



Clase 3

# **Metodologías de investigación Educación de la Física (PER) - Resolución de problemas**

Maloney - Research in problem solving



- **¿Qué es un problema?**

Siempre que tengas una brecha entre donde estás ahora y donde quieres estar, y no sabes cómo encontrar la manera de atravesar esa brecha, tienes un problema (Hayes)

La tarea en si misma no es un problema - surge cuando un individuo tiene que interactuar con esa tarea

- forma de posicionarse frente a la tarea

- **Diferentes “tipos” de problemas**

- 1) Se da la masa de un cuerpo, datos de dos fuerzas que actúan sobre el cuerpo - se pide su aceleración
- 2) Se da la masa de un avión, la velocidad de aterrizaje y la magnitud de la fuerza neta (de frenado) que puede tener, la longitud de la pista, y se plantea una pregunta: ¿Puede el avión aterrizar con seguridad?

Objetivos diferentes

Requieren otros procesos de razonamiento

# Clasificación de problemas



Muchas diferentes:

cuantitativos / conceptuales

bien definidos / poco definidos / abiertos

directos-sistemáticos - requieren razonamiento-pensamiento

¿La experiencia con problemas sistemáticos promueve habilidades para resolver problemas más abiertos en un dominio?

¿Resolver un problema menos definido facilita la posterior resolución de otros?

# Clasificación de problemas



## Según la definición anterior - tres componentes importantes

Estado inicial

Estado final (objetivo)

Procedimiento para llegar de uno a otro

Problemas de final de capítulo

Problemas ricos en contexto  
Problemas de la vida real  
Problemas menos definidos de final de capítulo

<b>Tipo</b>	<b>Datos</b>	<b>Métodos</b>	<b>Objetivo/resultado</b>
1	Dados	Familiar	Dado
2	Dados	No Familiar	Dado
3	Incompleto	Familiar	Dado
4	Incompleto	No familiar	Dado
5	Dado	Familiar	Abierto
6	Dados	No familiar	Abierto
7	Incompleto	Familiar	Abierto
8	Incompleto	No familiar	Abierto

(Johnstone)

¿Cómo ayudamos a los estudiantes a resolver problemas más complejos? Desarrollo de habilidades

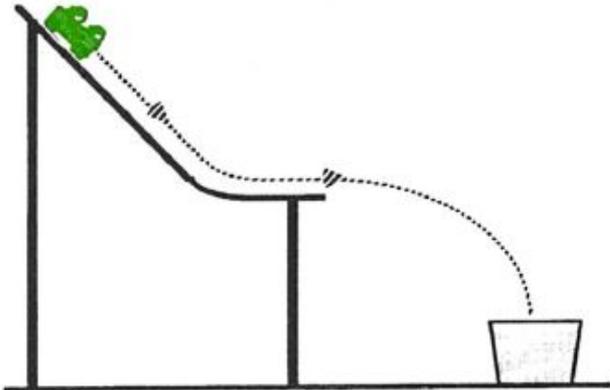


## **Tipos de problemas**

- Problemas experimentales.
- Problemas basados en el contexto.
- Construcción de problemas
- Problemas que cuentan historias.
- Actividades para hacer sentido.

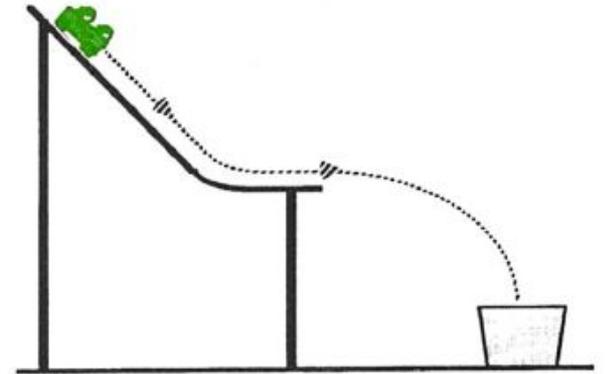
## Problemas experimentales (Van Heuvelen 1995)

- problema se presenta en forma de experimento
- estudiantes realizan representaciones, proponen solución, planifican medidas para encontrar las variables que precisan
- se realiza la experiencia para comprobar resultado



# Construcción de problemas

- problema se presenta en forma de experimento
- estudiantes realizan representaciones, proponen solución, planifican medidas para encontrar las variables que precisan
- Identifican y evalúan aproximaciones
- Evalúan si la predicción tiene sentido
- se realiza la experiencia para comprobar el resultado



# Aprendizaje colaborativo (Heller 92, Johnson 98)



## Características: Trabajo en grupos

**(1) Interdependencia positiva:** Es fundamental que cada estudiante perciba que es una parte imprescindible para que su grupo funcione.

**(2) Responsabilidad individual:** el docente debe asegurar que cada alumno sea evaluado por su trabajo dentro del grupo. Esto puede realizarse por ejemplo pidiendo a un integrante que explique al resto de su grupo lo que aprendió.

**(3) Interacción promotora:** el docente debe fomentar que cada individuo promueva el aprendizaje de sus compañeros, ya sea alentando, ayudándolo, explicándole cómo resolver un problema, valorizando el esfuerzo del otro.

## **Aprendizaje colaborativo** (Heller 92, Johnson 98)



**(4) Habilidades sociales:** el docente debe enseñar las habilidades necesarias para el trabajo en grupo y asegurarse de que sean entendidas y usadas adecuadamente por los integrantes del grupo.

**(5) Procesamiento de grupo:** Debe tenerse en cuenta que los estudiantes precisan un tiempo para llegar a una cohesión de grupo que les permita trabajar y llegar a los objetivos adecuadamente.

# Aprendizaje colaborativo - resolución de problemas



## ¿Qué tipo de problemas?

Problemas ricos en contexto

### **Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving**

Patricia Heller, Ronald Keith, and Scott Anderson

55455

### **Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 2: Designing problems and structuring groups**

Patricia Heller

*Department of Curriculum and Instruction, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota 55454*

Mark Hollabaugh

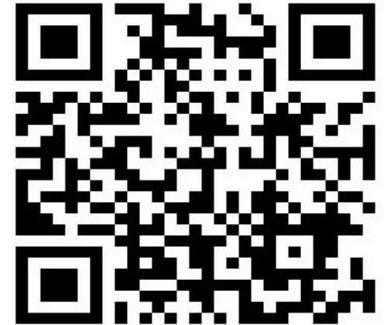
*Department of Physics and Astronomy, Normandale Community College, Bloomington, Minnesota 55431*

(Received 15 October 1990; accepted 29 August 1991)

# Problemas basados en el contexto

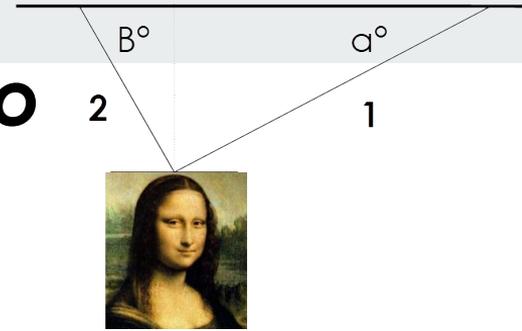


El parque eólico de Sierra de los Caracoles está constituido por cinco molinos eólicos de igual tamaño, siendo el radio de las aspas de cada molino de 40 metros. En el video al que puedes acceder a través del código QR, se puede observar a los molinos funcionando.



- Estima a partir del video el período de rotación de los molinos (dicha magnitud depende de las condiciones locales del viento).
- Determina la velocidad tangencial de un punto en el extremo de las aspas para la situación anterior. ¿Te sorprende el resultado obtenido?

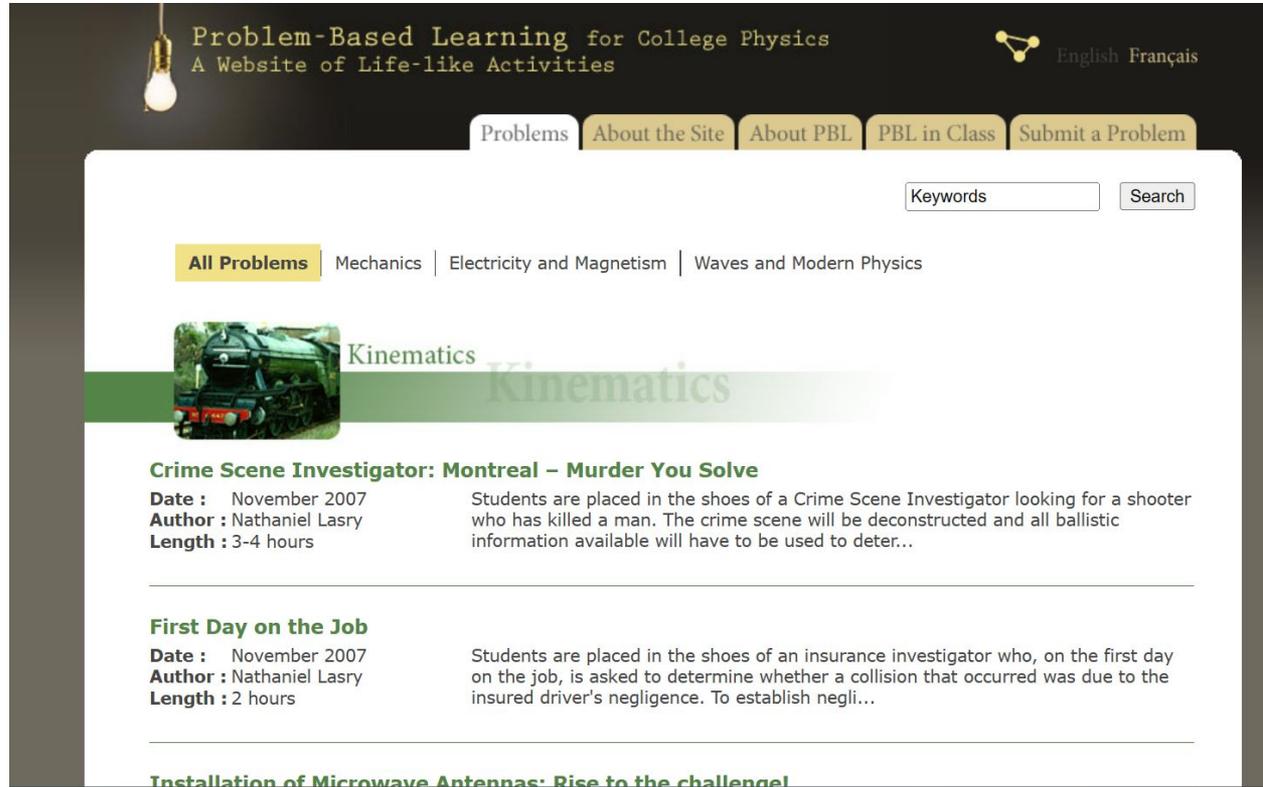
# Problemas basados en el contexto



Eres parte de un equipo para ayudar a diseñar el atrio de un edificio nuevo. Tu jefe quiere suspender una escultura de 20 kg de altura en el atrio colgándola del techo con una cuerda de pescar delgada y transparente para que sea difícil ver cómo se sostiene la escultura. El único lugar para sujetar la cuerda es una viga de madera que corre alrededor del borde de la habitación en el techo. La cuerda que quiere usar soporta 20 kg, por lo que sugiere colgar la escultura con dos cuerdas.

Las cuerdas estarían colgadas de lados opuestos del techo para unirse a la escultura colgante. Su diseño inicial tiene una cuerda que forma un ángulo de  $20^\circ$  con el techo y otra formando un ángulo de  $40^\circ$ . Tu jefe sabe que tomaste clases de física, por lo que te pregunta si su diseño puede funcionar.

# Aprendizaje basado en problemas -- de la vida real



The screenshot shows the homepage of the website "Problem-Based Learning for College Physics: A Website of Life-like Activities". The site has a dark background with a lightbulb icon in the top left. Navigation tabs include "Problems", "About the Site", "About PBL", "PBL in Class", and "Submit a Problem". There is a search bar with a "Search" button. A category menu shows "All Problems" selected, with sub-categories for "Mechanics", "Electricity and Magnetism", and "Waves and Modern Physics". The main content area features a "Kinematics" section with a car crash image. Two problem entries are visible: "Crime Scene Investigator: Montreal – Murder You Solve" and "First Day on the Job".

Problem-Based Learning for College Physics  
A Website of Life-like Activities

English Français

Problems About the Site About PBL PBL in Class Submit a Problem

Keywords  Search

All Problems | Mechanics | Electricity and Magnetism | Waves and Modern Physics

 Kinematics

**Crime Scene Investigator: Montreal – Murder You Solve**  
**Date :** November 2007  
**Author :** Nathaniel Lasry  
**Length :** 3-4 hours

Students are placed in the shoes of a Crime Scene Investigator looking for a shooter who has killed a man. The crime scene will be deconstructed and all ballistic information available will have to be used to deter...

**First Day on the Job**  
**Date :** November 2007  
**Author :** Nathaniel Lasry  
**Length :** 2 hours

Students are placed in the shoes of an insurance investigator who, on the first day on the job, is asked to determine whether a collision that occurred was due to the insured driver's negligence. To establish negli...

Installation of Microwave Antennas: Rise to the challenge!

# Problemas que cuentan historias

## Playing Physics Jeopardy

Alan Van Heuvelen

*Physics Department, The Ohio State University, Columbus, Ohio 43210*

David P. Maloney

*Physics Department, Indiana University–Purdue University, Fort Wayne, Indiana*

(Received 29 December 1997; accepted 22 July 1998)

Durante muchos años se creyó que la capacidad de resolver problemas era un indicativo que los estudiantes comprendían los conceptos y principios.

Las investigaciones han mostrado que muchos estudiantes aprenden a resolver problemas numéricos con una base conceptual mínima.

¿Cómo ayudar a los estudiantes a desarrollar el entendimiento conceptual y que a la vez aprendan a usar el lenguaje simbólico de la física con comprensión?

# Problemas que cuentan historias



## Playing Physics Jeopardy

El problema comienza con una ecuación, gráfico, diagrama que describe la situación física

Se debe construir otra representación del problema que lleve a esa solución

## EQUATION JEOPARDY PROBLEMS

Se invierte el proceso normal al proporcionar una ecuación matemática y pedirle al estudiante que construya una situación física apropiada que sea consistente con la ecuación.

$$N - (60 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 0.$$

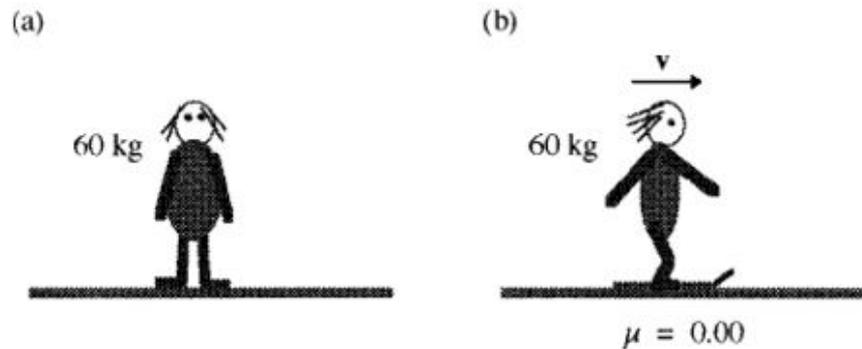


Fig. 1. The equation  $N - (60 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 0$  describes the situations shown in (a) and (b).

## ***Problemas que cuentan historias***



Las dos ecuaciones que se presentan a continuación surgen de aplicar las leyes de Newton a un sistema conformado por dos cuerpos.

$$Mg - T = Ma$$

$$T + \mu mg = ma$$

Describe y representa una situación Física que pueda producir esas ecuaciones.



### *Otros ejemplos*

Los lados izquierdo y derecho representan estados iniciales y finales.

$$\frac{1}{2}(6000 \text{ N/m})(2.00 \text{ m})^2 = (72 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(17 \text{ m}).$$

Los estudiantes deben dibujar un circuito eléctrico.

$$12 \text{ V} = I\left\{\left[\frac{1}{(5 \text{ } \Omega + 6 \text{ } \Omega)} + \frac{1}{(8 \text{ } \Omega)}\right]^{-1} + 14 \text{ } \Omega\right\}.$$



Un problema de Jeopardy seguido de una serie de preguntas.

$$\begin{aligned} &-(1.39 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) \\ &+(780 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(1.78 \times 10^{-3} \text{ m}^3) = 0. \end{aligned}$$

¿Qué líquido es?

¿Cuál es el volumen del objeto flotante en litros?

$$150 \text{ N} - (14.5 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)\sin 34^\circ - (0.32)(14.5 \text{ kg}) \\ \times (9.8 \text{ m/s}^2)\cos 34^\circ = (14.5 \text{ kg})a_x.$$

*Posibles consignas:*

Traducir la representación matemática a una situación real, así como realizar el diagrama de cuerpo libre.

Inventar un problema que sea consistente con la ecuación.

# Fortalezas



- Los estudiantes no pueden usar métodos basados en “buscar y sustituir”.
- Deben dar significado a los símbolos en las ecuaciones y a los diagramas y gráficos.
- Deben visualizar un proceso que sea consistente con la ecuación, diagrama o gráfico. Las ecuaciones, diagramas y gráficos se convierten en historias cortas de la vida. Las relaciones matemáticas en los Jeopardy Problems son modelos de situaciones físicas en lugar de algo en lo que los estudiantes ingresan números.

## Fortalezas



- Las unidades se vuelven más significativas ya que se convierten en la clave para determinar qué cantidades físicas están involucradas.
- Ayudan a aprender a traducir entre representaciones de una manera más sólida.
- Ayudan a convertir una representación en otra y en cualquier dirección. Para hacer esto, cada representación debe tener un significado para el estudiante.
- Se pueden crear a partir de un problema de fin de capítulo.

# Debilidades

- No son tan simples de evaluar mediante pruebas
- Son un tipo diferente de problema, curva de aprendizaje (para docente y estudiantes)

# Actividades para hacer sentido



**TIPERs**

## Sensemaking Tasks for Introductory Physics

**Curtis J. Hieggelke**  
Joliet Junior College

**David P. Maloney**  
Indiana University-Purdue University Fort Wayne

**Stephen E. Kanim**  
New Mexico State University

**Thomas L. O’Kuma**  
Lee College

## nTIPERs: Tasks to Help Students “Unpack” Aspects of Newtonian Mechanics

David P. Maloney<sup>1</sup>, Curtis Hieggelke<sup>2</sup>, and Stephen Kanim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Physics, Indiana University Purdue University Fort Wayne*

<sup>2</sup>*Emeritus, Joliet Junior College*

<sup>3</sup>*Department of Physics, New Mexico State University*

## Actividades para hacer sentido



Las tareas están diseñadas para que los estudiantes contrasten sus ideas naturales o de sentido común con las de otros estudiantes y con ideas aceptadas físicamente.

Están diseñadas para promover la comprensión conceptual y la búsqueda de sentido (making-sense).

## ***Actividades para hacer sentido***



- De ordenamiento.

- De contenido conflictivo.

- De comparación.

- De relacionamiento.

- De cambio de representaciones.

- De qué está mal.

- De gráfico de barras.

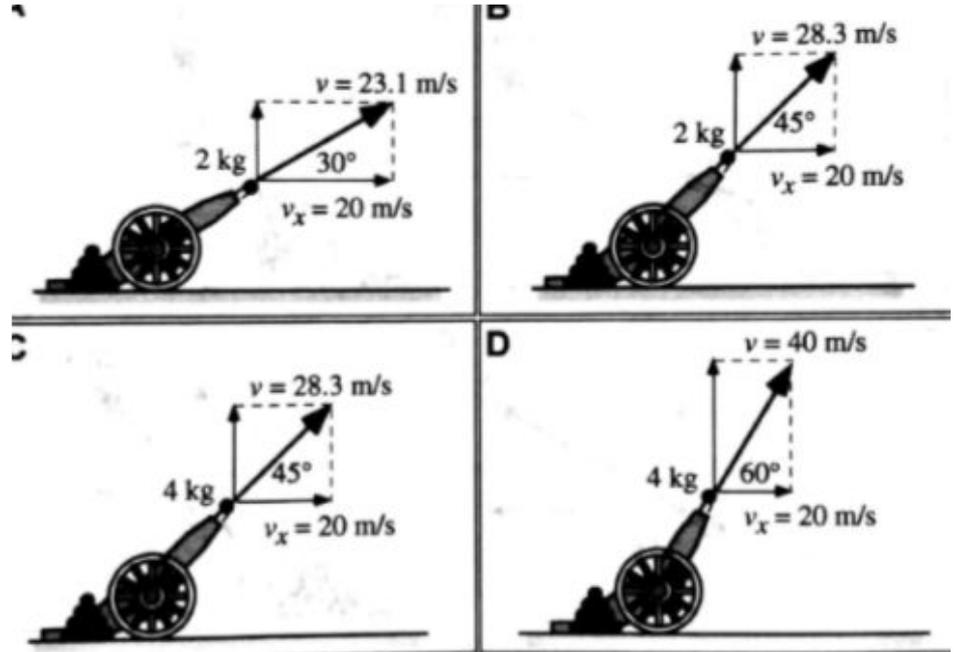
- De trabajo invertido.

- De razonamiento cualitativo

- De solución de problemas.

## De ordenamiento

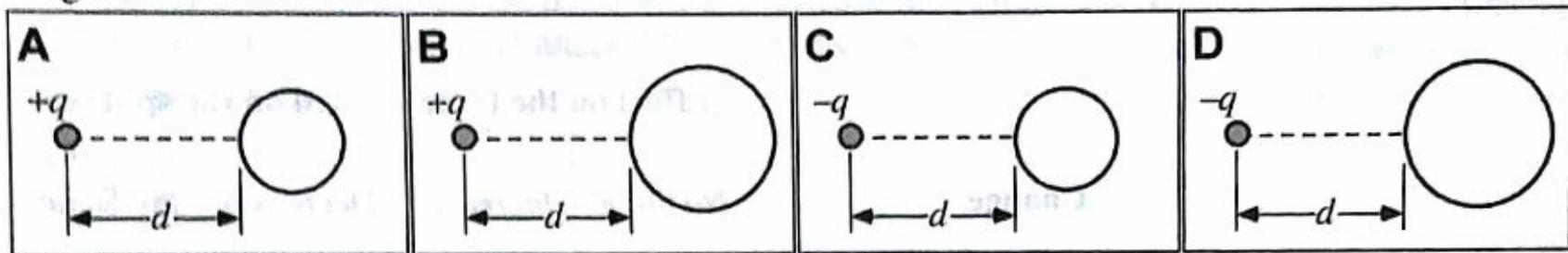
Bolas de cañón de diferentes masas son lanzadas desde cañones, formando distintos ángulo con la horizontal.



Ordena de mayor a menor la distancia horizontal recorrida por las bolas de cañón. En caso de que sean todas iguales o falte información para determinarlas, indícalo. Explica tu razonamiento.

## Problema de ordenamiento

Una partícula cargada positivamente se coloca a una distancia  $d$  de dos esferas A y B metálicas neutras de diferente radio. Una segunda partícula con carga opuesta, se coloca también a una distancia  $d$  de dos esferas metálicas neutras C y D. Las esferas A y C, así como las B y D son iguales entre sí.



Ordena de mayor a menor el módulo de la fuerza eléctrica sobre las esferas. En caso de que sean todos iguales o falte información para determinar el orden, indícalo. Explica tu razonamiento.

## De contenido conflictivo

Tres estudiantes intercambian ideas sobre el movimiento de un auto que está descrito por la siguiente ecuación:  $x_f = -4 - 9 \cdot t + 2 \cdot t^2$

Los estudiantes tienen la siguiente conversación respecto al movimiento del auto durante los primeros 2 segundos del movimiento:

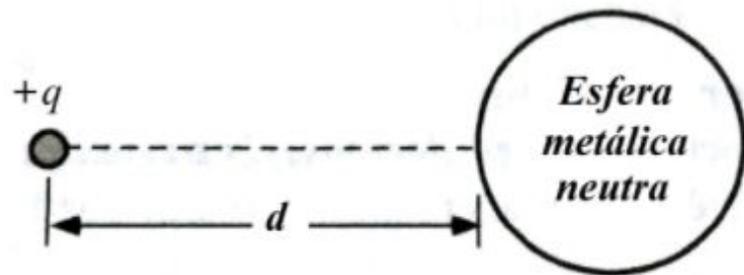
Paula: *“No creo que podamos saber que le ocurre a la velocidad del auto a partir de la ecuación, ya que la misma hace referencia a su posición a medida que transcurre el tiempo, pero no sobre la velocidad”*

Amadeo: *“Pienso que la velocidad del auto aumenta a medida que transcurre el tiempo, ya que la aceleración es positiva”*

Silvina: *“No, el auto reducirá su velocidad, ya que la aceleración tiene sentido contrario a la velocidad inicial”*

## ¿Qué está mal?

Una partícula cargada positivamente se coloca a una distancia  $d$  de una esfera metálica neutra.



Un estudiante realiza la siguiente afirmación:

*“La fuerza eléctrica es nula. La ley de Coulomb establece que la fuerza eléctrica entre dos objetos es proporcional al producto de las cargas. Ya que la carga de la esfera es cero, la fuerza ejercida por la partícula cargada sobre la esfera es nula.”*

¿Hay algo mal en la afirmación? Si hay algo mal, identifícalo y explica como corregirla. Si la afirmación es correcta, explica por qué.

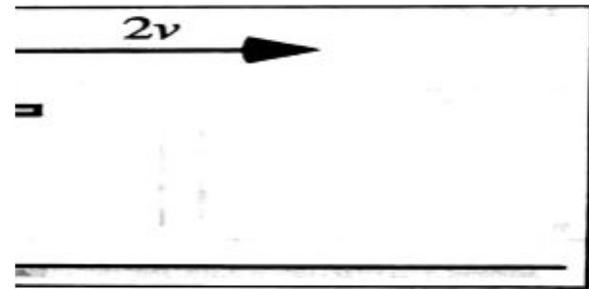
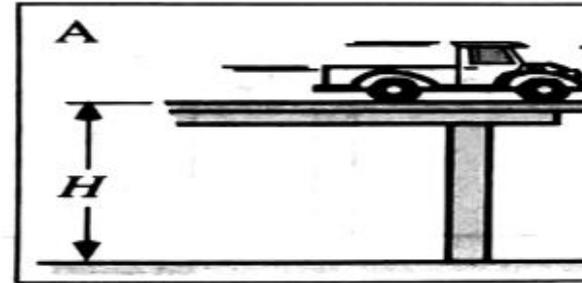
## ¿Qué está mal?

Un camión de juguete es lanzado horizontalmente desde una mesa de altura  $H$ . En el caso A, el camión deja la tabla con una velocidad  $v$  y en el caso B el camión sale con una velocidad  $2v$ .

Un estudiante compara el tiempo que los camiones están en el aire, argumentando:

*“Al que va más rápido le lleva menos tiempo llegar al piso. Por lo tanto el camión A es el que estará más tiempo en el aire”*

¿Hay algo mal en la afirmación? Si hay algo mal, identifícalo y explica como corregirla. Si la afirmación es correcta, explica por qué.



## Actividades para hacer sentido



- Desalientan el uso de fórmulas en forma “automática”
- Empoderan a los estudiantes en la toma de decisiones.
- Promueven el entendimiento conceptual.
- Generan oportunidades de hacer conexiones de las matemáticas con conceptos físicos.

- 
- Uso de diagramas en la resolución de problemas eye tracking (Role of diagrams in problem solving: An evaluation of eye-tracking parameters as a measure of visual attention Susac 2019, To use or not to use diagrams: The effect of drawing a diagram in solving introductory physics problems A. Maries, C. Singh 2013)
  - Actitudes y creencias