000 años luz. Aunque tiene varios millones de veces la masa del Sol, al estar tan lejos no afecta nuestro Sistema Solar.

00101

¿Se convertirá nuestro Sol en un agujero negro?

No. Las estrellas como el Sol no son lo bastante masivas para convertirse en agujeros negros. Lo que sucederá, dentro de varios miles de millones de años, es que el Sol expulsará sus capas externas y su núcleo formará una enana blanca: una bola densa de carbono y oxígeno que ya no produce energía nuclear, pero que brilla debido a su alta temperatura. La masa de una enana blanca típica es más o menos como la del Sol, pero su tamaño es sólo el de la Tierra, que es el uno por ciento del diámetro actual del Sol.

00110

¿Cuál es el agujero negro más grande?

El agujero negro más grande conocido está en el núcleo de M87, una galaxia elíptica gigante en la constelación de Virgo. Su masa parece ser unos tres mil millones de veces mayor que la del Sol, con un diámetro de unos 18 mil millones de kilómetros, casi el doble que el diámetro de la órbita de Plutón, que se consideraba el planeta más distante de nuestro sistema solar hasta 2006.

00111

¿Qué pasa al acercarse a un agujero negro?

El efecto exacto depende del tamaño y la masa del agujero negro. Un agujero negro "de masa estelar" –un agujero negro con una masa varias veces la del Sol– ejerce un fuerte efecto de marea sobre cualquier objeto que se acerque a su horizonte de sucesos.

Es el mismo efecto que produce las mareas en la Tierra; el empuje gravitacional en el lado del objeto que está más cerca del agujero negro es notablemente mayor que en el lado opuesto, así que la gravedad estira el objeto y lo destruye. La marea es menos pronunciada para los objetos que se acercan a un agujero negro supermasivo.

Observado desde fuera, parece que el tiempo pasa más despacio para el objeto que se acerca al horizonte y su luz "se estira" a longitudes de onda cada vez más largas.

Una persona que pese 70 kilos en la Tierra, sobre el horizonte de un agujero negro estelar (con una masa como la del Sol) pesaría aproximadamente 100 billones de kilos (10^{14}) y sobre el horizonte de sucesos del agujero negro supermasivo de M87 (3×10^9 Msol) serían tan solo 35000 kilos.

01000

¿Cómo se forma un agujero negro?

Un agujero negro se forma cuando un objeto alcanza cierta densidad crítica, y su gravedad hace que se colapse hasta volverse un punto casi infinitamente pequeño.

La energía producida por las reacciones nucleares en el interior de las estrellas evitan que colapsen por su propio peso. Cuando estas reacciones cesan en una estrella masiva, nada puede evitar la formación de un agujero negro de masa estelar. Las capas exteriores de la estrella pueden salir despedidas al espacio, o caer al agujero negro, para hacerlo más pesado.

Los astrónomos no están seguros de cómo se forman los agujeros negros supermasivos. Pueden formarse a partir del colapso de grandes nubes de gas, o de la unión de muchos agujeros negros pequeños, o de una combinación de eventos.

01001

¿Cuántos agujeros negros hay?

Los astrónomos han descubierto varias docenas de probables agujeros negros "supermasivos" en los núcleos de galaxias bastante cercanas, además de muchos otros en objetos distantes conocidos como cuásares. Han descubierto quizás una docena o dos de probables agujeros negros de masa estelar en nuestra galaxia, la Vía Láctea (y otro en una galaxia satélite), además de unos cuantos agujeros negros de masa intermedia en la Vía Láctea y otras galaxias.

Puede haber agujeros negros supermasivos en los núcleos de todas las galaxias con bultos centrales de estrellas, y en la Vía Láctea puede haber miles de agujeros negros de masa estelar, y miles más en cada una de los miles de millones de otras galaxias.

01010

¿Hay algo que pueda escapar de un agujero negro?

Nada que caiga en un agujero negro puede volver a salir, al menos en la forma original. Pero un agujero negro puede perder parte de su masa. Según la teoría cuántica, "parejas virtuales" de partículas a veces cobran existencia a partir del material del propio espacio. Estas partículas se cancelan rápidamente unas a otras y desaparecen.

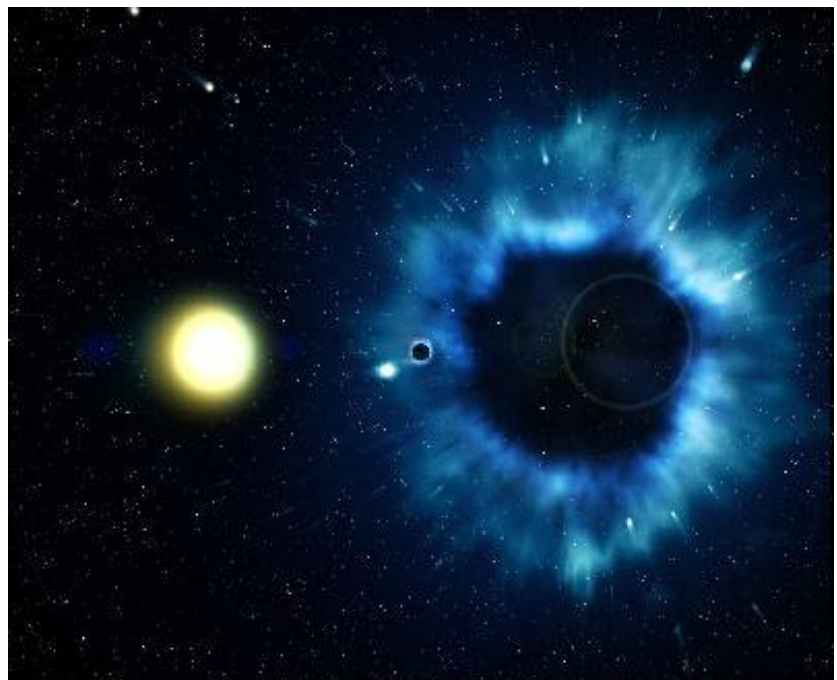
Pero si un par de partículas aparece justo afuera del horizonte de un agujero negro, puede que una caiga dentro, para no volver a salir. Si la de fuera no cae por el horizonte, entonces las partículas no pueden cancelarse mutuamente. Básicamente, esto "roba" un poco de masa del agujero negro. A lo largo de miles de millones de millones de millones de años, la pérdida de masa puede resultar lo bastante importante para hacer que el agujero negro se disipe. El material saldría, pero no en su forma original sino como energía y partículas subatómicas. Esta energía se conoce como la radiación de Hawking, en honor de Stephen Hawking, el físico que la describió por primera vez.

01011

¿Cómo puede escapar de un agujero negro su propia gravedad, pero no la luz?

En el caso de los agujeros negros conviene concebir la gravedad como la describió Albert Einstein: una curvatura en el espacio-tiempo. Según la teoría de la relatividad especial de Einstein, la masa curva el espacio que la rodea. Para cuerpos relativamente ligeros, como la Tierra, el efecto es mínimo.

Para cuerpos más pesados, como el Sol, el efecto es pequeño pero detectable (los científicos confirmaron el efecto, además de con otros medios, midiendo la órbita de Mercurio, el planeta más cercano al Sol, que es arrastrado un poco hacia delante por la distorsión del espacio-tiempo producida por el Sol). Y, para los objetos masivos, como los agujeros negros, el efecto es enorme.



01100

Si no puede escapar la luz ¿cómo se detectan?

En primer lugar por los efectos de su campo gravitatorio. Si se detecta la presencia de una cantidad grande de masa en una zona muy pequeña, la única forma que conocemos que puede adoptar la materia en esas circunstancias tan extremas es la de un agujero negro.

Adicionalmente, aunque la materia no puede escapar una vez que alcanza el horizonte de sucesos, hasta que se acerca tanto libera una gran cantidad de energía, que fundamentalmente escapa en forma de radiación, desde rayos X hasta ondas de radio. La emisión de gran cantidad de radiación desde áreas muy concentradas es otro indicio revelador de la presencia de estos objetos exóticos.

Además, cuando la radiación escapa de zonas tan cercanas al horizonte de sucesos, la intensa gravedad otorga una serie de características a dicha radiación que sólo pueden provenir de esos entornos tan extremos. Hoy en día se han detectado dichas características en decenas de fuentes cósmicas.

01101

¿Por qué los usan tanto si nadie ha visto realmente que ocurre en el interior?

Una de las razones de más peso teórico para estudiar los agujeros negros, es la relación que presentan entre relatividad general, mecánica cuántica y física estadística (aspectos estudiados principalmente por Hawking). Se supone que existe una relación entre el área del horizonte y una posible entropía (una medida del grado de desorden) del agujero.

Esto supone que los agujeros negros deberían tener temperatura que se nos presenta en forma de una radiación que emiten (la radiación de Hawking), que es un resultado que actualmente no se comprende bien, a la falta de una teoría que describa la gravitación en términos cuántico.

01110

¿Hay diferentes tipos de agujeros negros?

Existen diferentes tipos de agujeros negros: Estáticos (agujeros negros de Schwarzschild), en rotación (de Kerr), estáticos con carga (de Reissner-Nordström) y en rotación con carga (de Kerr-Newman).

También se clasifican según su masa en microagujeros negros, agujeros negros de masa estelar, agujeros negros de masa intermedia y agujeros negros supermasivos.

Según su origen, se clasifican en agujeros negros estelares y agujeros negros primordiales.

01111

Si un agujero negro existiese, ¿no atraería toda la materia del Universo?

No. Un agujero negro tiene un "horizonte", o sea, una región desde la que no puedes escapar. Si cruzas el horizonte, estarás destinado a permanecer sin remedio en el agujero negro.

Pero en la medida en que te mantengas fuera del horizonte, el campo gravitacional que rodea a un agujero negro no es diferente del campo que rodea a cualquier otro objeto con la misma masa. En otras palabras, un agujero negro con una masa igual a la solar no es más capaz de atraer a objetos lejanos que cualquier otro objeto con una masa igual a la solar (como, por ejemplo, el propio Sol).

10000

¿Son los agujeros negros "pasadizos a otras partes del Universo"?

Hasta ahora, sólo en la ciencia ficción. Todo lo que cae en un agujero negro queda atrapado y no puede salir por un "agujero blanco" a otra parte del universo.

La teoría permite la existencia de "agujeros de gusano," que son "atajos" teóricos entre dos puntos en el espacio-tiempo. Sin embargo, no se ha detectado ningún "agujero de gusano." Y según las teorías, en cuanto cualquier material intentara entrar en el agujero de gusano, se colapsaría.



EL INSTITUTO DE FÍSICA DE CANTABRIA

El [Instituto de Física de Cantabria](#) es un centro de investigación creado en 1995, cuya titularidad comparten el [Consejo Superior de Investigaciones Científicas \(CSIC\)](#) y la [Universidad de Cantabria \(UC\)](#).

La finalidad del Instituto es realizar investigación en “ciencia básica” de los distintos aspectos de la Física, estudiando desde lo más grande (el Universo) hasta lo más pequeño (partículas elementales).

Se realiza investigación en varios campos de la Ciencia: Astrofísica, Física de Partículas, Física de Sistemas no Lineales, Meteorología, Computación y e-Ciencia.



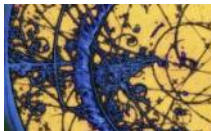
[Galaxias y AGNs](#)



[Cosmología Observacional e Instrumentación](#)



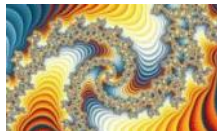
[Física de Partículas](#)



[Computación Avanzada y e-Ciencia](#)



[Dinámica y fluctuaciones en sistemas no lineales](#)



[Meteorología y Cambio Climático](#)

