

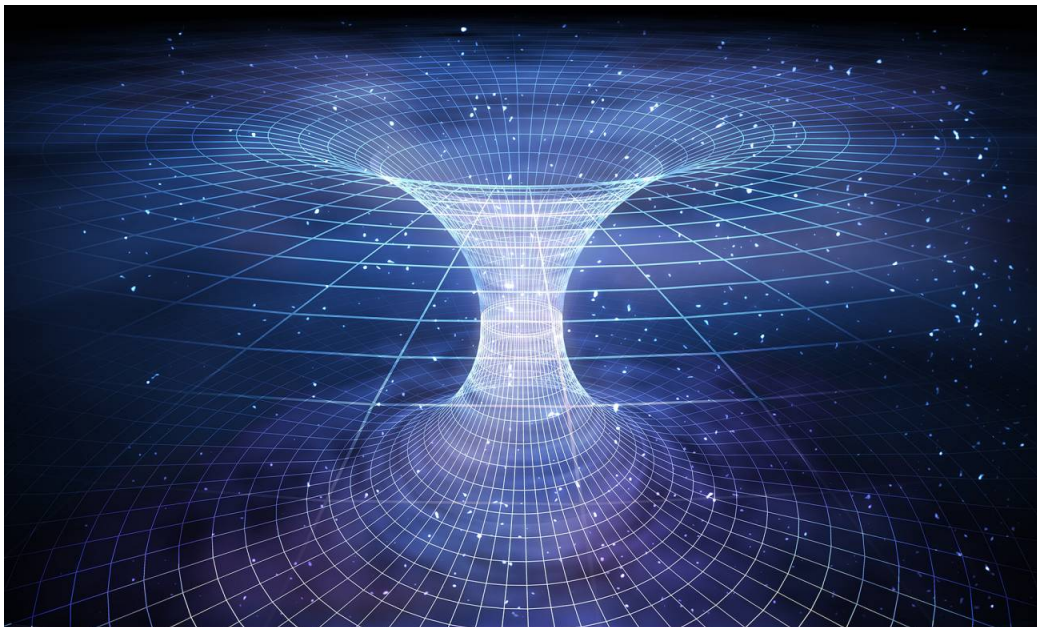
Dos grupos de físicos teóricos se adentran en los agujeros de gusano

Aunque todavía no se ha encontrado ninguno, la física propone 'atajos' que permiten viajar a otros lugares o momentos futuros del universo.

Investigadores americanos por una parte, y europeos por otra, proponen dos formas de atravesar estos túneles espaciotemporales respetando los principios teóricos, aunque con alguna discrepancia entre ellos.

Enrique Sacristán

29/3/2021 08:00 CEST



Agujero de gusano sobre un espacio-tiempo curvo, un 'atajo' para viajar a puntos distantes del universo. / Adobe Stock

Un [agujero de gusano](#) o **puente de Einstein-Rosen** (por los dos físicos que lo describieron) es un 'túnel' que conecta puntos distantes en el espacio-tiempo. En realidad son soluciones matemáticas a las ecuaciones de campo de la teoría de la relatividad general de Albert Einstein.

Por estos 'atajos' se podría viajar, siempre a velocidades inferiores a la de la luz, a otros lugares distantes del universo, y también hacia el futuro, no al pasado, de acuerdo a los principios de la física.

Los agujeros de gusano son 'túneles' espaciotemporales, de momento puramente teóricos, por los que se podría viajar a lugares distantes del universo y hacia el futuro

De momento estos túneles espaciotemporales son puramente teóricos, no se ha descubierto ninguno, pero los físicos no dejan de plantear formas de atravesarlos sin que se cierre su 'garganta' por la atracción gravitatoria. Las dos últimas propuestas llegan desde Europa y EE UU.

Uno de los estudios lo publican los físicos **Juan Martín Maldacena** del Instituto de Estudios Avanzados y Alexey Milekhin de la vecina Universidad de Princeton (EE UU) en la revista [Physical Review D](#). Estos autores utilizan un modelo del universo con más de cuatro dimensiones para explicar como un humano podría cruzar uno de estos puentes de Einstein-Rosen.

Por su parte, el otro trabajo, que aparece en [Physical Review Letters](#), lo firma el profesor **José Luis Blázquez Salcedo** de la Universidad Complutense de Madrid en colaboración con los investigadores Christian Knoll de la Universidad de Oldenburgo (Alemania) y Eugen Radu de la Universidad de Aveiro (Portugal). Los tres creen haber encontrado una forma novedosa de pasar a través de un agujero de gusano sin necesidad de recurrir a materia exótica como hasta ahora.

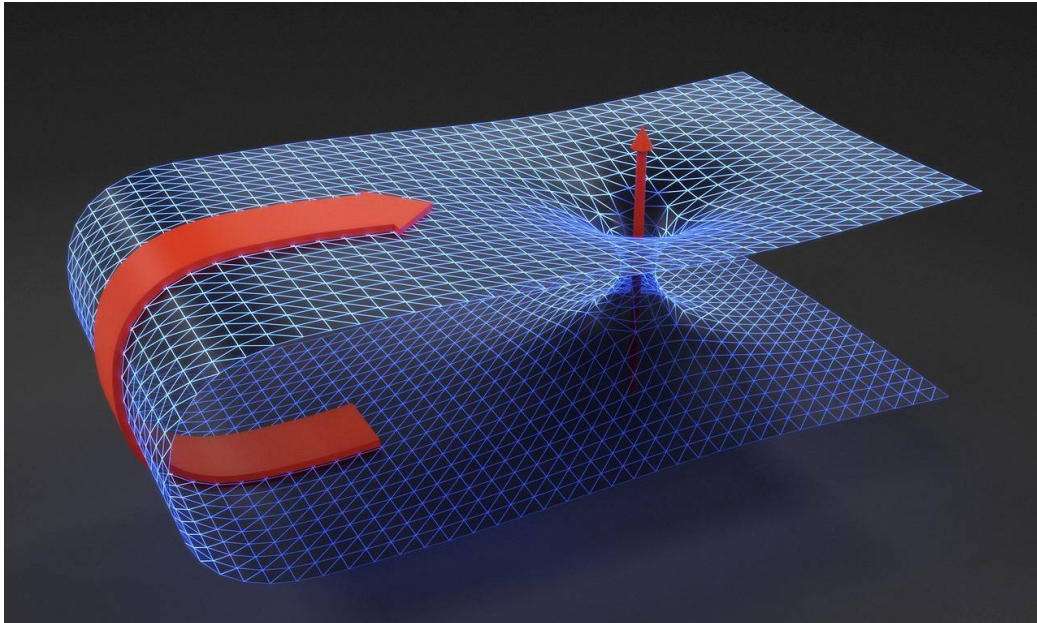


Ilustración de un agujero de gusano en un espacio-tiempo doblado, un 'túnel' por el que se puede salir a otro lugar del universo o a un momento del futuro. / ESO/L. Calçada

En principio los dos estudios son consistentes con los principios de la física conocida, aunque entre ambos grupos existen algunas discrepancias al respecto. Para conocer mejor los detalles conviene contextualizar y recordar que la existencia de un agujero de gusano en el que se pueda entrar y salir requiere una distribución de masa-energía que viola varias condiciones energéticas.

Materia exótica en el agujero

Como solución se han propuesto modelos que plantean la existencia de diversos tipos de **materia exótica**. Esta proporcionaría la fuerza necesaria para contrarrestar la atracción gravitacional dentro del agujero, de tal forma que se pudiera mantener abierto.

El problema es que esa materia exótica se escapa del modelo estándar de la física de las partículas, ampliamente aceptado. Un ejemplo de esta extraña materia es el llamado **campo escalar fantasma**, que posee energía cinética negativa y que nunca se ha observado en la naturaleza.

Los [campos escalares](#) de este tipo, utilizados normalmente en modelos de agujeros de gusano atravesables, están constituidos por **bosones**, uno de los

dos tipos básicos de partículas elementales en la naturaleza (como el W, el Z o el *higgs*).

Maldacena y su colega de Princeton presentan soluciones de agujeros de gusano que podrían atravesar los humanos basándose en el modelo de Randall-Sundrum, que postula una dimensión extra, responsable de generar una energía negativa que puede mantener abierta la 'garganta' del agujero

Los bosones son matemáticamente simples y, por tanto, a menudo se prefieren en los análisis teóricos. Su [espín](#), por ejemplo, es un número entero (0, 1, 2...). Sin embargo, el único campo escalar fundamental que actualmente se observa en la naturaleza es el bosón de Higgs, y no admite una geometría de agujero de gusano.

Pero, por otra parte, estos misteriosos objetos también se pueden explicar usando el otro tipo de partículas de la naturaleza: los **fermiones**, grupo al que pertenecen los electrones y quarks, por ejemplo. Su espín puede ser semientero: 1/2, 3/2...

En este contexto, Maldacena y su colega de Princeton presentan soluciones de agujeros de gusano que podrían transitar los humanos basándose en una teoría que postula una dimensión extra, que se considera como una posibilidad para materia mas allá del modelo estándar: el [modelo Randall-Sundrum](#).

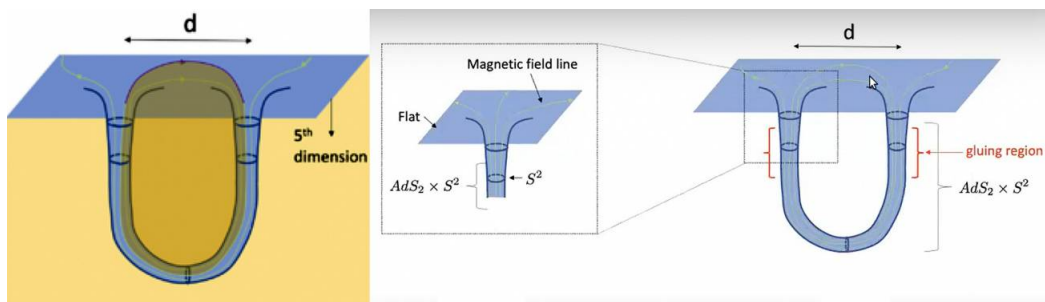
Dentro de la teoría de supercuerdas y la cosmología de branas, este modelo propuesto por Lisa Randall (que hace unos años lo explicó en la Universidad Autónoma de Madrid) y por Raman Sundrum, describe un universo de geometría deformada con **cinco dimensiones**, donde casi todas las partículas fundamentales están ancladas en una 'membrana'.

En este caso, la **dimensión extra** es responsable de generar una energía negativa que puede mantener abierta la garganta del agujero de gusano, de geometría muy alargada.

“Utilizamos soluciones exóticas que emplean un tipo de materia que no ha sido observada aun y que muy probablemente no exista en nuestro universo”, subraya Maldacena a SINC, “pero lo interesante es que esta materia **respeto los principios básicos de la física conocida**, como los de la mecánica cuántica relativista, a diferencia de otras propuestas anteriores de agujeros de gusano que no lo hacían”.

Viajar entre galaxias en menos de un segundo

Según su modelo, un ser humano podría viajar entre galaxias a través de uno de estos túneles en menos de un segundo, considerando el tiempo desde el punto de vista del viajero, porque para un observador externo estaría tardando miles de años.



Geometría de agujero de gusano estudiada por J. Maldacena y A. Milekhin. / Phys. Rev. D

Materia ordinaria para atravesar el agujero

Con un enfoque “semiclásico”, el grupo europeo ha ido un paso más allá, y presenta una forma de atravesar túneles espaciotemporales que no solo consideran que respeta los principios de la física, sino que, además, usa materia ordinaria: fermiones genéricos, descritos por funciones de onda cuánticas.

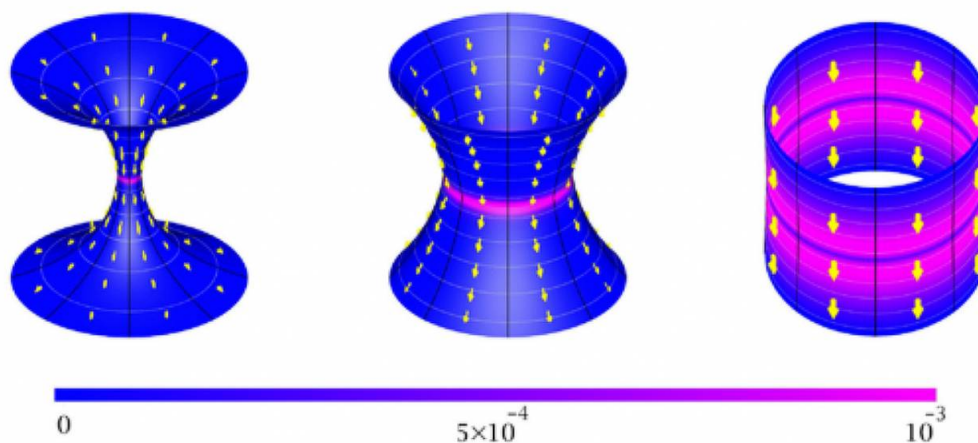
“En nuestra investigación hemos construido por primera vez agujeros de gusano atravesables en la teoría de Einstein-Dirac-Maxwell, es decir, sin necesidad de introducir materia exótica”, destaca Blázquez a SINC, que insiste: “consideramos materia descrita por el modelo estándar de física de partículas, a la vez que empleamos la teoría de la gravedad de Einstein”.

“ En nuestra investigación hemos construido por primera vez agujeros de gusano atravesables en la teoría de Einstein-Dirac-Maxwell, es decir, sin necesidad de introducir materia exótica, aunque no incorporamos todos los efectos cuánticos ”

José Luis Blázquez Salcedo (UCM)

Usar la **teoría de Einstein-Maxwell-Dirac** implica utilizar las tres que engloba: la de la relatividad general de Einstein para la gravedad, la de Maxwell para los campos electromagnéticos donde interactúa la materia y la de Dirac para los fermiones.

“Los campos de Dirac violan naturalmente las condiciones de energía, por lo que los fermiones pueden proporcionar la interacción adicional para equilibrar la atracción gravitacional y mantener abierto el agujero de gusano”, subraya el físico español.



Solución de agujero negro propuesta por el equipo de J. L. Blázquez Salcedo, con una región de la 'garganta' ampliada. / Phys. Rev. Lett.

Blázquez reconoce que, “debido a la naturaleza cuántica de los fermiones, los agujeros de gusano que hemos obtenido, en el hipotético caso de que existieran, serían microscópicos”, aunque su descubrimiento abre nuevas vías de investigación teórica en otros modelos de gravedad, con otra materia

o incluyendo más efectos cuánticos.

Debate entre físicos teóricos

Aunque el equipo europeo señala que su propuesta para atravesar agujeros negros emplea materia ordinaria y se ajusta a la física conocida, Maldacena lo cuestiona: “Su artículo utiliza una materia exótica que no está de acuerdo con los principios físicos, así que es similar a otras propuestas anteriores. En particular utilizan un campo de espín 1/2 que es bosónico, en lugar de fermiónico”.

“ *No creo que nunca encontremos agujeros de gusano, al menos los que discutimos aquí*

Juan Martín Maldacena (IAS)

”

Blázquez no está exactamente de acuerdo: “En nuestro trabajo, el **campo de Dirac** está restringido a un estado particular, lo que se conoce como un [estado singlete](#). El campo posee espín 1/2 y es fermiónico. Normalizamos la función de onda y respetamos el principio de exclusión de Pauli, siendo por tanto consistente con los principios de la física”.

De todas formas acepta la crítica, reflejada también en el propio *paper* del equipo europeo: “Aunque nuestro modelo no incluye materia exótica, es verdad que tampoco incorpora todos los **efectos cuánticos**, y seguramente son muy importantes. Estos podrían alterar las propiedades de los agujeros de gusano, o incluso evitar su existencia, por lo que son necesarias más investigaciones”.

El debate entre los dos grupos de físicos teóricos y sus estudios continúan, algo habitual en ciencia para seguir avanzando. En cualquier caso el descubrimiento de un agujero de gusano que podamos atravesar todavía parece estar muy muy lejos: “No creo que nunca los encontremos, al menos los que discutimos aquí”, apunta Maldacena, aunque quién sabe si en el futuro se abrirán otras posibilidades.

Referencias:

J. Maldacena and A. Milekhin. "[Humanly traversable wormholes](#)". *Physical Review D*, 2021.

Jose Luis Blázquez-Salcedo, Christian Knoll and Eugen Radu. "[Traversable wormholes in Einstein-Dirac-Maxwell theory](#)", *Physical Review Letters*, 2021.

Derechos: **Creative Commons**.

TAGS

MODELO ESTÁNDAR DE FÍSICA DE PARTÍCULAS | AGUJERO DE GUSANO |
ESPACIO-TIEMPO |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)

