

## Actividad 3. ¿Vamos a modelizar los efectos de las fuerzas centrales?

### PROPÓSITO DE LA ACTIVIDAD

Que los estudiantes reflexionen sobre la importancia de modelizar fenómenos naturales y cotidianos en general, y de los efectos de las fuerzas centrales en particular.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 3

Analizar el movimiento de cuerpos bajo la acción de una fuerza central en diversas situaciones cotidianas o fenómenos naturales, con base en conceptos y modelos de la mecánica clásica.

OA a

Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas fuentes.

OA f

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

OA i

Analizar críticamente implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales de problemas relacionados con controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

### ACTITUDES

Pensar con perseverancia y proactividad para encontrar soluciones innovadoras a los problemas.  
Pensar con conciencia, reconociendo que los errores ofrecen oportunidades para el aprendizaje.

### DURACIÓN

12 horas pedagógicas.

## DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

### Activación

- Los estudiantes leen el siguiente texto y después responden algunas preguntas.

Desde el Sputnik 1, puesto en órbita en 1957, la cantidad de satélites artificiales que orbitan la Tierra ha crecido exponencialmente. Gran parte de los países poseen sus propios satélites artificiales, que parecen ser indispensables en nuestra civilización, cada vez más tecnologizada y globalizada (por ejemplo, en lo que se relaciona con las comunicaciones). Por lo tanto, entender cómo se pone en órbita, qué utilidades prestan y qué problemas implican (por ejemplo, la basura espacial) son aspectos importantes para desarrollar una opinión fundada como ciudadanos.

(Fuente: Texto elaborado por el equipo de ciencias de la UCE)

- ¿Qué interrogantes les surgen con el texto?
- ¿Cuántos satélites piensan que orbitan la Tierra actualmente?
- ¿Creen que Chile también tiene algún satélite en órbita en el espacio?
- ¿Cómo se relacionan algunos satélites artificiales en órbita con sus vidas, las de sus familias y amistades?

### Resolución de desafíos

- Teniendo en cuenta el texto anterior, los estudiantes resuelven los siguientes desafíos para profundizar:
  1. Investigan sobre los satélites artificiales que posee la Tierra, considerando:
    - Número aproximado de satélites puestos actualmente en órbita terrestre.
    - Países responsables.
    - Principales usos que se les da a los satélites artificiales.
  2. Describen de qué elementos está constituida la basura espacial y qué inconvenientes y peligros potenciales puede significar para la humanidad.

#### Observaciones al docente

- Sugerir el estudio de las emergencias que vivió la Estación Espacial Internacional en 2009 como consecuencia de la basura espacial.

3. ¿Qué países son capaces de poner en órbita los satélites artificiales? Por ejemplo, ¿quién ha puesto en órbita los satélites chilenos?
4. Explican qué les ocurre a los satélites artificiales que empiezan a interactuar con la atmósfera en órbitas bajas.
5. Explican el movimiento de los satélites artificiales en términos de fuerzas centrales.
6. Describen cómo se llevan los satélites artificiales desde la superficie terrestre hasta la altura en que orbitarán y cómo se los deja en la órbita que se desea.

#### Observaciones al docente

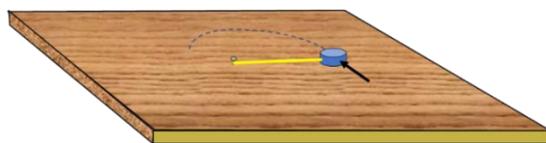
- Se sugiere que analicen un video como el que aparece en el canal de YouTube de Educacciontv, titulado *Cómo poner un satélite en órbita*, disponible en: [www.curriculumnacional/link/https://www.youtube.com/watch?v=jmDYAGkhQQ0](http://www.curriculumnacional/link/https://www.youtube.com/watch?v=jmDYAGkhQQ0).

7. Analizan cómo debiesen impulsar un objeto (dirección, sentido y rapidez) puesto a gran distancia de la Tierra (donde la acción de la atmósfera es insignificante) para ponerlo en una órbita estable, y las eventuales trayectorias que podría seguir si:
  - Se impulsa en otra dirección o con otras rapidezces.

- En la situación se considera la fuerza de roce, qué le ocurriría a un satélite que, en órbita baja, empieza a interactuar con la atmósfera.
8. Responden preguntas como:
- ¿Puede ponerse en órbita un satélite artificial a cierta altura con cualquier rapidez? Argumenten.
  - Si a la Estación Espacial Internacional (ISS) –que orbita a unos 400 km de altura y en la que normalmente viven unas seis personas–, se trasladan 100 personas y la respectiva carga (20 toneladas) con comida, agua, etc. para asegurar que puedan sobrevivir, ¿se corre riesgo de que la estación se venga a tierra?
  - Si una nave espacial está en una cierta órbita alrededor de la Tierra, ¿qué se debe hacer que descienda con seguridad?
  - Respecto de los satélites artificiales “estacionarios” o “geosincrónicos”:
    - o ¿Qué caracteriza sus órbitas?
    - o ¿A qué altura respecto del suelo se encuentran?
    - o ¿En qué se los emplea principalmente?

### Desarrollo de un modelo mecánico

- En un primer momento de esta etapa, los estudiantes observan el siguiente modelo mecánico demostrativo, y luego responden algunas preguntas.



- ¿Qué interrogantes les surgen tras observar la demostración del modelo mecánico?
- ¿Qué variables físicas están involucradas en el modelo?
- ¿Qué limitaciones posee el modelo?
- Además de la fuerza central producida por el elástico o resorte, ¿hay otras fuerzas presentes?
- La fuerza central en este modelo, ¿cómo depende de la distancia al centro?
- ¿Qué serían “las fuerzas centrales” presentes en la naturaleza?

#### Observaciones al docente

- Es importante que el modelo mecánico de demostración sea presentado de manera concreta en clases.
- El modelo que se propone aquí consiste en impulsar por un plano (horizontal), un tejo atado a un elástico para billetes (o resorte) y unido, en el otro extremo, a un clavo o tachuela clavada en el plano (lámina de madera o cartón duro), como se ilustra en la figura.  
Es recomendable que el tejo sea lo suficientemente masivo y el elástico o resorte lo suficientemente “blando” para que el montaje funcione. También se sugiere poner algún material suave, por ejemplo, una felpa, en la zona del tejo que interactúa con la superficie y suavizar lo más posible el plano con el fin de reducir el roce en el sistema.
- Una variación de este modelo demostrativo puede ser reemplazar el tejo por un auto de juguete a pilas. Aquí pueden estudiar, también, el movimiento del auto sujeto a la cuerda para distintas longitudes de la cuerda, ver la relación entre periodo y radio, y velocidad tangencial y angular.
- Es un oportuno momento para enfatizar nuevamente que, en rigor, la fuerza centrípeta no es un tipo de fuerza física real más, sino la forma de llamar a alguna fuerza real que, bajo ciertas circunstancias, presenta la característica de tirar del cuerpo hacia el centro de giro.

- Luego desarrollan un modelo mecánico propio que permita simular los efectos de las fuerzas centrales. Para esto:
- Conforman grupos de trabajo constituidos por cuatro o cinco estudiantes.
  - Planifican el trabajo: qué harán, con qué, cuándo y dónde.

- Realizan el montaje y lo prueban internamente en el grupo.
- Presentan el modelo desarrollado a sus pares y argumentan, destacando también las limitaciones que presenta.

#### Observaciones al docente

- Antes de que inicien los trabajos prácticos, describen brevemente los efectos que producen las fuerzas centrales en distintas situaciones, basados sus conocimientos de mecánica.
- Es una excelente oportunidad para favorecer la creatividad. Permítales desarrollar lo que decidan hacer, resguardando el rigor conceptual y la seguridad individual y colectiva.
- Sugiera que usen materiales reciclados para su modelo.
- Para el análisis teórico, solicite a los estudiantes que consideren y apliquen sus conocimientos de cinemática y dinámica, y hagan predicciones fundamentadas en relación con un cuerpo situado a gran altura, más allá de la atmósfera, cuando se lo impulsa en diferentes direcciones y con distintas rapidezces.
- Puede sugerir que hagan algunas mediciones y cálculos en sus modelos mecánicos, y puedan presentar esta información con gráficos.
- Invítelos a que, tras montar y probar el modelo, introduzcan las mejoras necesarias.
- Sugiera también que vayan registrando como grupo los diversos obstáculos y sentimientos que van teniendo durante el desafío. Esto favorece su propio proceso metacognitivo y, por tanto, la autorregulación del aprendizaje.

- Analizan de manera crítica y respetuosa los modelos desarrollados por cada grupo y proponen modificaciones que permitan mejorarlos.
- Para evidenciar lo aprendido sobre el fenómeno observado, responden preguntas como: ¿por qué está ocurriendo lo observado y cuáles son las magnitudes físicas presentes? ¿Creen que, con una experiencia demostrativa, sus familias entenderían lo que es una fuerza central y sus efectos?
- Finalmente, llevan a cabo un proceso metacognitivo de lo realizado, por medio de preguntas como: ¿cuáles son los pasos que dimos hasta diseñar el modelo? ¿Cuáles fueron nuestros momentos de mayor dificultad o confusión?, ¿qué hicimos para superar los obstáculos? ¿Qué emociones o sentimientos fueron parte del proceso y cómo influyeron en nuestro compromiso personal y colectivo con el desafío? ¿Qué aprendimos y qué dudas persisten tras el trabajo?

#### Observaciones al docente

- Favorecer un ambiente de respeto y empatía.
- Se sugiere diseñar y entregar una pequeña rúbrica para evaluar el modelo mecánico de sus compañeros.
- Es importante, finalmente, realizar una retroalimentación personal y colectiva sobre el proceso llevado a cabo.

Algunos indicadores para evaluar formativamente esta actividad pueden ser:

- Modelizan fenómenos que evidencian la relación entre fuerzas centrales y movimiento.

### RECURSOS Y SITIOS WEB



- *Dinámica del movimiento circular.* Recuperado de [www.curriculumnacional/link/http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/circular1/circular1.htm](http://www.curriculumnacional/link/http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/circular1/circular1.htm)
- *Fuerza centrípeta y gravitación.* Recuperado de [www.curriculumnacional/link/https://es.khanacademy.org/science/physics/centripetal-force-and-gravitation](https://es.khanacademy.org/science/physics/centripetal-force-and-gravitation)