

Guía docente

- **El tiempo es relativo**
- **Cuando la velocidad acorta la distancia**

Área disciplinar: Física y Astronomía

Nivel: Secundario

Año: 6°

Contenido

- Teoría de la relatividad.
- Dilatación del tiempo y contracción de longitudes.

Presentación

La teoría especial de la relatividad propuesta por Albert Einstein en 1905 revolucionó nuestra comprensión del universo al desafiar las nociones tradicionales de espacio y tiempo.

El material audiovisual *El tiempo es relativo* presenta el concepto de dilatación del tiempo, a través de ejemplos sencillos que dan sentido a la medición desde distintos sistemas inerciales. Su visualización se recomienda para dar continuidad a lo planteado sobre la constancia de la velocidad de la luz y el fenómeno de contracción de longitudes.

El video *Cuando la velocidad acorta la distancia* plantea el fenómeno físico de la contracción de longitudes, con situaciones concretas que promueven el análisis y la aplicación de la ecuación que permite calcular las distancias relativas. Su visualización abre paso al caso particular de los *muones*, en que, cambiando los sistemas de referencias, pueden comprobarse tanto la dilatación del tiempo como la contracción de longitudes.

En esta secuencia didáctica se plantea el análisis de situaciones sencillas para favorecer la comprensión de ambos fenómenos. Un caso concreto y real, fundamentado en el experimento de los muones, ofrece una oportunidad ideal para distinguir y plantear el cálculo de tiempos y distancias relativos involucrados.

La visualización de ambos videos y la realización de secuencia de actividades debe ser posterior al desarrollo de la propuesta *Transformando espacio y tiempo: los postulados de la Relatividad*.

Los objetivos son:

- Interpretar cómo la percepción del tiempo y las longitudes se ven afectadas por la velocidad relativa del observador.
- Aplicar los conceptos teóricos en la interpretación de resultados experimentales de un fenómeno real.

Actividades sugeridas

1. Visualización del video *El tiempo es relativo*

Para contextualizar la temática y trabajar ideas previas se propone iniciar la clase con una breve discusión sobre la naturaleza del tiempo y cómo lo percibimos en nuestra vida cotidiana. Preguntar a los estudiantes qué creen que significa *dilatación del tiempo*, pedirles que hagan predicciones sobre el contenido del video: ¿Cómo creen que la velocidad de la luz afecta nuestra percepción del tiempo?

A partir de una primera visualización y con el propósito de favorecer la interpretación de la información se propone a los estudiantes la discusión grupal de las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son los sistemas de referencias planteados en el video?
- ¿Qué fenómeno se está estudiando?
- ¿Qué intervalo de tiempo es el que se mide?
- ¿Quiénes hacen las mediciones de ese tiempo?

Es importante que el profesor aclare cuál es el sistema propio en este caso. O sea, el sistema donde ocurre el fenómeno que se estudia o, dicho de otra manera, el sistema adosado al fenómeno.

Para la nave que pasa cerca de la Tierra con una velocidad cercana a la de la luz, clarificar:

- ¿Cómo perciben el tiempo que marcan sus relojes los pasajeros de la nave?
- ¿Cómo perciben los observadores terrestres el transcurso del tiempo en la nave?
- ¿Cómo justifica esas percepciones la teoría de la relatividad?

Se solicita luego que discutan las implicaciones de la dilatación del tiempo. ¿Cómo afecta esto a los viajes espaciales? ¿Qué sucede con los relojes en diferentes velocidades?

Con el fin de contrastar las ideas iniciales con las expuestas, se pide que comparen la dilatación del tiempo con su comprensión previa del tiempo absoluto. ¿Cómo ha cambiado su perspectiva?

Para evaluar tiempos propios y dilatados, se propone ahora la resolución de la situación planteada al final de video:

Si la velocidad de la nave es de $2,6 \times 10^8$ m/s, cuando en la Tierra transcurra un intervalo de 4 años, ¿cuánto valdrá el tiempo medido por los instrumentos propios de la nave?

2. Visualizando el video *Cuando la velocidad acorta la distancia*

- a. Antes de ver el video solicitar a los estudiantes que hagan predicciones a partir de la pregunta: ¿Cómo creen que la velocidad afecta la longitud de los objetos?

Durante la visualización es importante que los estudiantes tomen nota para registrar los sistemas de referencia, las velocidades que se ponen en juego y las relaciones expuestas en la ecuación de transformación. El profesor puede plantear estas preguntas como orientadoras de lo que deben registrar:

- ¿Quiénes son los observadores que van a medir la longitud de la barra?
- ¿En qué sistema se encuentra la barra?
- ¿Qué observador mide la longitud propia?
- ¿Qué observador aprecia la contracción de longitudes?
- ¿En qué dirección se produce la contracción de longitudes?

b. Luego de visualizar el video se propone la resolución colaborativa, entre toda la clase y con la guía docente, de la siguiente situación problemática:

Imaginemos que el genio de la película Aladín vuela en su alfombra mágica a una velocidad de $0,8c$ respecto de la Tierra, en una dirección paralela al largo de la alfombra. Él sabe que su alfombra es rectangular y mide 120 cm de largo y 60 cm de ancho. ¿De qué tamaño es la alfombra para el que lo ve pasar desde la Tierra?

Para guiar el razonamiento el docente puede esquematizar gráficamente la situación y hacer las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los dos observadores?
- ¿Qué longitudes están involucradas?
- ¿Dónde se hace la medición propia?
- ¿Quién es el observador exterior móvil?
- ¿Las longitudes cambiarán?, ¿cuáles?, ¿para quién?

Finalmente se debe hacer el cálculo algebraico.

El docente debe destacar que tanto la dilatación del tiempo como la contracción de longitudes son fenómenos físicos que se han comprobado experimentalmente, aunque se los presente con situaciones imaginarias para poder entenderlos.

3. Viajeros fugaces

Esta actividad busca retomar el desafío final dado en el video, *Cuando la velocidad acorta la distancia*. El experimento del muón es un fascinante ejemplo de cómo la relatividad especial de Einstein afecta la percepción del tiempo y la longitud en partículas subatómicas.

Leer el siguiente texto:

Los muones son partículas 207 veces más pesadas que el electrón y tienen una vida media de 2 microsegundos. Se generan por la interacción de los rayos cósmicos en la atmósfera, a una altura aproximada de 9 km y viajan a velocidades cercanas a la de la luz, $v=0,9978 c$.

En 1963, los científicos David Frisch y James Smith midieron el número de muones que llegaban a la superficie terrestre. Realizaron dos mediciones a diferentes

alturas: en la cima del Monte Washington y a nivel del mar. A pesar de las expectativas, detectaron más muones de los esperados a nivel del mar.

Texto adaptado de: Javier Clemente-El experimento de los muones, disponible en [Experimento de los Muones - Relatividad Especial](#)

El docente planteará luego: ¿Cómo explica la relatividad especial este fenómeno? Para analizar la situación, se solicita a los estudiantes que representen los sistemas de referencias para un observador terrestre y otro situado en la partícula, separada una distancia de 9000 m, que es el espesor aproximado de la atmósfera.

Un primer cálculo, sin considerar efectos relativistas, puede dar evidencia de la distancia que recorrerán los *muones* y analizar ese resultado.

Se propone después realizar el cálculo utilizando los conceptos relativistas de dilatación del tiempo y contracción de longitudes.

Para ello debe realizarse el cálculo desde los dos sistemas de referencia, identificando primeramente dónde se dan los fenómenos propios de la medición del tiempo y la medición de la distancia, para luego aplicar los efectos relativistas y así relacionar la velocidad con el espacio y el tiempo medidos, en cada sistema.

El docente orientará el análisis de los resultados obtenidos, señalando la consistencia de los mismos y recordando que un observador ve dilatación del tiempo, mientras que otro ve contracción de longitud, pero ninguno ve ambos simultáneamente

En resumen, el experimento del muón demuestra cómo la relatividad afecta nuestra concepción del tiempo y el espacio.

Bibliografía

- Aristegui y otros (2000). *Física II Dinámica. Fluidos. Relatividad. Electromagnetismo. Física Cuántica. Astronomía y Astrofísica* Santillana Polimodal.
- Hewitt, P. (2007). *Física conceptual*. 10° edición. Pearson Editorial.



Material extra

- Openstax
- [5.4 Contracción de longitud - Física universitaria volumen 3 | OpenStax](#)
- [5.3 Dilatación del tiempo - Física universitaria volumen 3 | OpenStax](#)
- [Relatividad. Experimento de los muones y experimento de los gemelos](#)

Créditos (equipo docente):

Zulma Ibarra, Irene Lucero y Julián Vallejos.