

**Jueves
07
de abril**

Segundo de Secundaria Ciencias. Física

La gravedad según Einstein

Aprendizaje esperado: *analiza la gravitación y su papel en la explicación del movimiento de los planetas y en la caída (atracción) de los cuerpos en la superficie terrestre.*

Énfasis: *conocer y reflexionar sobre las aportaciones de Albert Einstein acerca de la gravedad.*

¿Qué vamos a aprender?

En esta sesión, conocerás sobre las aportaciones que Albert Einstein hizo a la Física y su forma de explicar la gravedad. Para ello, analizarás y comprenderás la teoría general de la relatividad.

¿Qué hacemos?

Analiza la siguiente información.

Albert Einstein fue un físico alemán de origen judío, nacionalizado después suizo, austriaco y estadounidense. Nació en Alemania el 14 de marzo de 1879. Él era excelente en matemáticas y física. Comenzó a estudiar matemáticas a la edad de 12 años e ingresó al Instituto Politécnico de Zúrich para estudiar física a los 17.

Einstein buscaba comprender mejor el universo y su legado continúa vigente hasta nuestros días. Para conocer cómo eso es posible, reflexiona en lo siguiente:

Si tienes que ir a un lugar que nunca has visitado, ¿cómo revisas la ruta que debes seguir?

La utilización de aplicaciones de navegación es un recurso muy utilizado en la actualidad. Anteriormente las personas sólo podían revisar mapas o guías impresas. La tecnología GPS que requieren estas aplicaciones para funcionar se deriva de los trabajos de Albert Einstein.

Los aportes que Einstein realizó a la ciencia son muchos, en particular, sus trabajos contribuyeron a cambiar la percepción que se tenía del universo. Para conocer sobre más al respecto, observa el siguiente video del minuto 0:24 al 2:34.

1. El universo en expansión.

<https://youtu.be/1Z1r4ZyxuQY>

Para Einstein, el espacio y el tiempo están unificados en algo denominado como “espacio-tiempo”. En este constructo, es indispensable expresar la posición en un espacio de tres dimensiones y adicionalmente, agregar un valor correspondiente al tiempo. Este espacio-tiempo se deforma debido a la masa.

Para profundizar en esta deformación del espacio-tiempo, si está en tus posibilidades, realiza el siguiente experimento.

Experimento: deformación espacio-tiempo

Los materiales que necesitarás son los siguientes:

- Manta o pedazo de tela.
- Pelotas de diferente tamaño o canicas.
- Pinzas de ropa para tensar la tela.
- Una estructura circular para montar la tela.

Procedimiento:

- Toma la manta o el pedazo de tela y ténsala en la estructura para asemejar una cama elástica. Imagina que estás tendiendo una cama.
- Después, deja caer una pelota. Observa con atención lo que ocurre: la manta se curva un poco rodeando a la pelota.
- Finalmente, coloca otras pelotas para que observes su movimiento.

En tu cuaderno, describe lo que ves y experimenta colocando distintos objetos en la manta. Registra todas tus observaciones y si te es posible, toma fotografías, videos o realiza un dibujo.

Como pudiste observar, la segunda pelota que colocó en la manta extendida se vio forzada a acercarse a la primera pelota. De la misma manera, un cuerpo con una masa

considerable, curva o deforma el espacio-tiempo, y si hay otro cuerpo en sus cercanías, este último termina por ceder a esta deformación. De tal forma, no es que la primera pelota haya atraído a la segunda, sino que la propia geometría del espacio-tiempo curvada por la masa de la primera pelota, incidió en que la segunda pelota la siguiera.

Einstein propuso que la visión de Newton de ver el universo no era la más adecuada en todos los contextos. ¿Recuerdas lo que postulaba la ley de gravitación universal de Newton?

En 1687, Newton presentó su ley de gravitación universal en su libro Principios matemáticos de la filosofía natural. Esta ley manifiesta que dos cuerpos cualesquiera en el universo son atraídos por una fuerza que es proporcional a sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que hay entre ellos.

De acuerdo con esta ley, la gravedad es resultado de una atracción instantánea y a distancia y, además, plantea que sin importar la naturaleza de los cuerpos, éstos tienen el mismo poder atractivo al contar con la misma masa. Estas características levantaron algunas dudas y comentarios de otros filósofos naturales o científicos de aquel momento; pero Newton, quien era un gran matemático, fue capaz de calcular —con bastante precisión— trayectorias con base en su ley, así como validó teorías de otros filósofos naturales como Tycho Brahe, Johannes Kepler y Galileo, por lo que en general, su planteamiento gozó de gran aceptación. Sin embargo, algunas dudas permanecieron, en particular aquellas sobre la naturaleza instantánea de la gravedad y su incapacidad de explicar la órbita de Mercurio.

A Einstein le interesaba revisar la teoría de gravitación de Newton porque el concepto de que la gravedad fuera una acción instantánea no lo convencía del todo.

Einstein era experto en realizar experimentos mentales, es decir, se planteaba el problema y analizaba las consecuencias que tendría. El experimento que él pensó para analizar la gravitación de Newton fue el del resultado que tendría la desaparición instantánea del Sol. El Sol se encuentra a aproximadamente 150 millones de kilómetros de la Tierra, la luz del Sol tarda 8 minutos en llegar, ya que la velocidad de la luz en el vacío es de 300,000 km por segundo.

Einstein pensó que, si el Sol desapareciera de repente, los habitantes de la Tierra tardarían 8 minutos en saberlo, porque aún durante este tiempo estarían recibiendo su luz. Por otra parte, si se considera la premisa de que la gravedad es instantánea de acuerdo con la ley de gravitación universal de Newton, entonces, al desaparecer el Sol, de manera inmediata la Tierra ya no sentiría una fuerza de atracción hacia éste y se despegaría de la órbita sin ningún tipo de retraso.

Einstein ya había establecido en 1905, con su teoría de la relatividad especial, que nada puede propagarse más rápido que la luz, y en este caso, el desprendimiento de la órbita ocurriría más rápido que la llegada de la luz que lo haría 8 minutos después, lo cual era una contradicción. De tal manera, o lo que planteaba la relatividad espacial

en cuanto que nada podía suceder más rápido que la velocidad de la luz estaba equivocada o la ley de gravitación universal no era del todo correcta.

Para esto, Einstein tuvo que formular otra teoría, la teoría de la relatividad general. Justamente la que se mencionó anteriormente, acerca de que no hay atracción sino cambios en la geometría del espacio-tiempo.

En 1915, Einstein publicó la teoría de la relatividad general, producto de muchos años de trabajo tratando de incorporar los campos gravitatorios en la dinámica del movimiento de cuerpos en el espacio y de tratar de ir más allá de lo planteado por Newton, es decir, no sólo quedarse en la descripción de cómo se mueven los cuerpos, sino por qué se mueven así. La respuesta que encontró fue justamente pensar en que la gravedad puede ser entendida como una consecuencia de la deformación del espacio-tiempo por la presencia de materia y energía, y no como simplemente una fuerza de atracción.

La expresión matemática está representada en la teoría de relatividad general. Ésta probó ser consistente con la relatividad especial y atendía a varios aspectos no explicados por la ley de gravitación universal de Newton, como la órbita de Mercurio.

Al tratar de calcular la órbita de Mercurio alrededor del Sol utilizando la ley de gravitación universal, los astrónomos encontraron una diferencia entre la posición calculada para Mercurio y las observaciones que ellos hacían. Esto era peculiar, ya que para todos los demás planetas la ley parecía funcionar con exactitud. Al ser una ley debía aplicar siempre y no casi siempre, y la manera en que la ciencia avanza es perfeccionándose a sí misma. La teoría general de la relatividad fue capaz de explicar las discrepancias en el caso de la posición de Mercurio.

Esto no significa que se debe descartar por completo la visión de Newton. La ley de gravitación universal ha sido utilizada para entender la dinámica de otros planetas y galaxias, explica el fenómeno de las mareas en la Tierra, dada la interacción con la Luna y ha permitido llegar a la Luna y a otros planetas por medio de sondas y exploradores. Es muy simple y sumamente importante, aunque queda limitada de acuerdo con la visión relativista del universo, aún sigue aplicando los escenarios alejados de las velocidades cercanas a las de la luz.

Una consecuencia de la geometría del universo según Einstein es que la luz también es susceptible a seguir la deformación del espacio-tiempo. Esto quiere decir que, si la luz pasa cerca de un cuerpo en el espacio, la trayectoria que sigue estará modificada siguiendo la curvatura producida por el cuerpo. Einstein tuvo que esperar a que ocurriera un eclipse para corroborar sus cálculos.

En 1916, el astrónomo británico Arthur Stanley Eddington se interesó en la nueva teoría de la relatividad general propuesta por Einstein y se propuso ponerla a prueba durante un eclipse total de Sol. Si la teoría era correcta, la posición de las estrellas cercanas al lugar del cielo en el que se produciría el eclipse, deberían de ser distintas de la posición

en un momento cualquiera, ya que la curvatura de la luz haría que aparentemente las estrellas estuvieran en una posición cuando en realidad estaban en otra. Eddington se dirigió a la isla Príncipe de África occidental y el 29 de mayo de 1919, obtuvo las fotografías que servirían de evidencia para confirmar la teoría. Gracias a esta confirmación, Albert Einstein ganó fama mundial y se convirtió en el científico más reconocido del siglo XX.

La teoría general de la relatividad ha permitido investigar agujeros negros, ha contribuido para el entendimiento del origen, estado y destino del universo, e incluso ha mostrado tener aplicaciones más prácticas, como la tecnología de GPS.

Has concluido esta sesión. Si deseas saber más del tema, puedes consultar otras fuentes confiables, como tu libro de texto de Física.

El reto de hoy:

Comparte con tus familiares algo de lo que aprendiste durante esta sesión y lo que más te haya interesado. Además, si te es posible, realiza el experimento probando con diferentes masas para observar lo que sucede.

¡Buen trabajo!

Gracias por tu esfuerzo.

Para saber más:

Lecturas

<https://www.conaliteg.sep.gob.mx/>