

PROYECTO UNAM

Texto: **Leonardo Huerta Mendoza**
sabina0210@hotmail.com



Fray Luis de León y el Cantar de Cantares

La Coordinación de Humanidades de la UNAM invita a la conferencia "Fray Luis de León y el Cantar de Cantares. En la encrucijada de la modernidad", que dictará el doctor Víctor García de la Concha, director honorario de la Real Academia Española, el 8 de noviembre, a las 12:00 horas, en el Aula Magna de la Facultad de Filosofía y Letras, en Ciudad Universitaria.

Detección de ondas gravitacionales

La Universidad Nacional Autónoma de México, mediante el Instituto de Astronomía, participó en la primera detección de ondas gravitacionales producidas por el choque de dos estrellas de neutrones. A diferencia de una colisión de agujeros negros, una de estrellas de neutrones sí emite luz y, por lo tanto, puede observarse. Al interpretar las observaciones en luz, los astrónomos universitarios comprobaron que el mismo evento que dio origen a las ondas gravitacionales también produjo esa luz. Este suceso astronómico fue registrado el 17 de agosto pasado.



Avances científicos contra cáncer de mama

En sus cuatro años de existencia, el Programa de Investigación de Cáncer de Mama del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM ha logrado avances relevantes. Uno de ellos es la caracterización molecular y funcional de nuevos marcadores tumorales para el pronóstico y selección del tratamiento contra esta enfermedad que en el país causa la muerte de 10 mujeres al día; otro es la utilización de un inmunofármaco llamado Ipilimumab (antagonista del receptor CTLA-4) como terapia alternativa en tumores de cáncer de mama triple negativo.

Proponen una explicación del origen de la energía oscura

Se cree que representa alrededor de 70% del contenido energético del Universo. Sería la causante de la expansión acelerada de éste



Durante muchos años se pensó que la expansión cósmica se estaba haciendo más lenta debido a la atracción gravitacional, pero en 1998 se descubrió que la velocidad

de esta expansión no sólo no era más lenta, sino que se estaba acelerando como resultado de un misterioso componente energético del universo. Aunque se desconoce la naturaleza de esta energía, conocida como energía oscura (se cree que representa alrededor de 70% del contenido energético del universo), tres físicos teóricos presentaron una novedosa propuesta acerca de su origen.

Daniel Sudarsky, del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, y Thibault Josset y Alejandro Pérez, de la Universidad Aix-Marseille, en Francia, consideran que hay varias razones para pensar que, al contrario de lo que aprendimos en la escuela (la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma), la energía en el universo no es fija ni se conserva: cambia gradualmente.

Un cambio así no es compatible con la teoría de la relatividad general de Albert Einstein, pero sí con una versión un tanto modificada de la misma: la gravedad unimodular, considerada por el genial físico durante sus investigaciones iniciales. En esa versión modificada, el acumulado a lo largo de la historia del universo de las pequeñísimas violaciones de la ley de la conservación de la energía se presentaría justo como una energía oscura.

Constante cosmológica

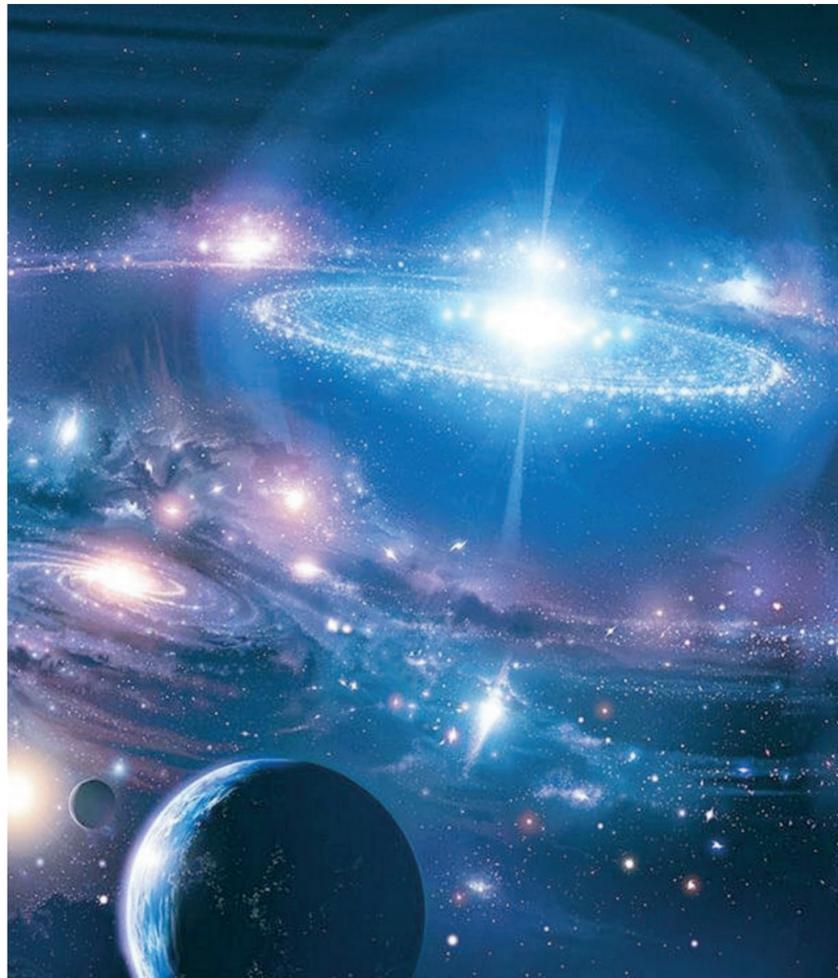
En la segunda década del siglo XX, mientras elaboraba su modelo del Universo, Einstein estaba convencido de que éste debía ser estático, pero eso no encajaba con lo que decía su teoría de la relatividad general. Con el fin de compensar los efectos de la gravitación causada por la masa del universo, Einstein introdujo en sus ecuaciones un término al que denominó la constante cosmológica.

Sin embargo, en la década siguiente, el astrónomo estadounidense Edwin Hubble llegó a la conclusión de que el universo no era estático. Al observar el movimiento y distribución de galaxias muy lejanas notó que éstas se alejaban de nosotros a una velocidad que era proporcional a su distancia, de lo cual dedujo que el universo se expandía, como si hubiera surgido de una explosión. Frente a esto, Einstein comprendió que no era necesaria la constante cosmológica en sus ecuaciones y desechó este concepto.

"Desde la tercera década del siglo pasado sabemos que el universo se expande. El problema es que, según lo que entendemos de la gravitación, hasta hace poco menos de 20 años esperábamos que la velocidad de expansión del universo fuera disminuyendo debido a que la gravitación es atractiva, pero entonces se descubrió que estaba aumentando. Para explicar este fenómeno, los físicos reintrodujeron la constante cosmológica, ahora rebautizada y generalizada —permitiendo con ello que no fuera exactamente constante— como energía oscura. El punto es que la explicación funciona, aunque no sabemos qué tipo de cosa es esa energía oscura, porque no se manifiesta de ninguna otra forma", dice Sudarsky.

Medición problemática

La mecánica cuántica estándar es una teoría que explica el funcionamiento del mundo de los átomos y sus partículas subatómicas o elemen-



tales (electrones, protones...) y cómo estas partículas se comportan de manera diferente a como lo hacen los objetos de la vida diaria. En unas ocasiones actúan como una onda y en otras como una partícula. Este comportamiento está relacionado con lo que impide que a una partícula elemental se la pueda describir por su posición y velocidad. De hecho, la teoría indica que, en general, una partícula no tiene ni posición ni velocidad definidas, sino que existe en una especie de estado nebuloso. Pero cuando decidimos medir su posición o su velocidad, siempre adquiere un valor definido.

Un problema de la mecánica cuántica sin solución hasta la fecha es el de la medición. Sólo es posible describir una partícula mediante una expresión matemática llamada función de onda. Ésta permite calcular la probabilidad de encontrar un valor u otro, si medimos su posición o, alternativamente, su velocidad. Cuando se mide su posición o su velocidad, la función de onda cambia de manera instantánea a una correspondiente al valor encontrado de la posición o la velocidad, respectivamente; este cambio es conocido como el colapso de la función de onda que resulta de la medición.

Ahora bien, cuando se mide la posición de la partícula, el resultado no se puede predecir, lo que implica que el cambio de la función de onda introduce un aspecto aleatorio o estocástico (en parte resultado del azar y no determinado por la situación anterior) en su comportamiento. Por el contrario, si no hay ninguna medición, la función de onda cambia de manera totalmente determinada por su condición anterior, de tal suerte que se puede predecir cuál será el estado del sistema dentro de cien años y también decir cuál tenía hace cien años.

El problema es que la teoría cuántica no explica a qué se le ha de considerar una medición. ¿Es algo que ocurre sólo cuando un ser humano está involucrado o lo puede hacer un aparato por sí mismo? ¿Es algo que también se da cuando otro tipo de ser vivo interactúa con el sistema de interés? ¿Una mosca o una bacteria pueden lle-

var a cabo una medición? El hecho de que la mecánica cuántica no responda a estas preguntas es lo que ha llevado a algunos físicos a concebir teorías modificadas de esta área de la física.

Otras teorías

De los trabajos de Philip Pearle, Giancarlo Ghirardi, Alberto Rimini y Tullio Weber en la década de los 70, y de los de Roger Penrose y Lajos Diosi en la década siguiente, surgieron teorías en las que no se necesitan observadores para que ocurra el colapso de la función de onda, pues éste se da de manera espontánea.

Según la mecánica cuántica estándar, una partícula no tiene posición antes de la medición; la adquiere en el momento en que ésta se efectúa. Pero en las teorías modificadas, las cosas se comportan como si se automediaran y la función de onda se colapsa sin necesidad de que alguien externo haya medido la posición de la partícula.

"A esto se le conoce como colapso espontáneo. De acuerdo con estas teorías del colapso espontáneo, la tasa de automedición de un elec-

trón es una vez en 10 mil millones de años", indica el investigador.

El interés de Sudarsky, Josset y Pérez por estas teorías surgió gracias a que, debido al problema de la medición, la teoría cuántica usual no se puede aplicar directamente al universo temprano porque en esos primeros instantes no había ningún observador o aparato de medición.

Una característica de estas teorías es que violan la ley de la conservación de la energía, por lo cual es muy difícil hacerlas compatibles con la relatividad general porque ésta implica la conservación local de la energía.

"Para resolver este problema recurrimos a la gravedad unimodular; en ella no se requiere la conservación de la energía", señala Sudarsky.

En su estudio de la evolución del universo, Sudarsky, Josset y Pérez consideraron una pequeña violación de la ley de la conservación de la energía, y lo que encontraron fue que aparece algo que se parece a la energía oscura.

"Esto sería una posible respuesta a la pregunta de qué es la energía oscura, pero no estamos seguros de ella. Einstein nunca consideró la posibilidad de que la energía no se conservara. En el contexto de las nuevas teorías, esta violación de la ley de la conservación de la energía parece natural", apunta el investigador.

Sudarsky, Josset y Pérez están aplicando una de las teorías del colapso espontáneo en situaciones en las que no se había aplicado antes, con la intención de resolver problemas que no se habían planteado con esos enfoques.

Otra razón para pensar en violaciones de la ley de la conservación de la energía surge de consideraciones acerca de la gravitación cuántica (una teoría que aún se busca y que unificaría la relatividad de Einstein con la teoría cuántica), las cuales llevan a sospechar que el espacio-tiempo es, en su nivel fundamental, un ente discreto o granular, en contraste con el continuo con que se le suele concebir.

En ese caso, tal y como argumentan los físicos teóricos Fay Dowker, Joe Henson y Rafael Sorokin, es factible que aparezcan pequeñas violaciones en la conservación de la energía de las partículas. Estas violaciones serían el resultado de la interacción de las partículas durante su propagación en el espacio-tiempo con el mencionado ente granular. En estas condiciones, la gravedad unimodular aplicada al estudio de la cosmología por Sudarsky, Josset y Pérez genera, una vez más, una energía oscura.

Lo interesante es que las estimaciones del tamaño del efecto muestran que la magnitud de la energía oscura generada de esta forma es compatible con la magnitud observada en la expansión acelerada, dados los límites empíricos del tamaño de las violaciones de la conservación de la energía, que resultan de las modificaciones de la cuántica o de los efectos de la granularidad del espacio-tiempo. "La propuesta no representa el final de esta historia y la investigación continúa para analizar con más detalle la viabilidad de la explicación y, de ser necesario, para hacer los ajustes apropiados."

Espacio de incertidumbre

El trabajo de Sudarsky, Josset y Pérez ha sido relativamente bien aceptado por la comunidad científica (se publicó en la prestigiosa revista *Physical Review Letters* y se le dedicó una reseña en *Science*). Con todo, han surgido algunas objeciones, una de las cuales es que viola la ley de la conservación de la energía.

"Una ley física es la manera en que resumimos una serie de observaciones. Hay muchas pruebas experimentales con las que se busca comprobar la conservación de la energía. Pero, en la física, estas pruebas no son absolutamente precisas. En algunas, la precisión es de uno en mil; en otras, de uno en 100 mil. La ley de la conservación de la energía tiene un espacio de incertidumbre que permite suponer que quizá no funciona 100%. Esa región es hacia donde estamos enfocando nuestro trabajo. La energía oscura tendría que encajar ahí, en esa región. Recordemos que, en la ciencia, las cosas, en general, no son absolutas", finaliza el investigador. ●



"La ley de la conservación de la energía tiene un espacio de incertidumbre que permite suponer que quizá no funciona 100%. Esa región es hacia donde estamos enfocando nuestro trabajo"

DANIEL SUDARSKY

Investigador del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM