

## Actividad de Evaluación. ¿Puedo explicar diversos aspectos sobre la naturaleza de la realidad a partir de los saberes de la física moderna?

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 4. Evaluar la contribución de la física moderna y sus teorías estructuradoras (como relatividad y mecánica cuántica) al debate sobre la naturaleza de la realidad, así como su impacto sobre la sociedad, la tecnología y los sistemas naturales.

OA 6. Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la física con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemáticas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

OA e. Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

OA f. Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

OA h. Evaluar la validez de información proveniente de diversas fuentes, distinguiendo entre evidencia científica e interpretación, y analizar sus alcances y limitaciones.

### INDICADORES DE EVALUACIÓN

- Aplican conceptos y modelos de la teoría de la relatividad especial y general para analizar fenómenos.
- Explican fenómenos a pequeña escala con base en principios y modelos de la mecánica cuántica.
- Analizan críticamente las implicancias del conocimiento de la física moderna en la sociedad, la tecnología y los sistemas naturales.
- Argumentan la contribución de la física moderna para el debate sobre la naturaleza de la realidad.
- Evalúan la validez de información sobre física moderna proveniente de diversas fuentes.

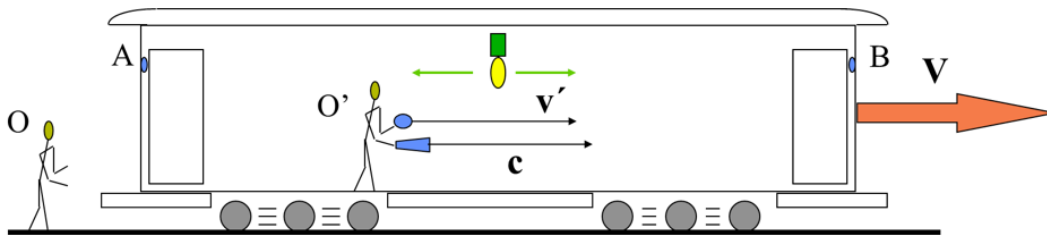
### DURACIÓN

7 horas pedagógicas.

### Explicación de fenómenos físicos

Sea un vagón de tren que, como indica la figura, se mueve uniformemente y en línea recta con rapidez  $V$  hacia la derecha respecto del andén de una estación. Arriba del vagón ocurren varias cosas que debes describir según dos observadores: uno arriba del tren ( $O'$ ) y en reposo respecto de él, y el otro ( $O$ ) en reposo respecto del andén. Supongan despreciables los efectos del aire en todos los casos.

Analicen la situación por medio del siguiente esquema y realicen las actividades que se indican a continuación, situándose en las posiciones de los observadores  $O$  y  $O'$ .



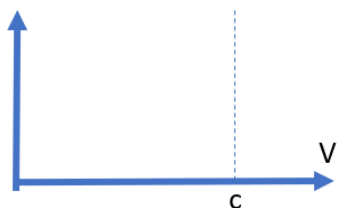
Andén de la estación

1. Una persona arriba del vagón ( $O'$ ) lanza un proyectil con velocidad  $v'$  respecto del tren. También enciende una linterna que emite su luz (que viaja con rapidez  $c$ ), ambas acciones en el sentido que se indica en la figura.
  - a. Según la física de Newton, ¿cuál es la rapidez de la luz y de la piedra (inmediatamente después de ser lanzada) para el observador  $O$  fijo al andén?
  - b. Según la física de Einstein, ¿cuál es la rapidez de la luz y de la piedra (inmediatamente después de ser lanzada) para el observador  $O$  fijo al andén?
  - c. Anota las respuestas a las preguntas anteriores en la tabla siguiente y completa los otros casilleros, en que  $L'$  es la longitud del tren,  $\Delta t'$  el tiempo que tarda una manzana en caer desde cierta altura y  $M'$  la masa de la manzana; todo ello medido por el observador  $O'$  fijo al tren.

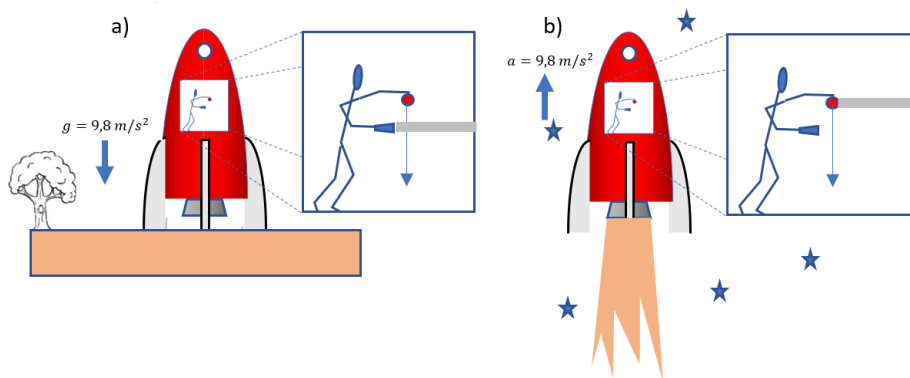
	Medidas realizadas por $O'$ arriba del vagón	Medidas hechas por $O$ en el andén, según Newton	Medidas hechas por $O$ en el andén, según Einstein
Rapidez de la luz	$c$		
Rapidez del proyectil	$v'$		
Longitud del tren	$L'$		
Tiempo que tarda en caer una manzana	$\Delta t'$		
Masa de la manzana	$M'$		

2. Justo en medio del vagón hay en el techo una ampolleta apagada. En los extremos del vagón hay dos sensores ( $A$  y  $B$ ) tales que, cuando les llega luz, activan un sistema que abre las puertas. Después de encender la luz, ¿qué puerta se abre primero?
  - a. Según la física de Newton.
  - b. Según la física de Einstein.

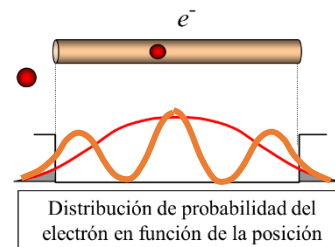
3. Si imaginamos situaciones en que la rapidez del tren es cada vez mayor respecto del andén, ¿qué ocurre con el largo  $L$  del tren y con la duración  $\Delta t$  de la caída de la manzana al suelo, para observadores fijos al andén?
  - a. Según la física de Newton.
  - b. Según la física de Einstein.
4. ¿Qué limitaciones tiene el movimiento del tren y los fenómenos que ocurren arriba de él?
  - a. Según la física de Newton.
  - b. Según la física de Einstein.
5. Completen a mano alzada el gráfico siguiente, para el observador fijo al andén, colocando en el eje vertical la longitud  $L$  del tren, el tiempo  $\Delta t$  que demora en caer la manzana y la masa  $M$  (usen colores distintos para diferenciar las tres curvas).



6. Sobre la teoría especial de la relatividad:
  - a. Señalen y argumenten las consecuencias científicas y sociales más significativas.
  - b. Describan brevemente algunas de las verificaciones experimentales de la dilatación del tiempo y contracción del espacio con que cuenta la teoría especial de la relatividad.
  - c. Señalen, en tres o cuatro líneas, qué cambios en la imagen que tenían sobre la realidad del universo produjo en ustedes conocer la teoría especial de la relatividad.
7. Sobre la curvatura del espacio-tiempo:
  - a. Consideren un cohete en las siguientes situaciones: a) detenido aquí en la superficie terrestre y b) viajando por el espacio con una aceleración igual a  $9,8 \text{ m/s}^2$  respecto de las estrellas lejanas. Ambas situaciones se ilustran en la figura siguiente. En el interior del cohete hay científicos que hacen algunos experimentos que se describen en las preguntas. El laboratorio no tiene ventanas que permitan ver hacia el exterior; el cohete es completamente silencioso y la cabina del piloto no tiene comunicación con el laboratorio.



- i. Si los científicos estudian experimentalmente la caída de una manzana en ambos laboratorios, ¿pueden distinguir en qué situación (en la Tierra o en el espacio) se encuentran? Expliquen.
  - ii. ¿Habrá algún experimento mecánico (lanzando proyectiles, haciendo oscilar péndulos, etc.) que les permita a los científicos decidir en qué sistema de referencias se encuentran?
  - iii. Si los científicos lanzan con una linterna un rayo de luz horizontal al suelo del laboratorio, ¿qué es correcto decir sobre la trayectoria que sigue el rayo de luz?
    - Según la física de Newton
    - Según la física de Einstein
    - Según los experimentos
- b. Expliquen cómo Eddington comprobó la curvatura del espacio predicha por la teoría general de la relatividad de Einstein.
- c. Expliquen de qué maneras la materia curva el espacio y qué consecuencias provoca eso en el tipo de geometría que adopta el espacio.
- d. En grupos de tres o cuatro alumnos elaboren un póster que explique, en forma resumida, las principales novedades introducidas por la teoría general de la relatividad, a la imagen del universo que se tenía hasta finales del siglo XIX. Considerar:
- El principio de equivalencia.
  - Las modificaciones introducidas en la geometría del espacio-tiempo.
  - Las principales características de los agujeros negros.
  - Las implicancias cosmológicas.
8. Sobre la realidad en el ámbito de lo muy pequeño:
- a. Realicen una infografía que muestre, a lo largo de la historia, cómo han evolucionado los conceptos sobre la naturaleza granular de la materia (continuidad-discontinuidad) y de su naturaleza corpuscular u ondulatoria.
  - b. Seleccionen y señalen en qué consistían dos problemas que enfrentaba la física a inicios del siglo XX y cómo sus soluciones dieron inicio a la mecánica cuántica.
  - c. Expliquen, por medio de ejemplos y en forma breve (5 o 6 líneas), cada una de las siguientes concepciones de la realidad según la mecánica cuántica:
    - i. La física solo puede predecir la probabilidad de que algo ocurra.
    - ii. Una partícula puede escapar de un pozo de potencial aun cuando no tenga la energía suficiente para hacerlo, como lo señala el gráfico de la derecha, para el caso de un electrón.
    - iii. Un gato puede estar vivo y muerto simultáneamente.
  - d. En relación con el principio de incertidumbre de Heisenberg; expliquen:
    - i. ¿A qué corresponden cada uno de los términos de la expresión:  $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ ?
    - ii. ¿Por qué según él no podemos observar algo (por ejemplo, un electrón en una caja), sin afectarlo?
  - e. Comparen (señalando semejanzas y diferencias) el “experimento de interferencia en la doble rendija” en las siguientes dos situaciones:
    - i. Ondas superficiales en agua y ondas de sonido en el aire y en la luz (experimento de Young) en que se observa el mismo patrón
    - ii. La interferencia de electrones.



### Construcción de argumentos

1. ¿Cuál es el rol de los modelos en las ciencias en general, y en la física moderna en particular?
2. ¿De qué manera contribuye el conocimiento de historia y filosofía de las ciencias en la comprensión de la física moderna?
3. ¿Por qué la física moderna desafía nuestros sentidos, lógica y percepción?
4. ¿Por qué existen tantas distorsiones sobre mecánica cuántica en internet y redes sociales? Discutan sobre usos y abusos de la información.
5. ¿De qué manera la física moderna favorece la reflexión y el debate sobre la naturaleza de la realidad?

### Reflexión sobre “¿Qué nos aporta finalmente la física moderna?”

1. Completen el siguiente cuadro, para cada uno de los pilares de la física moderna, con palabras clave e ideas resumidas que den cuenta del impacto científico y cultural.

Pilares de la física moderna	Qué ha cambiado en nosotros, como consecuencia del desarrollo de la física moderna, en lo que se refiere a:	
	La forma en que entendemos la realidad	Los desarrollos tecnológicos
La teoría especial de la relatividad		
La teoría general de la relatividad		
La mecánica cuántica		