

¿Por qué puedes viajar al futuro pero no al pasado?



Recursos
de aprendizaje
relacionados (Pre clase)

Grado 10

U01: ¿Dónde estamos ubicados en el tiempo y en el espacio?
LO2: ¿Por qué es importante utilizar vectores para representar fenómenos físicos?

Grado 10

U01: ¿Dónde estamos ubicados en el tiempo y en el espacio?
LO2: ¿Por qué se dice que el calor es disipativo?

Grado 10

U01: ¿Dónde estamos ubicados en el tiempo y en el espacio?
LO2: ¿Cómo se comportan los fluidos?

Grado 10

U01: ¿Dónde estamos ubicados en el tiempo y en el espacio?
LO2: ¿Por qué es importante estudiar el movimiento de objetos en términos de su velocidad y aceleración?

Grado 10

U01: ¿Dónde estamos ubicados en el tiempo y en el espacio?
LO2: ¿Qué significa “fuerza resultante” y para qué sirve?

Objetivos de aprendizaje

- Analizar la teoría de la relatividad general

Habilidad /
Conocimiento
(H/C)

1. Indaga acerca de las evidencias experimentales que permitieron validar la teoría de la relatividad general de Einstein
2. Entiende que las leyes básicas de la física son las mismas en todos los marcos de referencia inerciales

Flujo de aprendizaje

1. **INTRODUCCIÓN: El vaso medio lleno**
2. **OBJETIVO: Analizar la teoría de la relatividad general**
3. **DESARROLLO**
 - 3.1. **ACTIVIDAD 1: postulados de relatividad especial**
 - 3.2. **ACTIVIDAD 2: teoría de la relatividad general**



Lineamientos evaluativos

El estudiante estará en capacidad de identificar las evidencias experimentales de la teoría de la relatividad, además de los postulados y consecuencias de la teoría de relatividad, como también de reconocer la importancia de esta teoría en los avances científicos y tecnológicos.

Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
<p>Introducción</p> 	<p>Introducción</p>	<p>Actividades de enseñanza La serie de actividades de aprendizaje le brindan la oportunidad al estudiante de conocer las concepciones sobre la teoría de la relatividad general y el papel que desempeñaron Isaac Newton y Albert Einstein en su desarrollo.</p> <hr/> <p>METODOLOGÍA</p> <ol style="list-style-type: none">Lee y observa con detenimiento la situación planteada en forma individual y, si es necesario utiliza el diccionario para encontrar el significado de los términos desconocidos, de manera que comprendas el texto.Socializa tus puntos de vista de la situación ante el equipo de trabajo que hayas conformado (5 integrantes); además escucha con atención y respeto las ideas de tus otros compañeros.Con las discusiones socializadas en el equipo de trabajo, reconstruyan y construyan una hipótesis nueva que salga del consenso del colectivo.Escojan un compañero del equipo de trabajo para que socialicen la hipótesis y la defiendan ante el colectivo áulico (plenaria) <hr/> <p>SUGERENCIA DE GESTIÓN DE LA CLASE (GC): En cuanto a las preguntas o tareas de aprendizaje, sus respuestas serán expresadas a través de un texto con coherencia y cohesión. En éste se debe ver claramente la idea principal con sus correspondientes ideas secundarias. Es decir, debe tener mínimo un párrafo con el tópico principal y sus respectivos comentarios.</p>	

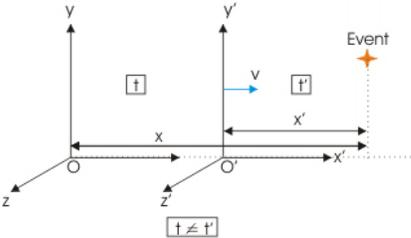


Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Actividad introductoria:</p> <p>Para poder decir que algo está equivocado, primero, debemos tener un estándar con el cual comparar lo que está bien y lo que está mal y de esta forma emitir un juicio. Con base en el presupuesto anterior el docente muestra a los estudiantes varias imágenes de situaciones con sus preguntas respectivas.</p>	
		<p>Mostrar imagen No1 (vaso medio lleno)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo ves el vaso medio lleno o medio vacío? 2. ¿Qué argumentos usarías para determinar si el vaso esta medio lleno o medio vacío? 	<p>Vaso con agua medio lleno</p> <p>http://coachingbarcelona.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2013/02/vaso-medio-lleno-o-vacio.jpg</p>
		<p>Mostrar imagen No2 (cebras)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Las cebras son de color blancas con rayas negras o negras con rayas blancas? 2. ¿Qué argumentos usarías para determinar si Las cebras son de color blancas con rayas negras o negras con rayas blancas? 	<p>Cebra</p> <p>http://wp3868-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2013/04/cebra.jpg</p>
		<p>Si tenemos un cilindro en una habitación iluminada sólo con una bombilla tenue:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿la imagen que refleja en la pared será un círculo o un cuadrado (o rectángulo)? 2. ¿Es posible que un mismo cuerpo proyecte dos sombras distintas? <p>Luego Mostrar imagen No3 (cilindro)</p>	<p>Figura (cilindro)</p> <p>http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Dualite.jpg</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Consulta en que consiste el concepto de relativismo. Escribe dos ejemplos de relativismo</p> <p>A continuación el docente proporciona un espacio para que los estudiantes redacten que objetivos desean alcanzar con el desarrollo de las actividades de aprendizaje.</p>	
<p>Objetivos</p> 		<p>Objetivos de aprendizaje:</p> <p>Analizar la teoría de la relatividad general.</p>	<p>Interactivo de los objetivos</p>
<p>Contenido</p> 	<p>El docente presenta el tema</p>	<p>Actividad 1: Teoría de la relatividad especial (H/C 2)</p> <p>La Teoría de la Relatividad Especial, también llamada Teoría de la Relatividad Restringida, publicada por Einstein en 1905, describe la física del movimiento en el marco de un espacio-tiempo plano.</p> <p>En este sentido, la actividad experimental consiste en mostrar a través de una animación a dos observadores que se mueven relativamente uno al lado del otro con distinta velocidad, y hacer notar que tanto, la percepción del espacio y el tiempo depende del estado de movimiento del observador.</p> <p>Un observador situado en el suelo (“fijo”), lanza una pelota al aire, y su movimiento es vertical (sube y luego baja).</p> <p>Otro observador realiza el mismo lanzamiento de una pelota desde un tren que se mueve con velocidad constante. Desde el punto de vista del observador que lanza la pelota situado en el tren, la pelota describe un movimiento también vertical.</p>	<p>ANIMACION: Sistemas de referencia inerciales AN_S_G11_U01_LO8_03_01_01</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=7jBCZh-6lWg</p> <p>http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/cinematica/sabiastr_files/tren.gif</p> <p>http://www.iar.unlp.edu.ar/divulgacion/images/difu25-image002.jpg</p>

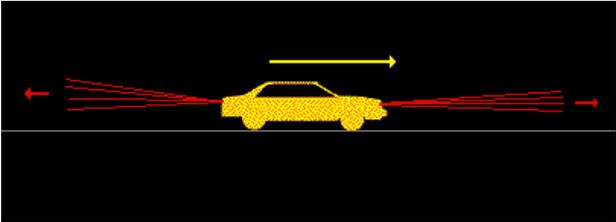


Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Pero si el observador en el suelo mira hacia el tren, observa que la pelota describe un movimiento parabólico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué el observador situado en el suelo observa que la pelota lanzada en el tren describe un movimiento parabólico? • ¿De qué depende que los dos observadores vean lo mismo? • ¿Describe el movimiento de la pelota, si el observador del tren no va a velocidad constante (acelerado)? • ¿Qué es para ti un sistema de referencia? Descríbelo • Consulta qué es un sistema de referencia inercial y no inercial. <p>El profesor recoge las principales ideas, las cuales se han producido a lo largo del proceso de socialización de las tareas problemas, con la intención de formular el modelo teórico acerca del primer postulado de la relatividad especial de la siguiente manera:</p> <hr/> <p>SISTEMAS DE REFERENCIA INERCIALES</p> <p>Un sistema de referencia inercial es aquel donde se verifica la ley de inercia de Newton. Recordemos que esta ley nos dice: Todo cuerpo en reposo o movimiento uniforme respecto a un sistema de referencia permanecerá en dicho estado a no ser que se le aplique una fuerza.</p>  <p>La figura muestra dos sistemas de referencia, una en reposo y el otro con una velocidad V, observando el mismo evento.</p>	<p>http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Sistemas-referencia/sistemas-referencia04.htm</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Todo sistema de referencia que se mueva con velocidad constante respecto a un sistema inercial será a su vez inercial como muestra la figura.</p> <p>El marco de referencia no inercial es aquél en que la inercia diverge de los principios o comportamientos relacionados con la segunda ley de Newton o ley fundamental de la dinámica relativa a la proporcionalidad entre fuerza y aceleración representada por la masa de un cuerpo y a la tercera ley de Newton o principio de acción y reacción.</p> <p>En un sistema no inercial siempre existirán fuerzas que soporten la aceleración y aparecerán las denominadas fuerzas ficticias porque no responden al principio de acción y reacción.</p> <hr/> <p>PRIMER POSTULADO DE LA RELATIVIDAD ESPECIAL</p> <p>“Las leyes fundamentales de toda la física se cumplen igual en cualquier Sistema de referencia inercial”</p> <p>Es decir, que al realizar un experimento dentro de un recinto cerrado se cumplirán todas las leyes de la física sin importar si estamos en movimiento rectilíneo uniforme o en reposo, dicho de otro modo no existe ningún experimento posible en un vehículo cerrado que nos permita saber si nos estamos moviendo a velocidad constante y en línea recta.</p> <p>No debe confundirse lo anterior con que una magnitud física tomará el mismo valor en todos los sistemas inerciales, pues una magnitud no es una ley.</p> <p>Para que los estudiantes extiendan hacia una conceptualización más elaborada acerca del segundo postulados de la relatividad especial, sobre la velocidad de la luz.</p>	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>El docente plantea una animación sobre dos situaciones acerca de la velocidad de la luz, con el propósito de que los estudiantes noten que la luz se comporta de una forma constante en los diferentes sistemas de referencia inercial.</p> <hr/> <p>VELOCIDAD DE LUZ Dos situaciones</p> <p>1. Se lanza una pelota de tenis con velocidad V desde un punto fijo, ahora se lanza la misma pelota con igual velocidad de la anterior desde una bicicleta que se mueve con velocidad en dirección del lanzamiento de la pelota.</p>  <p>SITUACIÓN 1 AN_S_G11_U01_ L08_03_01_02</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál de las dos pelotas se mueve con mayor velocidad? ¿Por qué? <p>2. Observa la siguiente figura</p>  <p>Animación Velocidad de la luz</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=sAb5j1bTxUc</p> <p>Un automóvil va con velocidad emite luz hacia adelante y hacia atrás.</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál de los dos rayos de luz se mueve con mayor velocidad en relación al suelo? Argumente. <p>SITUACIÓN 2 AN_S_G11_U01_ L08_03_01_03</p>	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<ul style="list-style-type: none"> ¿De las dos situaciones anteriores la luz se comporta igual que las pelotas lanzadas? Explica. <p>Una vez que los estudiantes han visto las animaciones y han surgido discusiones e ideas o concepciones alternativas sobre el fenómeno de la velocidad de la luz, el docente complementa la actividad con un estudio sobre el experimento de Michelson - Morley</p> <p>La siguiente actividad está relacionada con la velocidad de la luz se realizara por pequeños grupos de estudiantes tal que a cada grupo le corresponde desarrollar uno de los ítems siguientes sobre el experimento de Michelson - Morley</p> <p>El docente pide a los estudiantes que deben elaborar un reporte del experimento sobre el fenómeno de la velocidad de la luz de Michelson - Morley de acuerdo a las exposiciones de los compañeros.</p> <p>El docente muestra la imagen del experimento y realiza una introducción resaltando la importancia o el papel que desempeño dicho experimento como columna vertebral para la fundamentación de la teoría de la relatividad.</p> <p>Cuando se hizo este experimento en 1887, no se pensó en ningún momento que tendría alguna relación directa con la teoría de la relatividad, ya que esta se produjo años después. En los años inmediatamente posteriores al experimento de Michelson - Morley se llegó a la conclusión de que el éter no existía, la velocidad de la luz era constante a pesar de que la fuente luminosa estuviera en movimiento respecto del éter, entre otras.</p>	<p>Ilustración Mostrar una imagen del experimento de Michelson _morley (interferómetro)</p> <p>Por ejemplo: http://www.librosmaravillosos.com/lifeenergia/imagenes/capitulo07-006.jpg</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Consulta las biografías de Albert Abraham Michelson y Edward Morley. 2. ¿Qué pretendían demostrar? 3. Descripción del instrumento utilizado 4. Desarrollo del experimento. 5. Resultados del experimento. 6. Consecuencias que tuvo el experimento. <p>Una vez realizada la investigación respectiva por cada uno de los grupos, esta actividad será compartida con el resto de los compañeros mediante métodos expositivos o experimentales.</p> <p>El profesor recoge las principales ideas, las cuales se han producido a lo largo del proceso de socialización de las tareas problemas, con la intención de formular el modelo teórico acerca del segundo postulado de la relatividad especial de la siguiente manera:</p>	
		<p>SEGUNDO POSTULADO DE LA RELATIVIDAD ESPECIAL</p> <p>“La velocidad de la luz en el vacío es siempre la misma, independientemente de quién la emita y la mida”</p> <p>En pequeños grupos de discusión, los estudiantes intentarán analizar la siguiente situación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué sucedería si un cuerpo viaja más rápido que la velocidad de la luz? 	
		<p>ALGUNAS CONSECUENCIAS</p> <p>A continuación el docente muestra a los estudiantes algunas consecuencias de los postulados de la teoría de la relatividad especial, usando una animación y situaciones problemas sobre la dilatación del tiempo, la contracción de la longitud, y la equivalencia masa - energía, entre otras.</p>	<p>ANIMACION Dilatación del tiempo AN_S_G11_U01_LO8_03_01_04</p> <p>El link es un ejemplo para realizar la animación http://www.youtube.com/watch?v=cm1CUMJgnUY Minuto 1:49 a 3:24</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Dilatación del tiempo</p> <p>Con base en el principio del carácter absoluto de la velocidad de la luz, es decir que la velocidad es constante, con llevan a que las nociones de espacio y tiempo cambien. Ya no pueden pensarse como cosas separadas, diferentes y absolutas. Estos conceptos dependen no de sí mismos, sino del sistema de referencia en el cual está el observador que realiza la medición.</p> <p>El docente muestra una animación para ilustrar este concepto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo es la trayectoria del rayo de luz para el pasajero del tren? ¿Por qué? Descríbela • ¿Cómo es la trayectoria del mismo rayo de luz para un observador en la vía? ¿Por qué? Descríbela • ¿Cómo es la distancia recorrida del rayo de luz observada por el pasajero en relación con la distancia recorrida vista por el observador en la vía? ¿Mayor? ¿Menor? ¿Por qué? • ¿Qué puedes deducir de la medida del tiempo, si la distancia recorrida por el rayo de luz cambia? Explica. <p>¿Qué concluyes respecto al tiempo medido por el observador en la vía respecto al tiempo medido por él en el tren? explica.</p> <p>¿Es posible que un observador nota que dos sucesos ocurren simultáneamente, y otro observador no lo vea de esa manera? Argumenta.</p> <p>Ahora analiza la siguiente situación mental, propuesta por Einstein al desarrollar lo que hoy se conoce como la teoría de la relatividad especial.</p>	<p>Otro ejemplo</p> <p>http://www.youtube.com/watch?v=SdWBw98DnI8</p> <p>Otro ejemplo</p> <p>http://www.youtube.com/watch?v=HZ6KDRlyWTw Minuto 4:35 a 6:10</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Paradoja de los gemelos</p> <p>Es un experimento mental que analiza la distinta percepción del tiempo entre dos observadores con diferentes estados de movimiento.</p> <p>Supongamos que en una base situada en la Tierra se encuentra una nave a punto de despegar. En la puerta de la nave se abrazan dos personas. Son dos hermanos gemelos que se despiden. Uno de ellos va en un vuelo espacial a casi la velocidad de la luz, mientras que el otro esperará su retorno en la Tierra. Después de cierto tiempo toma su camino hasta volver a la Tierra. Y abraza a su hermano gemelo que ha ido a recibirle.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál de ellos habrá envejecido más? ¿Por qué? • ¿En qué consiste la situación paradójica? Descríbela. • ¿Consulta por qué no es tan paradójica? Explica. • ¿Qué opinas de este mecanismo como estrategia para viajar al futuro? 	
		<p>Contracción de la longitud</p> <p>La longitud es una magnitud que se comporta igual que el tiempo, es decir depende del sistema de referencia, por ejemplo la longitud de un objeto medida en un sistema de referencia en reposo, es diferente a la que medirá un observador en un sistema de referencia en movimiento y en la misma dirección.</p> <p>Partiendo del hecho de que la velocidad de la luz es constante, la dilatación del tiempo y $D = V * t$</p> <p>El tiempo medido sobre un evento en un sistema de referencia en movimiento es t^* mientras que en un sistema de referencia en reposo es t.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo es t^* respecto a t? ¿Mayor? O ¿menor? Explica. 	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Si calculo el tamaño de un objeto midiendo la distancia entre los extremos del objeto usando para ello la fórmula de movimiento uniforme de $D = v * t$, Llego a la conclusión que la distancia medida de un objeto en reposo desde un sistema de referencia en movimiento es menor que la distancia medida desde un sistema de referencia en reposo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo explicarías este fenómeno? <p>El objeto para los observadores se contraerá en la dirección del movimiento y en caso de alcanzar el 99.9% de la velocidad de la luz llegaría a parecer de un décimo de su tamaño original.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo puedes utilizar este argumento para afirmar que la velocidad de la luz es el límite superior de velocidad? <hr/> <p>Equivalencia masa - energía</p> <p>Ahora analiza el siguiente problema con su solución:</p> <p>Situación problema:</p> <p>Si la energía en reposo de un gramo de agua pudiera ser transformada completamente en energía, ¿cuánta agua podría ser calentada desde los cero grados centígrados (el punto de congelación del agua) hasta los cien grados centígrados (el punto de ebullición del agua)? Tómese 1 caloría = 4.19 joules.</p> <p>Solución:</p> <p>Los cálculos serán llevados a cabo bajo el sistema MKS de unidades. Un gramo de agua es igual a una milésima de kilogramo, con lo cual la energía en reposo de un gramo de agua es igual a:</p> $E_0 = m_0 * c^2$ $E = (0.001 \text{ Kg}) (3 \cdot 10^8 \text{ metros/segundo})$ $E = 9 \cdot 10^{13} \text{ Kg} \cdot \text{metro}^2/\text{segundo}^2$	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p> $E = 9 \cdot 10^{13}$ joules $E = 2.14 \cdot 10^{13}$ calorías </p> <p> Por la misma definición de lo que es una caloría, la capacidad calorífica del agua; </p> <p> $C = \Delta Q / m \cdot \Delta T$ </p> <p> Es igual a la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado, o sea $C = 1$ caloría/gramo·°C. </p> <p> Si el calor ΔQ proviene de la energía en reposo E de un gramo de agua, entonces: </p> <p> $m = \Delta Q / C \Delta T = E / C \Delta T$ $m = E / C \Delta T$ $m = (2.14 \cdot 10^{13} \text{ calorías}) / (1 \text{ caloría/gramo} \cdot \text{°C})$ (100 °C) $m = 2.14 \cdot 10^{11} \text{ gramos} = 2.14 \cdot 10^{11} \text{ Kg}$ $m = 214,000,000 \text{ Kg.}$ </p> <p> Podríamos calentar 214 mil toneladas de agua llevándolas desde su punto de su punto de congelación hasta su punto de ebullición con tan sólo la energía que podríamos obtener convirtiendo la masa de un gramo de agua en energía. </p> <p> La enorme cantidad de energía que podemos obtener de una cantidad tan pequeña de materia. </p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Crees que es posible que la energía en reposo de un gramo de agua pudiera ser transformada completamente en energía? • ¿Crees que es posible que gran cantidad de energía se puede obtener de una cantidad tan pequeña de materia? • ¿Cómo crees que el Sol nos proporciona cantidades abundantes de energía que posibilitan la vida en la Tierra? • ¿Conoces el principio bajo el cual operan las bombas atómicas? Descríbelo. • ¿Describe cómo funcionan las estaciones termonucleares para la producción de energía eléctrica? 	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>El profesor recoge las principales ideas, las cuales se han producido a lo largo del proceso de socialización de las tareas problemas, con la intención de formular el modelo teórico acerca de la equivalencia masa - energía de la siguiente manera:</p> <p>Masa: La masa es la cantidad de materia que tiene un objeto.</p> <p>Inercia: La tendencia de un objeto físico a resistir cambios en el movimiento.</p> <p>Por lo tanto los objetos con más masa tienen más inercia. En consecuencia, una roca muy grande será más difícil de mover que una pequeña. Del mismo modo, una vez la roca grande empieza a moverse, será más difícil de detener que la piedra pequeña.</p> <p>La energía requerida para mover o de tener la roca, fue la piedra en el zapato para orientar la siguiente investigación.</p> <p>“¿Depende la inercia de un cuerpo de su contenido energético?”, es un trabajo que se publicó en septiembre de 1905. Esta publicación científica condujo a la más célebre fórmula en la historia de la ciencia, conocida como Principio de equivalencia entre masa y energía.</p> <p>$E = m * c^2$ E = energía m= masa c = velocidad de la luz</p> <p>Tanto para la física, como la química y las ciencias clásicas en general, masa y energía eran cantidades que se conservaban independientemente. Por ejemplo, En una reacción química, se pensaba que “la masa de los reactivos es igual a la masa de los productos”. En un proceso físico cualquiera, se asumía por un lado la conservación de la masa, y por el otro la conservación de la energía (primer principio de la termodinámica).</p>	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>A partir del trabajo de Einstein, ambas leyes de conservación se unifican en una sola ecuación.</p> <p>La cual expresa que la energía (E) es igual a la masa (m) multiplicada por la velocidad de la luz (c) al cuadrado, significa que la energía y la masa son cantidades equivalentes: la masa se transforma en energía, y viceversa, son cantidades directamente proporcionales, es decir, indica que la masa conlleva una cierta cantidad de energía aunque la primera se encuentre en reposo, esto es, que la energía en reposo de un cuerpo es el producto de su masa por su factor de conversión (velocidad de la luz al cuadrado).</p> <p>En las centrales nucleares de fisión se aprovecha la conversión de masa en energía, convirtiéndose en energía aproximadamente el 0.1% de la masa del combustible.</p> <p>Calcula cuánta energía puede extraerse de una barra que contiene 1 kg de combustible nuclear.</p> <p>El descubrimiento de la fisión del uranio, condujo al desarrollo de la bomba atómica y su posterior explosión. Cuando 1 átomo de Uranio-235, solo un átomo, se fracciona (fisiona) pierde casi un 0.1 por ciento de su masa. Esa pequeñísima cantidad de masa, sin embargo, es suficiente para producir la enorme cantidad de energía de una bomba atómica.</p> <p>La fisión es, también, el principio para la utilización del Uranio-235, Uranio-238 y Plutonio-239 como combustible en los reactores nucleares de potencia para producir energía eléctrica. Es decir, este principio se utilizó inicialmente con propósitos político-militares pero también tiene aplicaciones pacíficas importantes. Tal es el caso de la generación de energía en centrales nucleoelectricas.</p>	

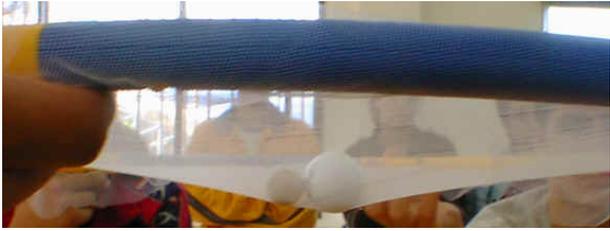


Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Actividad 2: Teoría general de la relatividad (H/C 2)</p> <p>La teoría general de la relatividad de Albert Einstein es uno de los logros más imponentes de la física del siglo veinte. Publicada en 1916, explica lo que percibimos como fuerza de gravedad. De hecho, esta fuerza surge de la curvatura del espacio y del tiempo.</p> <hr/> <p>Actividad experimental</p> <p>Con esta actividad experimental se pretende visualizar en dos dimensiones la explicación que dio Einstein sobre la fuerza gravitatoria. Según su teoría, dicha fuerza no es más que la deformación del sistema de cuatro dimensiones (tres dimensiones para el espacio y una para el tiempo) que constituye el universo.</p> <p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tela flexible, por ejemplo medias de Nylon, lycra, jersey de algodón • Un marco para sostener la tela templada por ejemplo un aro de ula ula (aro de gimnasia), marco de madera, dos palos de escoba, etc. • Tres balines o pelotas de diferentes pesos o tamaños, donde el balón más pesado o grande hará el papel del sol, el otro balón mediano será la Tierra y el otro de luna <p>Procedimiento:</p> <p>Para simular algo parecido en dos dimensiones, colocamos una tela de tejido flexible, tensa sobre un aro de gimnasia que sujeten la tela de tal manera que quede bien templada.</p> 	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Luego, con un rotulador o marcador y una regla podemos dibujar una cuadrícula que representa el espacio-tiempo sin deformar (en ausencia de masas) sobre la red.</p> <p>Colocamos el balón más pesado en el centro de la tela, luego lanzamos con prudencia el balón de peso mediano, cerca del balón anterior, intentando que siga una trayectoria recta.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué representa la tela flexible tensa? • ¿Qué paso cuando colocaste el balón pesado en la tela? Explica • ¿Qué paso cuando lanzaste el balón mediano en la tela? • ¿Cómo influye la presencia del primer balón sobre el segundo? • ¿Cómo fue la trayectoria del segundo balón? • Imagina que el segundo balón es un rayo de luz que viaja en línea recta • ¿Qué puedes concluir acerca de la trayectoria de la luz al pasar cerca de un cuerpo masivo (cuerpo que tiene mucha masa, por ejemplo la Tierra)? • ¿Qué puedes concluir acerca del espacio? <p>Ahora ajusta la dirección y la fuerza con las que lanzas segundo balón, intenta conseguir que orbite alrededor del balón central.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo es el comportamiento del segundo balón? Explica. • ¿Crees que la deformación de la superficie (tela) obliga al segundo balón a girar al rededor del otro? • ¿Por qué crees que se quedó pegado al balón central a final de la trayectoria? Explica 	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Ahora intenta lanzar el balón pequeño o más liviano alrededor del balón mediano</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Explica por qué nosotros estamos “pegados” a la Tierra o si lanzamos un objeto al aire enseguida vuelve a caer. • Ahora has una descripción comparativa entre el comportamiento de las esferas en el experimento con el comportamiento de los planetas del sistema solar.  <p>Recuerda la dilatación del tiempo y la contracción de la longitud y ahora imagina que colocas un objeto muy pesado en la sábana</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué consideras que puede pasar? Explica. • ¿Cómo sería el espacio cerca al objeto? Dibuja. <p>Si se requiere trasladarse entre dos puntos cercanos al objeto, la distancia recorrida es mayor, ya que el espacio se curva más, y teniendo en cuenta que $D = v \cdot t$ (velocidad constante)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué puedes decir de la medida del tiempo en esa región del espacio? • ¿Cómo se comporta el tiempo cuando un reloj se acerca a un cuerpo de masa muy grande? 	<p>Relatividad general sábana</p> <p>http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/3000/3240/html/496e74657261636369c3b36e5f64655f6c615f6772617665646164.png</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Finalmente, el docente para cerrar esta actividad recoge en el tablero las principales tópicos que están alineados con las ideas científicas, las cuales se han producido a lo largo del proceso de socialización de la serie de tareas abordadas hasta el momento, con la intención de formular y representar el modelo característico de la teoría general de la relatividad o relatividad general de la siguiente forma:</p> <p>El nombre de la teoría se debe a que generaliza la llamada teoría especial de la relatividad. Los principios fundamentales introducidos en esta generalización 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, entre otros aspectos.</p> <p>Mostrar imagen sábana</p> <p>Para Einstein, la fuerza de la gravedad no es más que la deformación geométrica del espacio-tiempo del entorno de las masas, y además que esta (la fuerza de gravedad) también influye en la variación de la dimensión del tiempo, es decir, si un observador que se acerca a un cuerpo de masa muy grande por ejemplo la Tierra le pareciera que su reloj marcha siempre igual, comparándolo con un reloj muy lejano (al que no afectara casi nada esa masa) iría más lento. El tiempo se deforma por la masa a la vez que el espacio, y se deforma más cuanto más cerca esté de ella.</p>	<p>INTERACTIVO</p> <p>Ver anexo</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Actividad 3: Evidencias experimentales que permitieron validar la teoría de la relatividad general de Einstein (H/C 1)</p> <p>La mecánica clásica constituye una excelente aproximación a la realidad, dentro de ciertos límites. Sin embargo en la escala microscópica, los fenómenos físicos sólo pueden estudiarse por medio de la mecánica cuántica. Y cuando se tratan velocidades muy altas, cercanas a la luminosa, se debe recurrir a la teoría de la relatividad.</p> <p>La teoría de la relatividad general tiene consecuencias de largo alcance. No sólo explica el movimiento de los planetas, sino que también puede describir la historia y la expansión del Universo, la física de los agujeros negros, la curvatura de la luz de las estrellas y las galaxias distantes.</p> <p>A continuación el docente muestra un recurso interactivo tal que permite a los estudiantes observar y analizar algunas de las evidencias experimentales que permitieron validar la teoría de la relatividad general de Einstein.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La luz se desvía al pasar por el Sol fenómeno observado por Arthur Eddington en el eclipse solar del 29 de mayo de 1919. 2. Precesión de la órbita de Mercurio conocida antes de que Einstein formulara la teoría. 3. Cambio en la rapidez con la que fluye el tiempo en un campo gravitacional. Medido experimentalmente por J. C. Hafele y R. Keating en 1971. 4. Ondas gravitacionales. Evidencia indirecta por observaciones del sistema binario PSR 1913 realizadas por Hulse y Taylor en 1975. 5. Agujeros negros; varias observaciones de núcleos galácticos activos. 6. Efecto de lente gravitacional, observado a diario con potentes telescopios. 7. Equivalencia entre masa gravitacional y masa inercial, comprobado por 	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Roll, Krotkov y Dicke en 1964</p> <p>8. Corrimiento espectral 'hacia el rojo' de la luz en un campo gravitacional, medido por Pound y Rebka en 1960</p> <p>9. Sistema de posicionamiento Global, GPS.</p> <p>http://astroverada.com/_/Main/T_spacetime.html</p> <p>Copyright 1998 - 2007, Derechos reservados, Sergio Torres Arzayús</p>	
	<p>Los estudiantes trabajan en sus tareas.</p> <p>Socialización</p>	<p>A continuación el docente muestra a través de un interactivo, sobre la probabilidad de la existencia del bosón de Higgs, conocido popularmente como la "partícula de Dios"</p> <p>"La Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) acaba de escribir un nuevo capítulo crucial en la historia de la Física, al descubrir una nueva partícula subatómica que confirma con más de un 99% de probabilidad la existencia del bosón de Higgs, conocido popularmente como la "partícula de Dios", un hallazgo fundamental para explicar por qué existe la materia tal y como la conocemos. La 'partícula de Dios' es la única pieza que faltaba en la teoría del Modelo Estándar, que trata de explicar cómo se formaron los soles y los planetas después del Big Bang. Fue descubierta por el Gran Colisionador de Hadrones de la CERN en 2013"</p> <hr/> <p>¿QUE ES EL BOSSON DE HIGGS?</p> <p>http://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=2825577</p> <p>1.- ¿De qué está formada la materia?</p> <p>La materia está formada por átomos. Un átomo es como un Sistema Solar en miniatura: tiene un gran núcleo central (compuesto por protones y neutrones) y a su alrededor giran los electrones.</p>	<p>Interactivo</p> <p>Primero se muestra la noticia y una imagen alusiva, luego, que es el boson de higgs (9 preguntas y las imágenes alusivas), por ultimo las preguntas de grupos de discusión.</p> <hr/> <p>Ejemplo de Campo de Higgs</p> <p>http://espaciociencia.com/wp-content/uploads/2012/10/boson-de-higgs-esquema.jpg</p>



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>2.- ¿De qué están formados los protones y los neutrones?</p> <p>Los protones y los neutrones están formados de unas partículas más pequeñas que se llaman quarks. Hay 6 tipos de quarks y fueron bautizados con nombres un poco extraños: el quark “arriba”, el quark “abajo”, el quark “encanto”, el quark “extraño”, el quark “cima” y el quark “fondo”. Un protón está formado por 2 quarks “arriba” y 1 quark “abajo”. Un neutrón está formado por 1 quark “arriba” y 2 quarks “abajo”.</p> <p>3.- ¿Y de qué están formados los electrones?</p> <p>Al contrario que los protones y los neutrones, los electrones son partículas elementales, es decir, no se pueden dividir más.</p> <p>4.- Vale, entonces el electrón y los quarks son partículas elementales, ¿cuál es el problema?</p> <p>El problema es que no comprendemos por qué estas partículas tienen masas tan diferentes. Por ejemplo, un quark “cima” pesa 350.000 veces más que un electrón. Para que os hagáis una idea de lo que significa este número: es la misma diferencia de peso que hay entre una sardina y una ballena.</p> <p>5.- ¿Cuál es la solución a este problema?</p> <p>En 1964, el físico inglés Peter Higgs, junto a otros colegas, propuso la siguiente solución: todo el espacio está relleno de un campo (que no podemos ver) pero que interacciona con las partículas fundamentales. El electrón interactúa muy poquito con ese campo y por eso tiene una masa tan pequeña. El quark “cima” interacciona muy fuertemente con el campo y por eso tiene una masa mucho mayor.</p>	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Para comprender esto, volvamos a la analogía de la sardina y la ballena. La sardina nada muy rápidamente porque es pequeña y tiene poco agua alrededor. La ballena es muy grande, tiene mucha agua alrededor y por eso se mueve más despacio. En este ejemplo, “el agua” juega un papel análogo al “campo de Higgs”. Si lo pensáis despacio, la teoría de Higgs es muy profunda pues nos dice que la masa de todas las partículas está originada por un campo que llena todo el Universo.</p> <p>6.-¿Problema resuelto?</p> <p>No tan rápido, caballeros. En física, una teoría sólo es válida si podemos verificarla con experimentos. La historia de la ciencia está repleta de teorías hermosísimas que resultaron ser falsas. El campo de Higgs es sólo una teoría. Para comprobarla necesitamos encontrar la partícula asociada al campo de Higgs: el llamado “bosón de Higgs”.</p> <p>7.- ¿Por qué es tan difícil observar el bosón de Higgs?</p> <p>Cuando queremos detectar el bosón de Higgs nos enfrentamos a 2 problemas fundamentales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Para generar un bosón de Higgs, se necesita muchísima energía. De hecho, se necesitan intensidades de energía similares a las producidas durante el Big Bang. Por eso hemos necesitado construir enormes aceleradores de partículas. 2. Una vez producido, el bosón de Higgs se desintegra muy rápidamente. Es más, el bosón de Higgs desaparece antes de que podamos observarlo. Sólo podemos medir los “residuos” que deja al desintegrarse. 	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>Estos dos problemas son de una complejidad tan tremenda que para resolverlos hemos necesitado el trabajo de miles de físicos durante varias décadas.</p> <p>8.- ¿Y el término “la partícula de Dios”? ¿Acaso no éramos científicos?</p> <p>El origen del apelativo “la partícula de Dios” es una de mis anécdotas favoritas en física.</p> <p>Allá por los años 90, Leo Lederman, un Premio Nobel, decidió escribir un libro de divulgación sobre la física de partículas. En el texto, Lederman se refería al bosón de Higgs como “The Goddamn Particle” (“La Partícula Puñetera”) por lo difícil que resultaba detectarla.</p> <p>El editor del libro, en un desastroso arranque de originalidad, decidió cambiar el término “The Goddamn Particle” por “The God Particle” y así “La Partícula Puñetera” se convirtió en “La Partícula de Dios”.</p> <p>9.- ¿Una vez se confirme la teoría de Higgs, la física de partículas se ha terminado?</p> <p>No. La detección del bosón de Higgs es sólo el comienzo de nuevas aventuras (¡los físicos seguiremos teniendo trabajo por mucho tiempo!). Todavía quedan decenas de problemas que estamos muy lejos de resolver. Algunos ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿qué es la materia oscura? • ¿cómo formular una teoría cuántica de la gravedad? • ¿los quarks y los leptones son verdaderamente partículas elementales o tienen una subestructura? • ¿todas las fuerzas se unifican a una energía suficientemente alta? 	



Etapa	Flujo de aprendizaje	Enseñanza / Actividades de aprendizaje	Recursos recomendados
		<p>En pequeños grupos de estudiantes discuten acerca del siguientes interrogantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Crees que esta noticia afecta las concepciones de tipo religioso en las personas? • Si lo que afirma la noticia llegase a ser posible, ¿Cómo afectaría este descubrimiento el diario vivir de la personas? 	
<p>Resumen</p> 	<p>Resumen</p>	<p>Los estudiantes realizan como resumen de las actividades relacionadas con este objeto de aprendizaje un mapa conceptual.</p>	
<p>Tarea</p> 	<p>Tarea</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Consulta acerca de la antimateria, determinando las diferencias y semejanzas de ésta con la materia. 2. Consulta sobre la materia y la energía oscura, relaciónala con los conceptos de materia y energía conocidos por ti. 3. Consulta por qué la teoría de la relatividad no es tan relativa 	<p>Interactivo</p> <p>antimateria http://astrojem.com/imagenes_voltaire/materiaantimateria.jpg</p>



1. La luz se desvía al pasar por el Sol

Fenómeno observado por Arthur Eddington en el eclipse solar del 29 de mayo de 1919.

El fenómeno consiste en que la enorme gravedad producida por el sol tiene la capacidad de curvar la tela espacio-tiempo. Como la luz se mueve a través del espacio está también se ve afectada por la curvatura producida por el sol. Este fenómeno permite observar la luz proveniente de las estrellas que se encuentran ocultas detrás del sol.

En la figura 1 se observa una de las fotografías de Eddington tomada durante un eclipse solar. Si miramos detalladamente se pueden percibir unos puntos blancos alrededor del halo blanco, esos puntos son estrellas que están situadas detrás del sol. Este fenómeno lo predijo el físico Albert Einstein indicando que la luz proveniente de esas estrellas se curva cuando pasa por el sol.

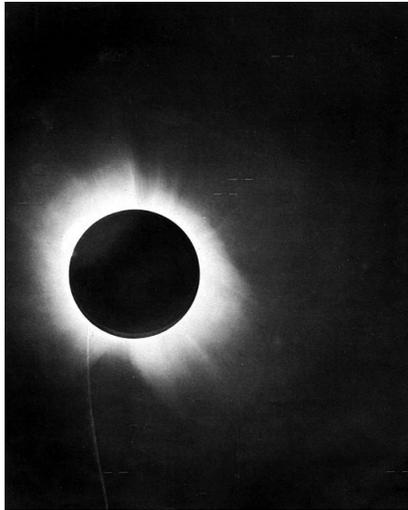


Fig 1.

Una de las fotografías de Eddington tomada en Mayo 25 de 1919 y presentada en su informe de 1920 anunciando su éxito, confirmando la teoría de Einstein que indicaba que la luz se curva cuando pasa por objetos masivos.

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:1919_eclipse_positive.jpg

En la figura 2 se observa un esquema de la trayectoria que recorre el haz de luz que viaja desde la estrella distante hasta la tierra. Se observa que la imagen que se ve de la estrella es una imagen falsa creada por la curvatura espacio-tiempo.

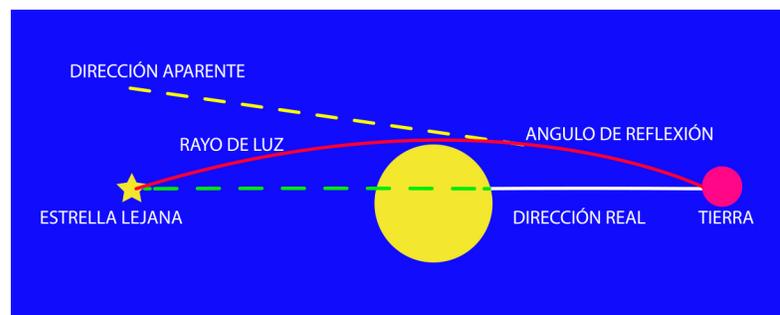


Fig 2.

(Se traducen las palabras "Fixed Star" y "False Image Star" del inglés al español en la imagen).

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eddington_1919.png



2. Precesión de la órbita de Mercurio

Conocida antes de que Einstein formulara la teoría.

Las observaciones han demostrado que a medida que mercurio se mueve alrededor del sol en forma elíptica, toda la elipse precesa (cambia de dirección en el espacio) cada cierto tiempo. El problema ocurre que cuando se calcula teóricamente esta precesión utilizando la mecánica clásica y luego se compara con los datos experimentales, estos dos datos no cuadran por 43 segundos de arco por centuria. La teoría de la relatividad general logra explicar este fenómeno.

Palabras clave

Perihelio: el punto más cercano de la órbita de un cuerpo celeste alrededor del Sol.

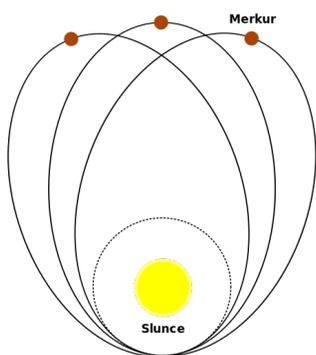


Fig 3.

Precesión del Perihelio. (Se traducen las palabras "Slunce" y "Merkur Star" del Checo al español en la imagen)

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Perihelion_precession_of_Mercury_\(cs\).svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Perihelion_precession_of_Mercury_(cs).svg)

3. Cambio en la rapidez con la que fluye el tiempo en un campo gravitacional

Medido experimentalmente por J. C. Hafele y R. Keating en 1971.

En octubre de 1971 se realizó un experimento para comprobar la dilatación del tiempo predicha por el físico Albert Einstein.

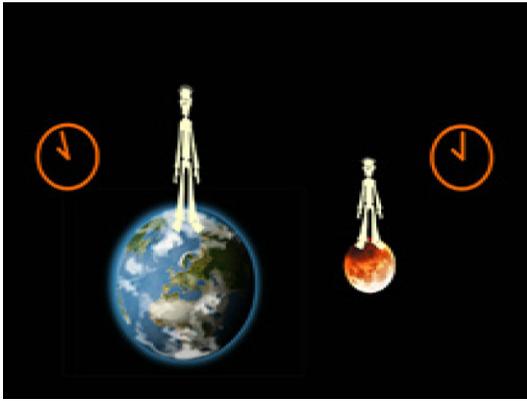
Se sincronizan cuatro relojes de haz atómicos de cesio con relojes de referencia en el Observatorio Naval de los EE.UU. Cada uno de los cuatro relojes se montaron en aviones comerciales y se enviaron en rutas reales en una ocasión hacia el Oeste y en otra ocasión hacia el Este durante tres días en cada viaje.

Los relojes que se enviaron hacia el Este viajaban en el sentido de rotación de la tierra por lo tanto la velocidad del avión más la velocidad de rotación de la tierra producía un aumento de total de velocidad del avión con respecto al núcleo terrestre es decir viaja más rápido. Los aviones que se enviaron hacia el Oeste se dirigían en sentido contrario a la rotación de la tierra por lo tanto viajan más lento.



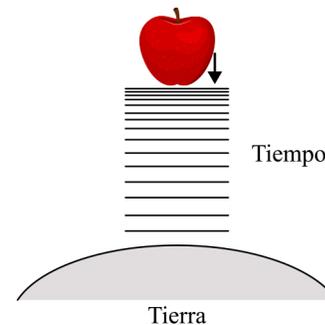
Fig 4.





Cuando los aviones regresaron a la tierra y se compararon sus relojes con el reloj del observatorio en Washington, D.C., Se observó que los que viajaron a mayor velocidad (en el sentido de rotación terrestre) habían ganado unos 260 nanosegundos (envejecido más lento) -260 ns y los que viajaron hacia el Oeste habían perdido ...156 ns. segundos (envejecido más rápido). Estos resultados concuerdan con los resultados predichos sobre la dilatación temporal. Con este experimento se comprueba el experimento mental sobre los gemelos.

Este fenómeno se debe a que la relatividad especial predice una dilatación cinemática es decir el tiempo corre más rápido para un observador que está en reposo con respecto al reloj y corre más lento para un observador que está en un marco de referencia en donde el reloj no esta en reposo. como los aviones estaban en movimiento respecto al reloj situado en la base naval, cuando volvieron a la base su reloj estaba atrasado.



4. Ondas gravitacionales

Evidencia indirecta por observaciones del sistema binario PSR 1913 realizadas por Hulse y Taylor en 1975.

Cuando arrojamamos una piedra en un estanque, observamos cómo se genera una perturbación que va aumentando de diámetro y se va atenuando a medida que se aleja del punto de formación.

De esta misma forma cuando suceden eventos que liberan gran cantidad de energía se produce una perturbación en la tela espacio-tiempo que viaja a la velocidad de la luz.

En 1974 Joseph Hooton Taylor Jr y Russell Alan Hulse observaron el sistema binario PSR B1913 +16 que es un sistema solar compuesto por dos estrellas de neutrones (estrellas formadas al colapsar una estrella 1.5 veces el tamaño del nuestro sol) separadas una distancia aproximada al radio de nuestro sol y que además que giran vertiginosamente una alrededor de la otra.

A medida que las dos estrellas giran su órbita se contrae gradualmente posibilitando la creación de ondas gravitacionales pues el empuje gravitacional distorsiona la tela espacio-tiempo generando ondas periódicas como las que se observan en el estanque. Eventualmente estas estrellas colapsan y generando un agujero negro que emite radiaciones de alta energía (tipo Gamma).



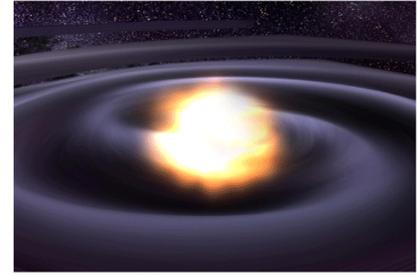
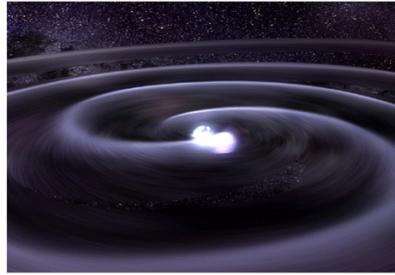
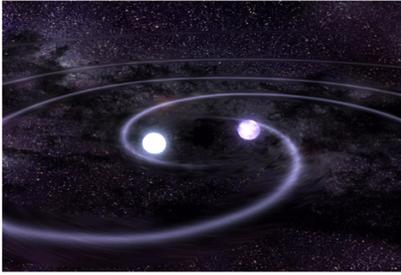


Fig 5.

Colisión de dos estrellas enanas blancas , de esta misma manera colisionaran las estrellas de neutrones solo que esta vez liberaría más energía tanto como para crear un agujero negro.

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:White_dwarfs_circling_each_other_and_then_colliding.gif

http://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/collide_whitedwarf.html

Se considera que si existió el Big Ban este sería el evento más violento que ha podido existir en nuestro universo y producía una radiación cósmica de fondo que se ahora se puede observar. Este evento también produjo una perturbación en la tela espacio-tiempo que originó las primeras ondas gravitacionales (ondas primordiales).

5. Agujeros negros

Varias observaciones de núcleos galácticos activos.

Los agujeros negros son lugares en el espacio donde la densidad es tan grande que distorsiona la tela espacio-tiempo, pero esta distorsión es dramática tanto que en su interior se pierde el sentido de espacio y tiempo. Estos monstruos son como gargantas gigantes que tienen la capacidad de absorber todo lo que se les acerca incluso la luz que viaja a la increíble velocidad de 300000Km por hora no tiene la capacidad de atravesar el agujero.



<http://www.nasa.gov/press/2014/august/nasas-nustar-sees-rare-blurring-of-black-hole-light/>

agujero negro (Dunbar, 2015)

http://www.nasa.gov/mission_pages/nustar/multimedia/pia16696.html



En el centro de nuestra galaxia existe un agujero negro gigante que engulle todo tipo de materia, esta clase de agujero se llama núcleo galáctico activo

El telescopio NuStar lanzado por la nasa ha ratificado la teoría de la relatividad que predice que el espacio tiempo se curva alrededor de un agujero y también lo hace la luz, el telescopio se programó para observar el agujero negro ubicado enobservó que una capa de luz infrarroja que giraba entorno al agujero negro llamada también corona colapso hacia el interior del agujero comprobado que nada se escapa del agujero.

6. Efecto de lente gravitacional Observado a diario con potentes telescopios

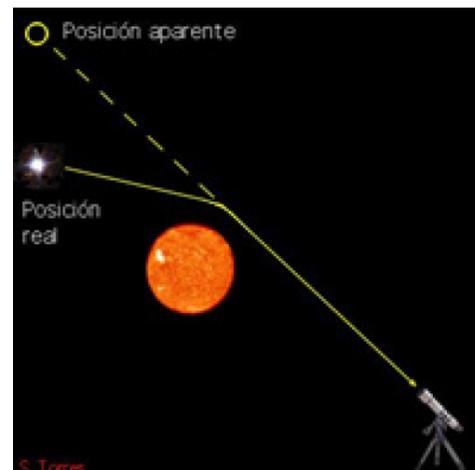
Comprobado por Roll, Krotkov y Dicke en 1964.

Si el espacio tiene curvatura (por ejemplo debido a la masa de una estrella) entonces la distancia más corta entre dos puntos sería una línea que se percibe como una curva.

Esta trayectoria se llama geodésica.

La luz de una estrella lejana al pasar cerca al Sol sufre una pequeña desviación. Este efecto fue observado por primera vez durante el eclipse de 1919.

De forma similar, si un punto brillante lejano (por ejemplo un cuasar), es observado cuando una gran masa (por ejemplo una galaxia) se interpone entre éste y el observador, la desviación de los rayos de luz generan un efecto lente. El resultado es que, justo como ocurre con una lente óptica, la luz se enfoca y el objeto se ve más brillante. También pueden aparecer imágenes múltiples del mismo objeto. Este efecto ha sido observado en varias ocasiones.



Lente gravitacional (video)

<http://www.spacetelescope.org/videos/heic1106a/>

La galaxia masiva produce la curvatura del espacio a su alrededor, lo cual hace que la luz se desvíe. Si esta galaxia no se observa porque tiene poco brillo, o si en vez de la galaxia lo que tenemos es un cuerpo masivo que no emite luz (materia oscura), el efecto de lente gravitacional nos permite la detección de materia oscura, revelada por las imágenes múltiples de la fuente de luz lejana.

Traducción de las palabras del video:

Galaxy: Galaxia

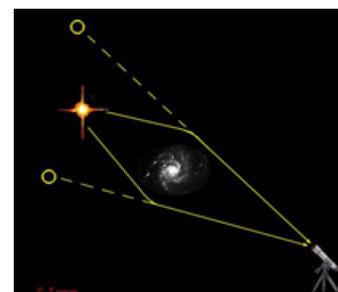
Light rays: Rayos de luz

Earth: Tierra

Distorted light-rays: rayos de luz distorsionados

Galaxy cluster: Cúmulo de Galaxias

Lensed galaxy image: Imagen magnificada de la galaxia.



7. Equivalencia entre masa gravitacional y masa inercial

Comprobado por Roll, Krotkov y Dicke en 1964.

Este experimento midió con gran precisión la equivalencia entre masa inercial y masa gravitacional cuyo resultado los utilizó Albert Einstein como una de las bases de la teoría de la relatividad general.

Recordemos algunos conceptos:

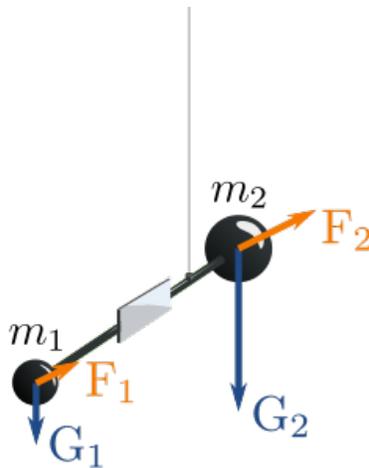
Masa inercial: es la medida de la oposición de una masa al cambio de velocidad

Dada por: $F_1 = ma$

Masa gravitacional: es la medida de la fuerza de atracción gravitatoria que experimenta una porción de materia másica dentro de un campo gravitatorio.

Dada por:

$$F_{G_{\square}} = G = \frac{Mm}{r^2}$$



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Original_Eotvos_experiment.svg

El experimento consiste en:

Dos masas ubicadas en sitios opuestos de una vara, que esta colgada por una fibra muy fina. En la vara se ha colocado un espejo que refleja luz hacia un pequeño telescopio. Cuando aparecen pequeños cambios en la rotación de la vara esto causará que el haz de luz se refleje en el espejo y se observará un cambio notable cuando sea magnificado por el telescopio.

Este experimento se arregló de tal manera que si las dos masa son diferentes, entonces las dos fuerzas inercial (en la figura representada por F), y gravitacional (en la fig. representada por G) no actuarían de la misma forma sobre los dos cuerpos y después de un tiempo se producirá una rotación.



Este principio lo utilizó Albert Einstein en su teoría de la relatividad general para afirmar que uno no puede distinguir entre un sistema inmerso en un campo gravitatorio y un sistema de referencia no inercial acelerado si estas situado en un punto indistinguible es decir un punto donde no puedes diferenciar con respecto a que te estás moviendo, así como el espacio tiene un efecto sobre la masa, la masa tiene un efecto sobre el espacio.



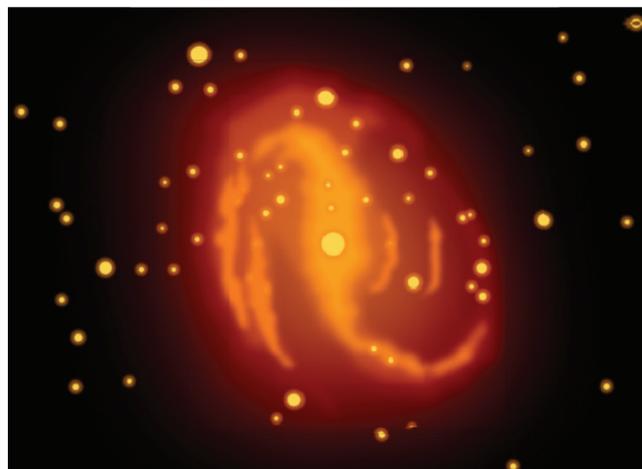
http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:E%C3%B6tv%C3%B6s-inga_a_S%C3%A1ghegyi_M%C3%BAzeumban.jpg

8. Corrimiento espectral 'hacia el rojo' de la luz en un campo gravitacional

Medido por Pound y Rebka en 1960.

Recordemos que un campo gravitatorio intenso como el campo creado por una estrella de neutrones o un agujero negro tiene la capacidad de deformar la tela espacio-tiempo. Por esta razón cuando la luz entra a un campo gravitacional de este tipo su longitud de onda sufre un corrimiento hacia el color azul y cuando sale sufre un corrimiento hacia el color rojo.

Los científicos Pound Y Rebka midieron este efecto en el año 1960. Usando a la tierra como fuente de campo gravitacional, Se tomaron dos átomos del mismo elemento y se ubicaron uno en la cima de una torre y otro en el sótano de la torre.



El átomo ubicado en el sótano de la torre emite fotones a una cierta longitud de onda, esta longitud de onda va cambiando a medida que el fotón se aleja de la tierra debido a que el efecto del campo gravitacional va disminuyendo. El átomo ubicado en la cima de la torre se le hizo acelerar en la dirección del átomo ubicado en el sótano, cuando el átomo de la torre sea capaz de absorber el fotón entonces realizó una compensación entre el efecto doppler relativista y el corrimiento al rojo gravitacional predicho por Einstein.



9. GPS (Sistema de Posicionamiento Global)

Una pregunta tan simple como “¿Dónde estoy?” de forma casi inmediata y con una precisión sorprendente el GPS te da la respuesta. la figura 1 El Sistema de Posicionamiento Global o GPS (Global Positioning System) es un sistema que nos permite conocer con una buena precisión (habitualmente de metros; pero existen los GPS con precisión de centímetros) la posición de un objeto en cualquier parte del mundo. Se utilizan 24 satélites que giran alrededor de la órbita de la Tierra para hacer lo anterior.



Figura 1.

Cada uno de los satélites cuenta con un reloj atómico, que es usado para enviar señales al receptor (el aparato que todos conocemos) con la hora, y así éste último calcula el tiempo de llegada de la señal para poder hacer la triangulación y determinar la posición en la que se encuentra. Los relojes de GPS son, por lo tanto, vistos ir más lento, comparados con los que se quedan en la Tierra, antes del lanzamiento, pero corren a la misma velocidad después de colocarse en la altitud orbital correcta.

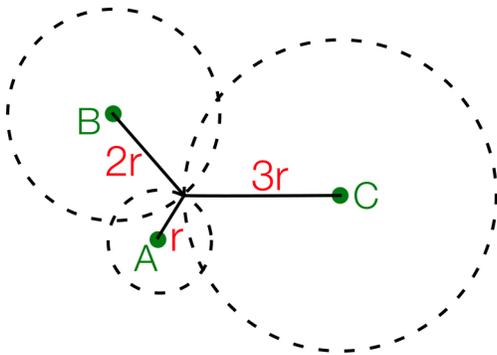


Figura 2.

Una pregunta tan simple como “¿Dónde estoy?” de forma casi inmediata y con una precisión sorprendente el GPS te da la respuesta. la figura 1 El Sistema de Posicionamiento Global o GPS (Global Positioning System) es un sistema que nos permite conocer con una buena precisión (habitualmente de metros; pero existen los GPS con precisión de centímetros) la posición de un objeto en cualquier parte del mundo. Se utilizan 24 satélites que giran alrededor de la órbita de la Tierra para hacer lo anterior.

Si trazamos sobre un mapa de la zona tres circunferencias, tomando como centro los puntos A, B y C y como valor de sus radios las distancias a escala reducida que nos separa del centro de cada círculo, el punto donde se cortan las circunferencias será el lugar donde nos encontramos situados. figura 3.

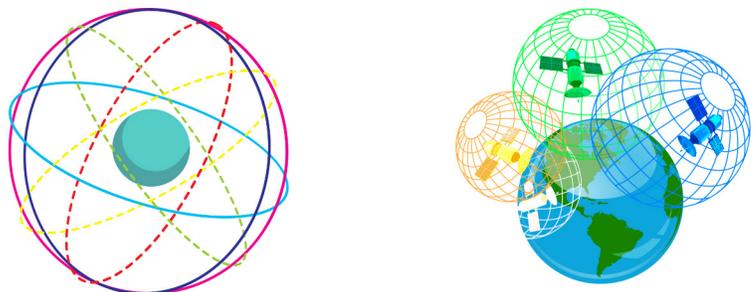


Figura 3.

<https://openclipart.org/detail/194758/gps>



El sistema GPS consta de tres partes principales:

El sistema se compone de 24 satélites distribuidos en seis órbitas polares diferentes, situadas a 2 169 kilómetros (11 000 millas) de distancia de la Tierra. Cada satélite la circunvala dos veces cada 24 hora. Por encima del horizonte siempre están “visibles” para los receptores GPS por lo menos 4 satélites, de forma tal que puedan operar correctamente desde cualquier punto de la Tierra donde se encuentren situados.

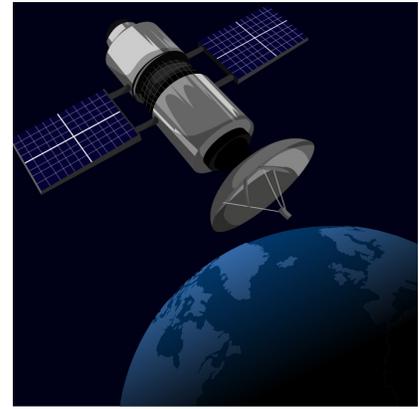


Figura 4.

Satélite GPS en órbita. Representación gráfica: NASA

Por norma general y para mayor exactitud del sistema, dentro del campo visual de cualquier receptor GPS siempre hay por lo menos 8 satélites presentes. Cada uno de esos satélites mide 5 m de largo y pesa 860 kg . La energía eléctrica que requieren para su funcionamiento la adquieren a partir de dos paneles compuestos de celdas solares adosadas a sus costados.

Figura 4.

Están equipados con un transmisor de señales codificadas de alta frecuencia, un sistema de computación y un reloj atómico de cesio, tan exacto que solamente se atrasa un segundo cada 30 mil años. La posición que ocupan los satélites en sus respectivas órbitas facilita que el receptor GPS reciba, de forma constante y simultánea, las señales de por lo menos 6 u 8 de ellos, independientemente del sitio donde nos encontremos situado. Mientras más señales capte el receptor GPS, más precisión tendrá para determinar las coordenadas donde se encuentra situado.



Figura 5.

El principio de funcionamiento de los receptores GPS es el siguiente:

Para ubicar la posición exacta donde nos encontramos situados, el receptor GPS tiene que localizar por lo menos 3 satélites que le sirvan de puntos de referencia. En realidad eso no constituye ningún problema porque normalmente siempre hay 8 satélites dentro del “campo visual” de cualquier receptor GPS. Para determinar el lugar exacto de la órbita donde deben encontrarse los satélites en un momento dado, el receptor tiene en su memoria un almanaque electrónico que contiene esos datos. Figura 5



Primero: cuando el receptor detecta el primer satélite se genera una esfera virtual o imaginaria, cuyo centro es el propio satélite. El radio de la esfera, es decir, la distancia que existe desde su centro hasta la superficie, será la misma que separa al satélite del receptor. Éste último asume entonces que se encuentra situado en un punto cualquiera de la superficie de la esfera, que aún no puede precisar.

Segundo: al calcular la distancia hasta un segundo satélite, se genera otra esfera virtual. La esfera anteriormente creada se superpone a esta otra y se crea un anillo imaginario que pasa por los dos puntos donde se interceptan ambas esferas. En ese instante ya el receptor reconoce que sólo se puede encontrar situado en uno de ellos.

Tercero: el receptor calcula la distancia a un tercer satélite y se genera una tercera esfera virtual. Esa esfera se corta con un extremo del anillo anteriormente creado en un punto en el espacio y con el otro extremo en la superficie de la Tierra. El receptor discrimina como ubicación el punto situado en el espacio utilizando sus recursos matemáticos de posicionamiento y toma como posición correcta el punto situado en la Tierra.

Cuarto: una vez que el receptor ejecuta los tres pasos anteriores ya puede mostrar en su pantalla los valores correspondientes a las coordenadas de su posición, es decir, la latitud y la longitud.

Quinto: para detectar también la altura a la que se encuentra situado el receptor GPS sobre el nivel del mar, tendrá que medir adicionalmente la distancia que lo separa de un cuarto satélite y generar otra esfera virtual que permitirá determinar esa medición.

En todo momento el receptor GPS muestra las coordenadas del punto donde éste se encuentra situado durante todo el tiempo que se encuentre funcionando y, además, bajo cualquier tipo de condiciones climatológicas que le rodee. Por otra parte, se podrá seguir en la pantalla del GPS el trazado del recorrido que va siguiendo, la velocidad de desplazamiento y el tiempo que demora o demorará en trasladarse de un punto a otro.

De esa forma se puede organizar el trazado completo de una ruta, la que una vez introducida en la memoria se podrá reutilizar otra vez en cualquier momento que se necesite. Así sólo será necesario indicarle al receptor GPS el trayecto que queremos recorrer y éste se encargará de guiarnos, mostrándonos las vías más idóneas, así como las distancias existentes entre un punto y otro a medida que nos desplazamos por la carretera.

Actualmente se fabrican receptores GPS que muestran directamente mapas de un área determinada. Otros aceptan también memorias conteniendo mapas detallados, incluso de ciudades, que le indican al usuario la forma de encontrar una dirección mientras conduce un vehículo.

