

## PROYECTO UNAM

Coordinador: Roberto Arturo Gutiérrez Alcalá robargu@hotmail.com

## Conferencias en Investigaciones Históricas

El Instituto de Investigaciones Históricas invita al ciclo de conferencias "Sexo, matrimonio y género en el Renacimiento", que Sara Matthews-Grieco impartirá el 18 y el 20 de octubre, a las 17.00 horas, en el Salón de Actos de dicho instituto, en CU. Más informes en los teléfonos 55-22-75-16 y 27, y en [www.iih.unam.mx](http://www.iih.unam.mx)



# CIENTÍFICOS PUMAS

## PREDICEN FENÓMENOS GRAVITACIONALES

COLISIÓN CÓSMICA. Secuencia imaginada, de izquierda a derecha y de arriba a abajo, de un choque entre dos agujeros negros

Aunque nunca nadie haya visto una onda gravitacional, la certeza de que viajan en el espacio está fundamentada en estudios de relatividad numérica, área del conocimiento dedicada a predecir campos gravitacionales intensos mediante cálculos matemáticos complejos.

Desde hace ocho años, el grupo de Relatividad Numérica del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, coordinado por el doctor Miguel Alcubierre Moya —y del que forman parte también los doctores Marcelo Salgado y Darío Núñez, así como estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado— realiza en computadora simulaciones numéricas de la formación de agujeros negros y de las interacciones que se dan entre esos objetos, para predecir diversos fenómenos gravitacionales.

"Cuando decimos relatividad, realmente hablamos de gravedad, porque la teoría general de la relatividad es la teoría moderna de la gravedad, desarrollada por Albert Einstein en 1915, hace ya casi cien años", dice Alcubierre Moya.

Los estudios de relatividad numérica empezaron en Estados Unidos en la década de los años 70 del siglo pasado.

"Lo primero que hicieron los investigadores fue estudiar la interacción entre dos agujeros negros, particularmente si chocaban de frente. Aunque un choque de frente de agujeros negros nunca va a ocurrir en la realidad, esa suposición permite que el problema tenga simetría y que su solución sea más sencilla. En esa época, las computadoras eran muy limitadas; sin embargo, su capacidad creció poco a poco hasta que fue factible estudiar interacciones más realistas con ellas. El modelo fueron los agujeros negros", indica el investigador y también secretario académico del mencionado instituto universitario.

### Primera simulación

Se sabe que las dos terceras partes de las estrellas que aparecen en el cielo son estrellas binarias. Estas estrellas que viven en pareja al final de su vida acabarán convirtiéndose en agujeros negros, por lo que habrá sistemas binarios de agujeros negros.

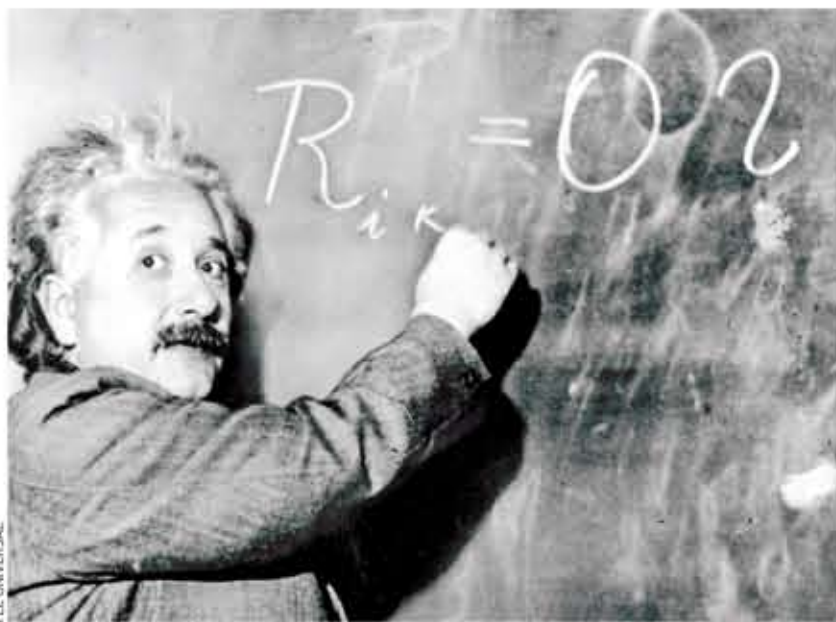
Cuando los agujeros negros están en órbita, girando uno alrededor del otro, emiten las llamadas ondas gravitacionales (de hecho, las emiten antes, durante y después de una colisión entre ellos).

De acuerdo con Alcubierre Moya, dichas ondas se asemejan a las electromagnéticas, de radio o de televisión, que se generan al acelerar cargas eléctricas.

"Con base en la teoría general de la relatividad, de Einstein, también se pueden producir ondas gravitacionales. Sólo que, en vez de cargas eléctricas, se deben acelerar masas enormes, del tamaño de las estrellas. Como esto no se puede hacer en laboratorio, hay que esperar a que el fenómeno sea desencadenado en el espacio por agujeros negros reales, cosa que sucede cuando están en órbita, girando y acelerándose uno alrededor del otro. Tal aceleración produce las ondas gravitacionales que, como las elec-

Para ello llevan a cabo en computadora simulaciones numéricas de la formación de agujeros negros y de las interacciones que se dan entre esos objetos cuasi fantásticos

## Teoría general de la relatividad, de Einstein



GENIO. El científico de origen alemán, en una de sus poses características

tromagnéticas, llevan consigo energía que se pierde de la órbita de los agujeros negros, por lo que éstos se acercan y acaban chocando. De ahí la idea de simular una colisión de dos agujeros negros, pues se espera que ésta emita ondas gravitacionales muy intensas", explica el investigador universitario.

En 2005, el doctor Frans Pretorius, actualmente en la Universidad de Princeton, Estados Unidos, realizó la primera simulación creíble dentro de los parámetros científicos de una colisión de agujeros negros en órbita. Alcubierre Moya contribuyó en las etapas iniciales de las investigaciones que llevaron a dicha simulación.

Desde entonces han surgido más preguntas por responder: ¿cómo se comportan los agujeros negros?, ¿qué pasa cuando chocan?, ¿cómo es el agujero que resulta de la fusión de los dos agujeros originales?, si este agujero negro final rota, ¿cuánto y qué tan rápido lo hace?; si los agujeros negros chocan y la energía orbital se pierde en ondas gravitacionales, ¿cómo son estas ondas, qué características tienen y cómo las podríamos detectar?

"Mientras tanto, nosotros investigamos a nivel teórico las señales de ondas gravitacionales, elaboramos predicciones de cómo se podrían ver y dejamos a los grupos observacionales que hagan la parte que les corresponde, aunque de momento no hay especialistas en México participando en la observación de ondas gravitacionales", apunta el investigador universitario.

**Con base en la teoría general de la relatividad, de Einstein, también se pueden producir ondas gravitacionales. Sólo que, en vez de cargas eléctricas, se deben acelerar masas enormes, del tamaño de las estrellas"**

**Miguel Alcubierre Moya, investigador y secretario académico del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM**

### Cuatro observatorios especializados

Para detectar las ondas gravitacionales se han construido cuatro observatorios especializados (dos operan en Estados Unidos, uno en Alemania y otro en Italia), con una estructura inusual y desmesurada, parecida a unos enormes brazos perpendiculares, de varios kilómetros de longitud, formados con tubos al vacío por los que viajan rayos láser.

"Es difícil detectar ese tipo de ondas. Realmente es un enorme reto científico y tecnológico. La primera suposición es que se puedan detectar como consecuencia de un choque de agujeros negros. Pero, ¿qué tan seguido ocurre ese fenómeno? Para contestar esa pregunta deben hacerse cálculos estadísticos que

Se trata de una teoría del campo gravitatorio y de los sistemas de referencia generales, publicada en 1915 por el científico de origen alemán Albert Einstein (1879-1955). Su nombre se debe a que generaliza la llamada teoría especial de la relatividad.

Los principios fundamentales introducidos en la teoría general de la relatividad son el principio de equivalencia, que describe la aceleración y la gravedad como aspectos distintos de la misma realidad; la noción de la curvatura del espacio-tiempo; y el principio de covariancia generalizada.

La intuición básica de Einstein consistió en postular que en un punto concreto no se puede distinguir experimentalmente entre un cuerpo acelerado uniformemente y un campo gravitatorio uniforme.

La teoría general de la relatividad también permitió reformular el campo de la cosmología.

integren varios supuestos: si el choque ocurre en nuestra galaxia, habrá que esperar algunos millones de años para verlo en nuestro planeta; pero si se consideran muchas galaxias, el resultado será distinto y estas colisiones ocurrirán con mucho mayor frecuencia", señala Alcubierre Moya.

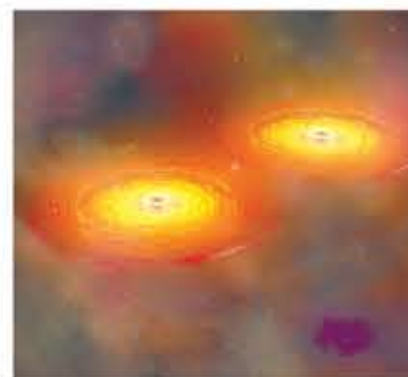
Por lo pronto, los investigadores pumas continuarán haciendo simulaciones numéricas de la formación de agujeros negros y de las interacciones que se dan entre esos objetos, para predecir diversos fenómenos gravitacionales.

"Incluso hemos considerado aplicar en estas predicciones algunas teorías alternativas de la gravedad. Si bien creemos que la teoría general de la relatividad, de Einstein, es la correcta para entender la gravitación (al menos hasta este momento), nos parece adecuado considerar teorías alternativas para avanzar en la comprensión de los nuevos fenómenos que podrían ocurrir. Es un camino que nos ha parecido interesante", concluye el investigador.

Si desea obtener más información, llame al teléfono 56-22-46-72, o bien escriba a los correos electrónicos [malcubi@nucleares.unam.mx](mailto:malcubi@nucleares.unam.mx) y [sriacad@nucleares.unam.mx](mailto:sriacad@nucleares.unam.mx)

También puede consultar la página electrónica del Instituto de Ciencias Nucleares: [www.nucleares.unam.mx](http://www.nucleares.unam.mx) (Rafael López).

siguenos en facebook en el grupo KIOSKO-ELUNIVERSAL



FOTOS: ARCHIVO EL UNIVERSAL Y CORTESÍA UNAM



ESTUDIOSO. Alcubierre Moya, del Instituto de Ciencias Nucleares

### » Solamente dos grupos de investigación

En México, únicamente dos grupos de investigación abordan hoy en día los problemas de la relatividad numérica: el que se formó hace ocho años en el Instituto de Investigaciones Nucleares de la UNAM y uno que surgió hace dos en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en Morelia, integrado por los doctores Francisco S. Guzmán, José Antonio González y Olivier Sarbach.

Asimismo, otros dos investigadores colaboran de manera sistemática en estos proyectos: Luis Ureña, de la Universidad de Guanajuato, y Tonatiuh Matos, del Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional.

### » Reconocimiento a la labor de los científicos mexicanos

Como un reconocimiento a la labor de los científicos mexicanos dedicados al estudio de la relatividad general, la "XIX Conferencia Internacional sobre Relatividad General y Gravitación", la más importante en este campo del conocimiento, se llevó a cabo en la ciudad de México del 5 al 9 de julio pasado.

A ella asistieron personalidades destacadas del mundo científico, como los doctores Roger Penrose y George F. Smoot, este último Premio Nobel de Física 2006.