

Lo que Stephen Hawking no supo de los agujeros negros

José Edelstein e Iván Martí-Vidal



Nota. Estimados lectores ya estamos de nuevo por acá. Casi sin querer, todos alegres y en bola, estrenamos el año 2024. La Facultad entera sale de su letargo invernal. Son días de arreglar nuestros horarios, de retomar conversaciones, de iniciar nuevas amistades, de hacer planes, de checar salones y profesores. En fin, días relajados donde la principal actividad es reencontrarnos.

¡Muy bien! Seamos todos bienvenidos a la Facultad de Ciencias de la UNAM. En octubre del año 2022 dos físicos, José Edelstein e Iván Martí-Vidal, le enviaron una carta a Stephen Hawking. El hecho resultó sorprendente por varias razones. Una de ellas es que Hawking murió el 14 de marzo de 2018, otra es que ya casi nadie escribe cartas. El caso es que a través de "TheConversation" tuvimos acceso al contenido de la misiva.

Además de los chismes usuales que ahí se exponen, encontramos en ella una buena cantidad de información súper interesante sobre el importantísimo tema de los agujeros negros.

La carta tomó forma de artículo.
El título que adoptó fue

Lo que Stephen Hawking no supo de los agujeros negros

Estamos seguros que ustedes gozarán de su lectura.

El placer de leer cartas, dirigidas a uno o dirigidas a otra persona, desgraciadamente se ha ido perdiendo. Tal vez es pura nostalgia, pero qué padre era recibir una carta escrita a mano. Era todo un acontecimiento.

En fin, volviendo a lo nuestro, resulta que José Edelstein es profesor en la Universidad de Santiago de Compostela. Por su parte, Iván Martí-Vidal es profesor en la Universitat de València, España. Va también nuestro agradecimiento a

THE CONVERSATION

Querido Stephen:

Lo que menos te sorprenderá de estas líneas es saber que tu recuerdo permanece intacto, tanto en la comunidad científica como en la sociedad. Pero estamos seguros de que, a pesar de que fuiste un optimista impenitente hasta el último día de tu vida, no creerías todo lo que hemos aprendido sobre tus criaturas predilectas, los agujeros negros, desde el infausto 14 de marzo de 2018 en que nos dejaste.

Llegaste a disfrutar de un hito, la primera detección de ondas gravitacionales, y te entusiasmaste al saber que se trató de la fusión de dos agujeros negros a más de mil millones de años luz.

Estamos seguros de que recreaste en tu cabeza ese instante final en el que dos colosos, que albergaban 29 y 36 masas solares en sus modestos cuerpos de poco más de 100 kilómetros de tamaño, se fundieron violentamente sacudiendo, en dos décimas de segundo, el tejido espacio-temporal con una potencia 50 veces mayor que la de la luz que llena todo el universo observable.

¿Y si son estrellas de bosones?

El historial de detecciones de ondas gravitacionales siguió su previsible camino y hoy ya rondamos las cien. Eso no te sorprenderá. ¿Pero qué nos dices de la que observamos el 21 de mayo de 2019? Ya no es que la fusión se haya producido a 17 mil millones de años luz, sino que las masas de los agujeros negros fueron de 66 y 85 soles.

Sí, lo sabemos, creerás que hay un error en las cifras. Sabes mejor que nadie que la muerte de una estrella de más de 65 masas solares no debería dar lugar a un agujero negro. Se supone que sufriría un colapso parcial, antes de que le llegase su hora, desencadenando una violenta explosión. No sabemos si hay algún error en estos argumentos, si esos agujeros negros son el resultado de una fusión previa o si, ¡prepárate!, no son agujeros negros sino estrellas de bosones. Ya, ya... ya sabemos que dirás que éstas no existen, pero quizás debas empezar a acostumbrarte a la idea de que lo que no existía mientras vivías lo veamos ahora por primera vez. La última palabra la tiene siempre la Naturaleza.

El anillo de luz que orbita M87

Te habrías quedado sin aliento, ciertamente, frente a lo que logró la colaboración del Event Horizon Telescope unas semanas antes de aquel 21 de mayo. Sabes mejor que nadie que los astrónomos llevan muchos años estudiando cómo la gravedad afecta a la trayectoria de los rayos de luz. Para ello, usan imágenes de astros lejanos, cuyos rayos pasan fortuitamente cerca de objetos muy masivos (las famosas lentes gravitacionales). Pero hasta 2019 nadie había conseguido explorar ese fenómeno en el régimen de la gravedad más extrema: las inmediaciones de tus queridos agujeros negros.

En abril de 2019, vimos por primera vez una imagen hecha por los rayos de luz que estuvieron orbitando muy cerquita del horizonte de sucesos de un agujero negro (concretamente, el que habita en el corazón de la galaxia M87). ¡Cuánto te habría gustado ver esa preciosa imagen! Se trata de un anillo de luz, mayormente formado por los fotones que, tras romper sus órbitas inestables cercanas al agujero negro, escaparon de aquel profundo pozo gravitatorio y comenzaron su viaje de casi 55 millones de años rumbo a la Tierra.

Ha sido posible lo inimaginable: fotografiar agujeros negros

Pero la historia no acaba ahí. En 2022, el mismo equipo de astrónomos publicó la imagen de Sagitario A*, el agujero negro que vive en el corazón de nuestra propia galaxia.

Esos resultados han sido los primeros de una serie de observaciones con un objetivo muy ambicioso. Además de poner a prueba la Relatividad General, pretenden usar sus imágenes para conocer al detalle los mecanismos por los que algunos de los agujeros negros supermasivos (cuásares y blázares) pueden producir esos formidables chorros de materia y radiación que los caracterizan y que pueden alcanzar tamaños mucho mayores que los de sus galaxias anfitrionas.

Una de las posibles fuentes de energía para esos chorros podría venir de la rotación del agujero negro, que arrastra consigo al espacio circundante y obliga a las líneas de campo magnético a enrollarse a su alrededor, produciendo un extraordinario flujo electromagnético en los polos. En ese caso, el horizonte de sucesos, permeado por líneas de campo magnético, podría estar jugando un papel fundamental en el proceso de producción de los chorros relativistas, tal y como parecen indicar las imágenes polarizadas publicadas por el Event Horizon Telescope.

A esta altura, ya entenderás por qué nos vimos en la necesidad de escribirte e interrumpir tu descanso. ¡Hay tanto que contarte!

En su interior se forman islas

¿Qué pasó con la paradoja de la información que tan brillantemente descubriste y tantos desvelos te produjo? ¡Ha habido una auténtica revolución! Seguro que recuerdas el trabajo en el que tu antiguo estudiante, Don Page, demostró que el entrelazamiento cuántico de la radiación emitida por un agujero negro y las partículas virtuales atrapadas en su interior, su entropía, tiene que seguir una curva inexorable: empieza siendo cero cuando todavía no hay radiación emitida y acaba siendo cero cuando ya se evaporó el agujero negro. Por lo tanto, debe aumentar inicialmente y luego disminuir. Si esto no se cumple, se perdería inexorablemente la información de la materia que dio lugar al agujero negro o cayó en él a lo largo de su vida.

Pocos meses después de tu muerte, empezaron a aparecer trabajos que, investigando a nivel teórico el interior de los agujeros negros, han concluido algo sencillamente extraordinario: cuando los agujeros negros envejecen, desarrollan en sus entrañas islas del universo exterior. ¿Nos creerías si te contáramos que dos trabajos lo demostraron, en paralelo, viendo la luz el mismo día? Sí, exacto, ¡el 21 de mayo de 2019! Ese día fuimos desconcertados por partida doble: detectando agujeros negros con masas inesperadas y descubriendo que en el corazón de estos astros, en cuya frontera creíamos que morían el espacio y el tiempo, cuando transitan la segunda mitad de su dilatada vida, quedan preñados de espacio y de tiempo para algún día devolvernos lo quitado. Imaginaste muchas soluciones posibles a la paradoja de la información, pero jamás una tan descabelladamente hermosa.

Nos vamos despidiendo, pero no porque se agoten las novedades. ¡Tantas cosas sucedieron en apenas cuatro años!

No te contaremos que Roger Penrose ganó el premio Nobel de Física, porque quizás la alegría tenga un poso agri dulce para ti.

Déjanos despedirnos contándote que algunas de las ondas gravitacionales detectadas sugieren una posibilidad espeluznante: es probable que muchos de los agujeros negros resultantes de las fusiones observadas hayan salido despedidos con tal velocidad que abandonarían sus galaxias para siempre. Esos viajeros, que transitan la inmensidad del cosmos con un universo en sus entrañas, nos llenan de melancolía; nos recuerdan a ti. 🌀



VI Encuentro Conjunto RSME-SMM

Del 1 al 5 de julio de 2024

El Comité Organizador, en nombre de la Real Sociedad Matemática Española (RSME) y de la Sociedad Matemática Mexicana (SMM), se complace en invitar a la comunidad matemática a participar en el "VI Encuentro Conjunto RSME-SMM", que tendrá lugar en la Universitat Politècnica de València, España.

Conferencias Plenarias

María de la Luz Jimena de Teresa,
María de los Ángeles
García Ferrero,
Mercedes Landete Ruiz,
David Nualart,
Luis Núñez Betancourt,
Mayra Núñez López,
Juan José Nuño Ballesteros,
Sandra Palau,
Víctor Manuel Pérez García.

Comité Científico

Por parte de RSME

José Bonet
Marta Casanellas
Antonio Durán
Elena Fernández

Por parte de SMM

María Emilia Caballero
Mucuy-Kak Guevara
Rubén Martínez Avendaño
Luis Verde

Página del evento:

<https://rsme-smm-vi.webs.upv.es/presentacion-comites/>

Para cualquier consulta contactar a la dirección de correo

rsme-smm24@upv.es
