



*Día Virtual*  
Educación Continua



Enseñanza de las ciencias:  
**Casos prácticos de investigación.**  
Invitación a nueva comunidad CUDI:  
**La Comunidad de Enseñanza de las  
Ciencias**

Genaro Zavala

Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey

genaro.zavala@itesm.mx

*Día Virtual*

1101 1100 1110110 011110 0111 11001 110 11110011011  
*Universidad Autónoma de Tamaulipas*



## Contenido

- ▶ Problema en enseñanza de las ciencias
- ▶ Casos prácticos de investigación
  - ▶ Entendimiento conceptual
  - ▶ Estrategias de aprendizaje activo
  - ▶ Examen estandarizado
- ▶ Comunidad de Enseñanza de las Ciencias
- ▶ Registro



*Día Virtual*  
Educación Continua



¿Hay un problema en  
la educación de las  
ciencias?

*Día Virtual*

1101 1100 1110110 011110 0111 11001 110 11110011011  
*Universidad Autónoma de Tamaulipas*



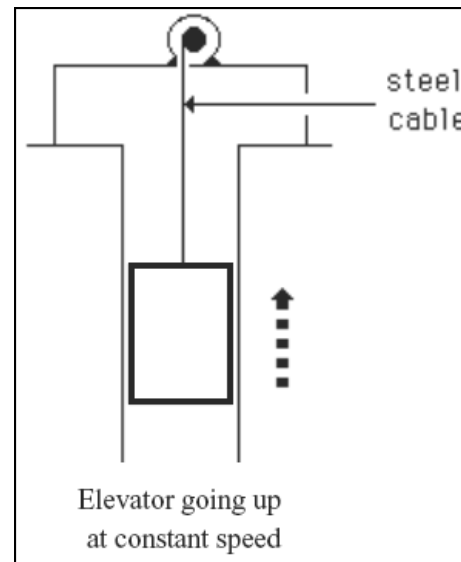
## Bajo Desempeño

- ▶ Los exámenes de PISA han demostrado un pobre desempeño
- ▶ Los exámenes de Enlace muestran un panorama preocupante en niveles primaria y secundaria
- ▶ Estudios universitarios muestran malos resultados
- ▶ Los profesores individualmente ven el problema



## Dificultades conceptuales de estudiantes

Un elevador es jalado hacia arriba a velocidad constante por un cable como se muestra. Despreciando cualquier fuerza de fricción ¿es la fuerza que ejerce el cable mayor, menor o igual al peso del elevador?



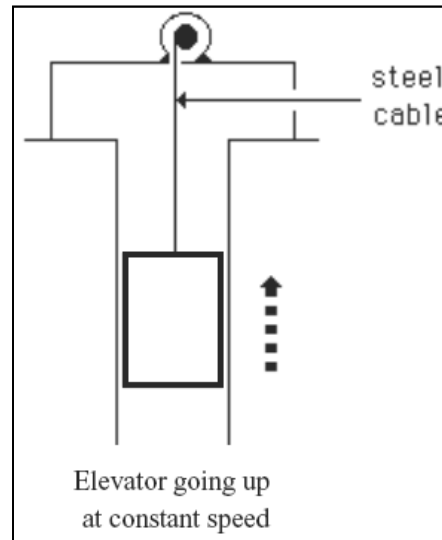


- Mayor: 55%
- Igual: 35%
- Menor: 10%

## Dificultades conceptuales de estudiantes

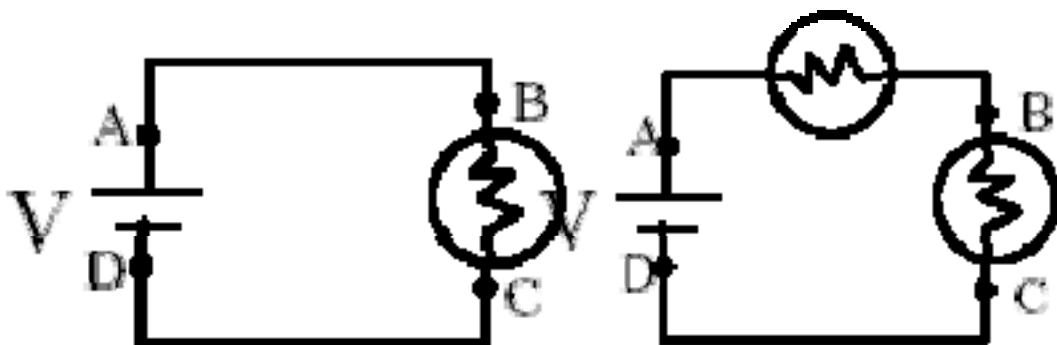
Un elevador es jalado hacia arriba a velocidad constante por un cable como se muestra.

Despreciando cualquier fuerza de fricción ¿es la fuerza que ejerce el cable mayor, menor o igual al peso del elevador?





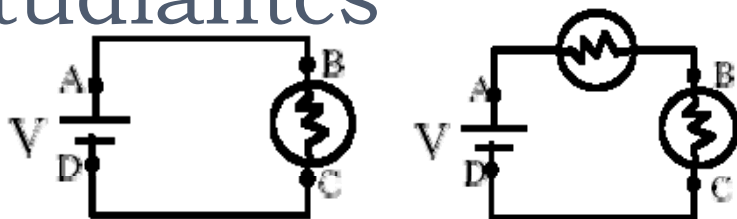
## Dificultades conceptuales de estudiantes



En los circuitos mostrados las baterías son idénticas y los focos son idénticos. ¿Es la corriente que pasa por A en el circuito con dos focos mayor, menor o igual a la corriente que pasa por A en el circuito de un foco?



## Dificultades conceptuales de estudiantes

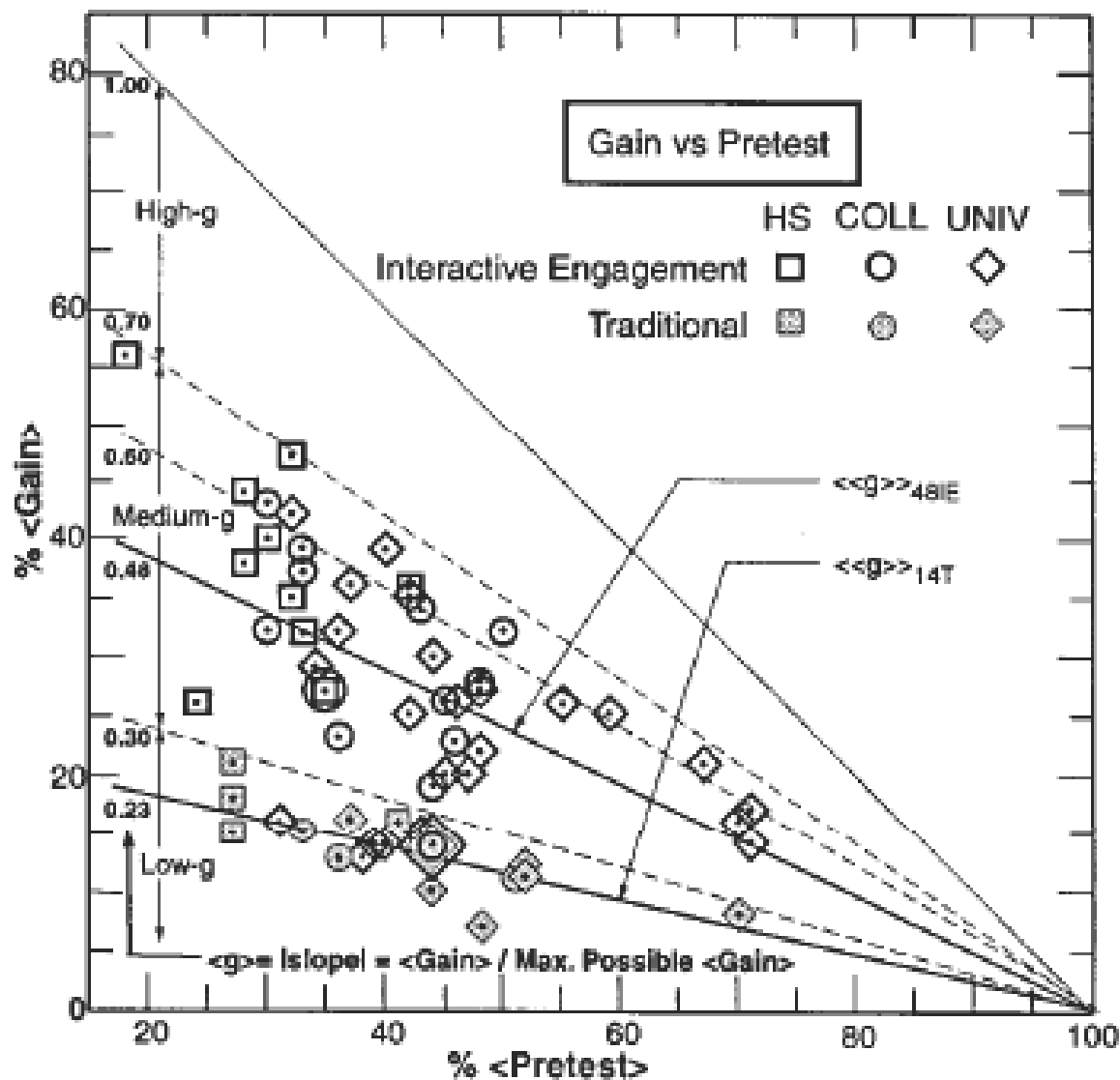


- Mayor: 12%
- Igual: 48%
- Menor: 40%

En los circuitos mostrados las baterías son idénticas y los focos son idénticos. Compara la corriente que pasa por A en el circuito con dos focos con la corriente que pasa por A en el circuito de un solo foco.



# Gráfica de Hake





*Día Virtual*  
Educación Continua



- ▶ <http://www.youtube.com/watch?v=8ve23i5K334>

*Día Virtual*



*Día Virtual*  
Educación Continua



¡existe un problema!

*Día Virtual*

1101 1100 1110110 011110 0111 11001 110 11110011011  
*Universidad Autónoma de Tamaulipas*



## Factores

- ▶ Sociales
- ▶ Culturales
- ▶ Actitudinales
- ▶ Razonamiento científico
- ▶ Concepciones no científicas
- ▶ Características de estudiantes
- ▶ Estrategias educativas en uso



## ¿A qué se dedica la investigación en enseñanza de las ciencias?

Una de sus principales actividades es la de disminuir la brecha entre lo que se enseña y lo que se aprende.



## Áreas de estudio en Física

- ▶ Estudios de entendimiento conceptual
  - ▶ Cinemática, dinámica, relatividad
  - ▶ Circuitos DC, electrostática, magnetostática
  - ▶ Luz, óptica geométrica, óptica física
  - ▶ Propiedades de la materia, física térmica
  - ▶ Ondas, sonido
- ▶ Desarrollo de estrategias de aprendizaje activo
- ▶ Desarrollo de herramientas de evaluación
- ▶ Estudios de actitudes y creencias



*Dia Virtual*  
Educación Continua



# Casos prácticos de investigación

Estudios de entendimiento conceptual

Ejemplo de mecánica y de circuitos

*Dia Virtual*

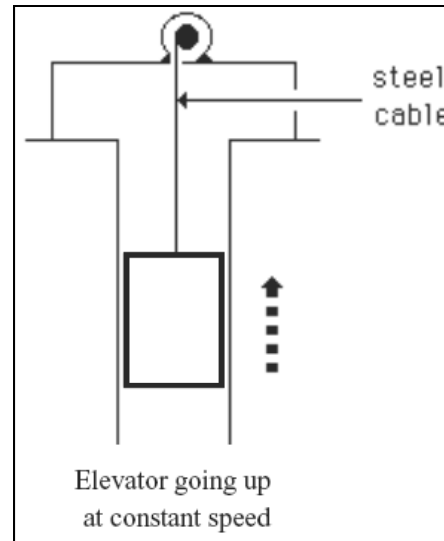


## Estudios de entendimiento conceptual

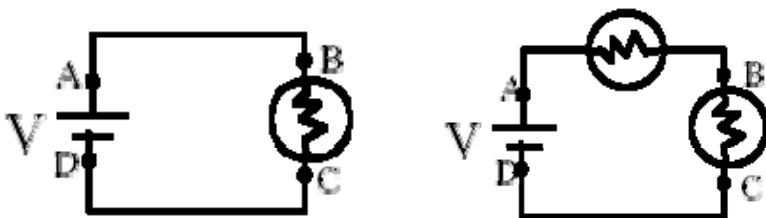
- ▶ Los estudios de entendimiento conceptual indagán lo que los estudiantes piensan de un concepto, cómo usan conceptos para dar explicaciones de la naturaleza, cuáles son los problemas de aprendizaje y tratar de darles solución.
- ▶ Los estudios se hacen por medio de entrevistas individuales o grupales, exámenes diagnósticos de preguntas abiertas y exámenes diagnósticos de preguntas de opción múltiple.



Un elevador es jalado hacia arriba a velocidad constante por un cable como se muestra. Despreciando cualquier fuerza de fricción ¿es la fuerza que ejerce el cable mayor, menor o igual al peso del elevador?



- Mayor: 55%
- Igual: 35%
- Menor: 10%



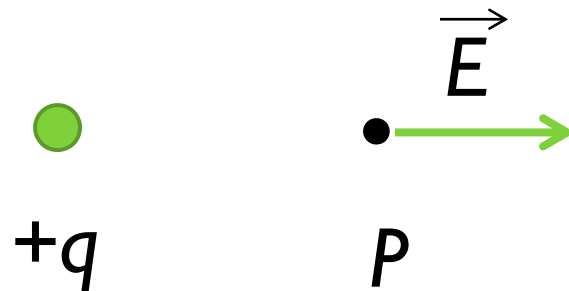
- Mayor: 12%
- Igual: 48%
- Menor: 40%

En los circuitos mostrados las baterías son idénticas y los focos son idénticos. Compara la corriente que pasa por A en el circuito con dos focos con la corriente que pasa por A en el circuito de un solo foco.



## Otro ejemplo Principio de Superposición

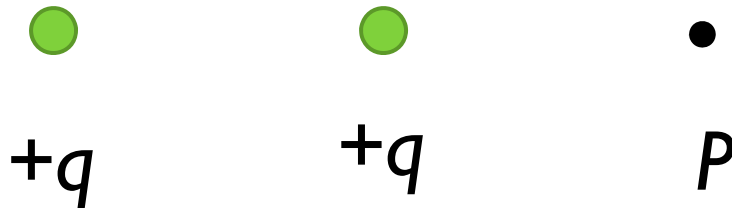
¿Qué dirección tiene el campo eléctrico en punto  $P$ ?





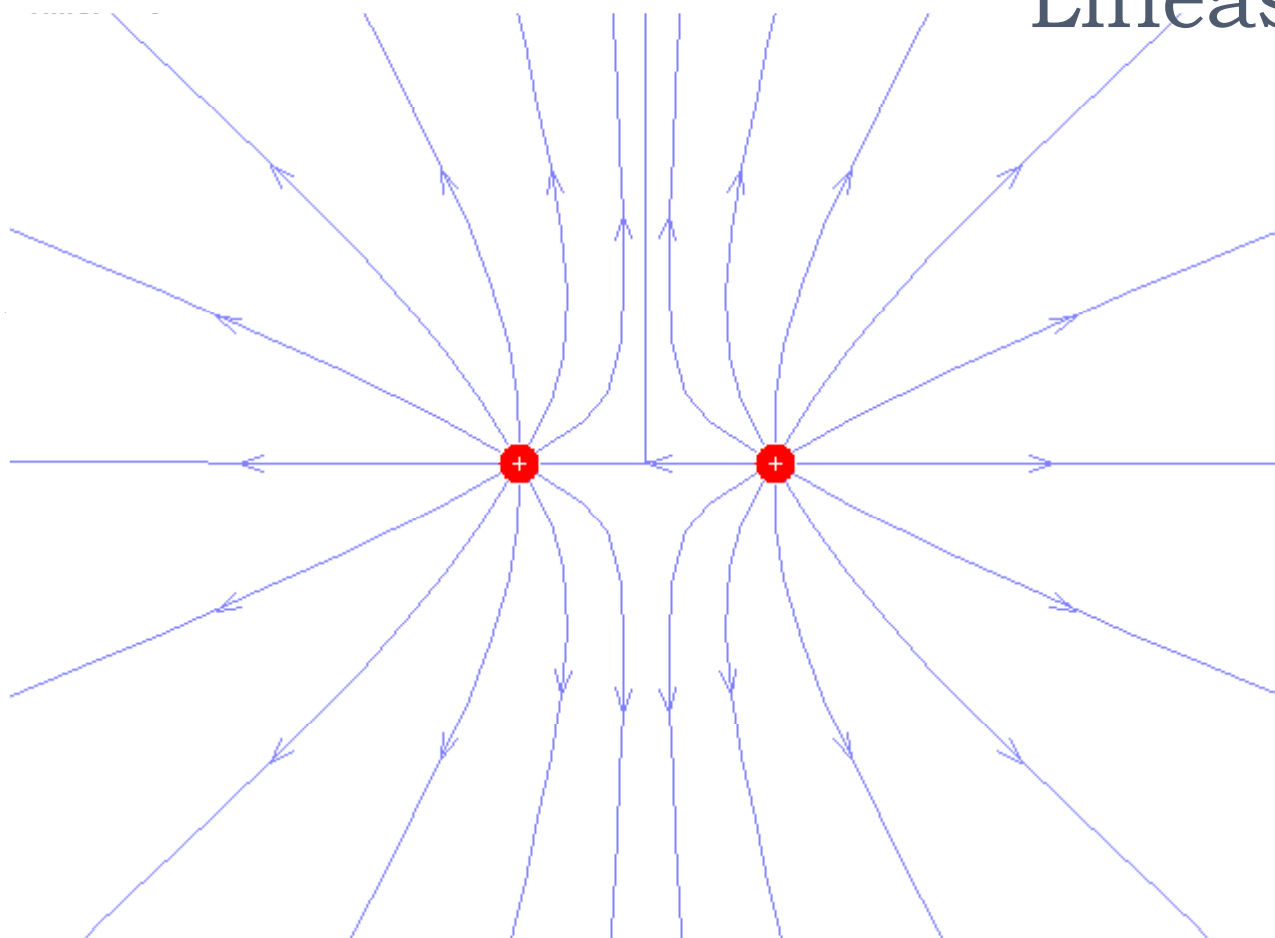
## Principio de Superposición

Al agregar otra carga como se muestra, ¿la magnitud del campo eléctrico en el punto  $P$  *aumenta*, se mantiene *igual* o *disminuye*?





## Líneas de Campo





*Día Virtual*  
Educación Continua



# Casos prácticos de investigación

Desarrollo de  
Estrategias de Aprendizaje Activo  
Tutoriales para la Física Universitaria

*Día Virtual*

Universidad Autónoma de Tamaulipas



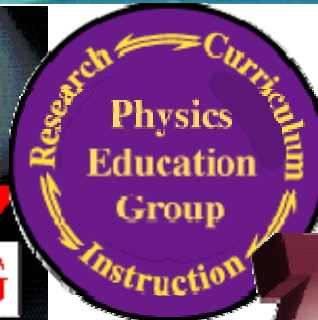
Día Virtual  
Educación Continua



# Desarrollo de estrategias de aprendizaje activo



## Workshop Physics



## MAZUR GROUP



23° Día Virtual "Innovación, ciencia y tecnología"



## Desarrollo de estrategias de aprendizaje activo

- ▶ Instrucción “Peer”. Harvard University.
- ▶ Demostraciones Interactivas. University of Oregon.
- ▶ Solución de Problemas en Forma Colaborativa. University of Minnesota.
- ▶ Tutoriales Matemáticos. University of Maryland.
- ▶ Modelos en Física. Universidad de Arizona



## Desarrollo de estrategias de aprendizaje activo

- ▶ Tutoriales para la Física Universitaria.  
University of Washington
- ▶ Física a Partir del Cuestionamiento.  
University of Washington
- ▶ Talleres de Física. Dickinson College
- ▶ El Estudio de Física. Rensselaer Institute of Technology
- ▶ Sistema Activo de Aprendizaje de la Física.  
Ohio State University



## Tutoriales para la Física Universitaria

- ▶ La estrategia puede ser resumida en tres pasos básicos:
  - ▶ *evocar* en los estudiantes las ideas de los conceptos del Tutorial,
  - ▶ *confrontar* estas ideas con evidencia de las observaciones de los propios estudiantes o sus propios razonamientos, y finalmente
  - ▶ *resolver* las discrepancias entre lo que los estudiantes esperaban y los resultados que se obtienen en el trabajo con el material.



## Tutoriales

En la práctica son hojas de trabajo en las que:

- ▶ los estudiantes trabajan en forma colaborativa formando grupos de 3 o 4 estudiantes quienes
- ▶ son guiados por medio del cuestionamiento a través del razonamiento científico,
- ▶ confrontan concepciones científicas con sus concepciones creando un conflicto y
- ▶ la discusión entre compañeros y con el profesor ayudan a que los conflictos sean resueltos.



## El Papel del Profesor en Tutoriales

El profesor funge como facilitador  
pues establece un **diálogo socrático**  
con el grupo de estudiantes  
ayudándolos a llegar a sus propias  
conclusiones.



# Tutoriales para la Física Universitaria

- ▶ son fáciles de implementar
- ▶ son una de las estrategias más efectivas
- ▶ requieren de baja inversión



*Día Virtual*  
Evaluación Continua



# Casos prácticos de investigación

Desarrollo de Exámenes Estandarizados  
**TUG-K**

*Día Virtual*



## Evaluación para Investigación

- ▶ Preguntas de opción múltiple
- ▶ Preguntas abiertas
- ▶ Entrevistas



## Instrumento de evaluación: preguntas de opción múltiple

- ▶ Fácil de calificar
- ▶ Fácil de administrar a un gran grupo de estudiantes
- ▶ Fácil de usarse en estandarización
- ▶ Fácil de hacer análisis
- ▶ Y...

...puede fácilmente medir profundamente conceptos dependiendo de las pregunta



# Preguntas de opción múltiple

*Día Virtual*



¿Cómo se debe diseñar una buena pregunta de opción múltiple?

Tomando en cuenta las preconcepciones

*Día Virtual*



## Examen estandarizado





# Examen estandarizado

Día Virtual  
EducaCIÓN Continua



Ganancia relativa

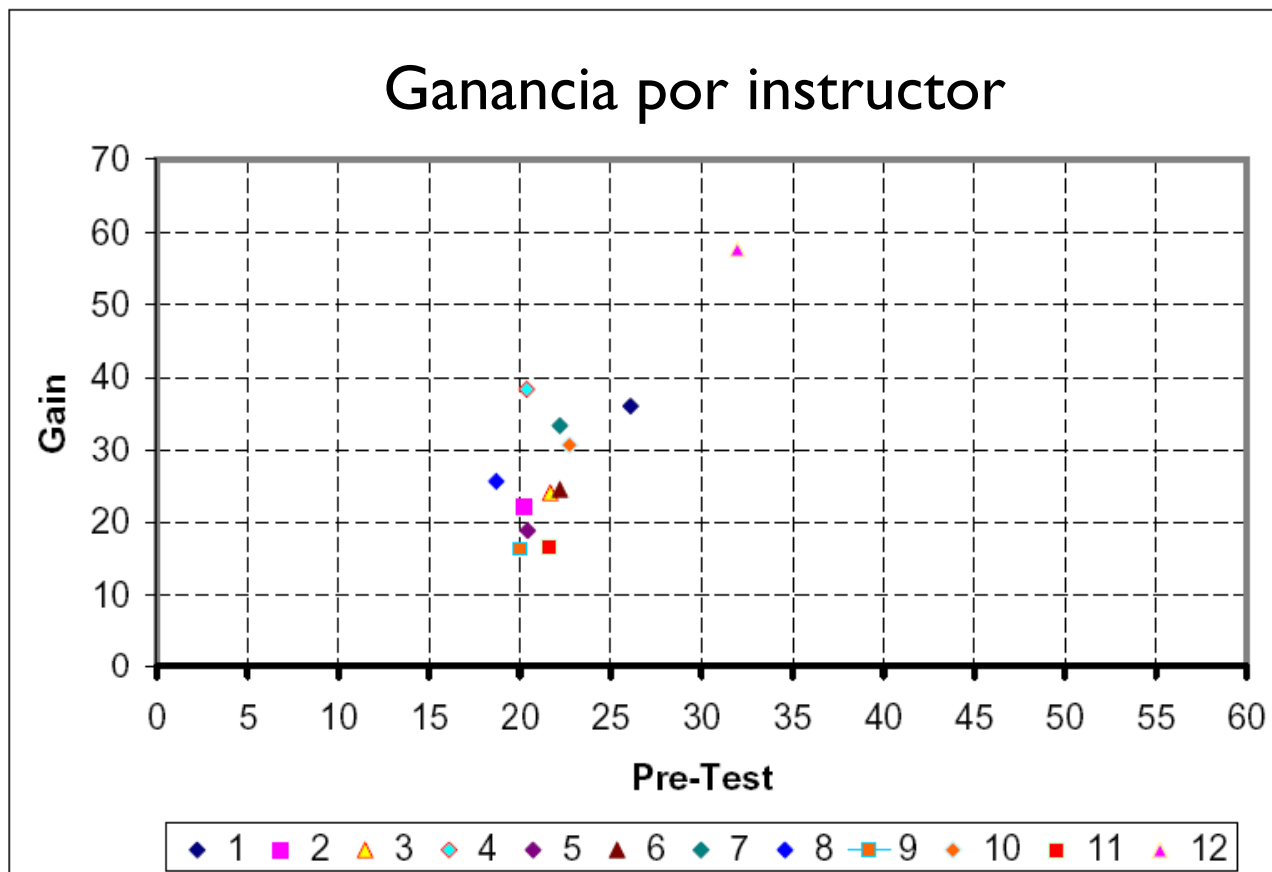
$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{1 - S_{pre}}$$

Es el porcentaje que se aprende de lo que se pudo haber aprendido

**Día Virtual**



# Análisis de ganancia





## Desarrollo de Exámenes Estandarizados

- ▶ TUG-K (Test of Understanding Graphs in Kinematics)  
Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62 (8), 750-762.
- ▶ FCI (Force Concept Inventory)  
Hestenes, D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141-158.
- ▶ CSEM (Conceptual Survey in Electricity and Magnetism)  
Maloney, D. P., O'Khuma, T. L., Hieggelke, C. J., Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69 (7), S12-S23.
- ▶ DIRECT (Determining and Interpreting Resistive Electric Circuits Concepts Test)  
Engelhardt, P. V., Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72 (1), 98-115.



## Test of Understanding Graphs in Kinematics

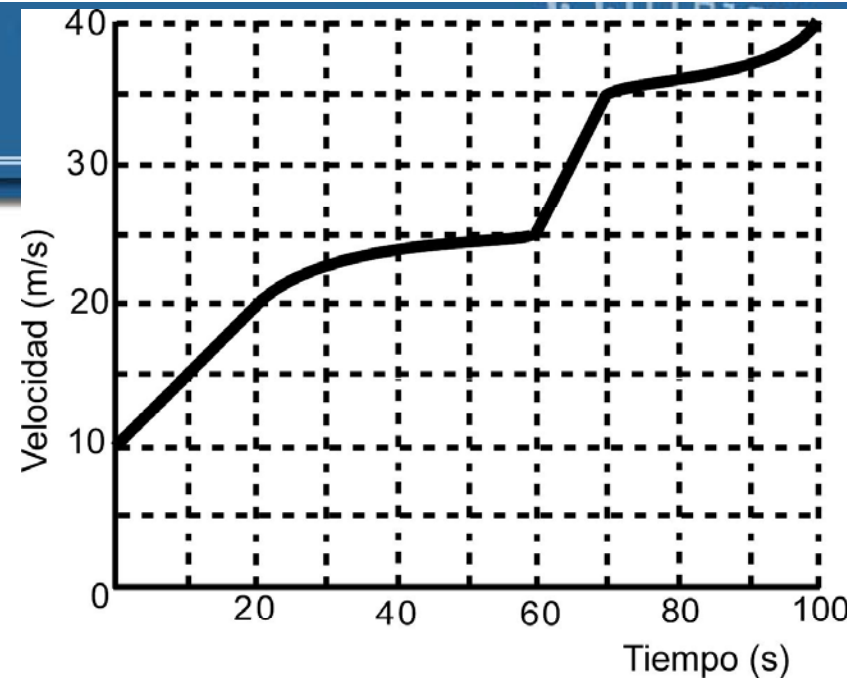
1. Velocidad de una partícula de una gráfica de posición vs tiempo.
2. Aceleración de un objeto de una gráfica de velocidad vs tiempo.
3. Desplazamiento de una partícula de una gráfica de velocidad vs tiempo.
4. Cambio de velocidad de un objeto de una gráfica de aceleración vs tiempo.
5. Gráfica de cinemática correspondiente de una gráfica de cinemática.
6. Descripción textual del movimiento correspondiente de una gráfica de cinemática.
7. Gráfica de cinemática correspondiente de una descripción textual del movimiento.



## Ejemplo en cinemática

La gráfica adjunta muestra el movimiento de un objeto que se mueve en línea recta. En el instante  $t = 65$  s, la aceleración instantánea del objeto tiene un valor aproximado de:

- (A)  $1.0 \text{ m/s}^2$
- (B)  $2.0 \text{ m/s}^2$
- (C)  $0.46 \text{ m/s}^2$
- (D)  $30 \text{ m/s}^2$
- (E)  $34 \text{ m/s}^2$

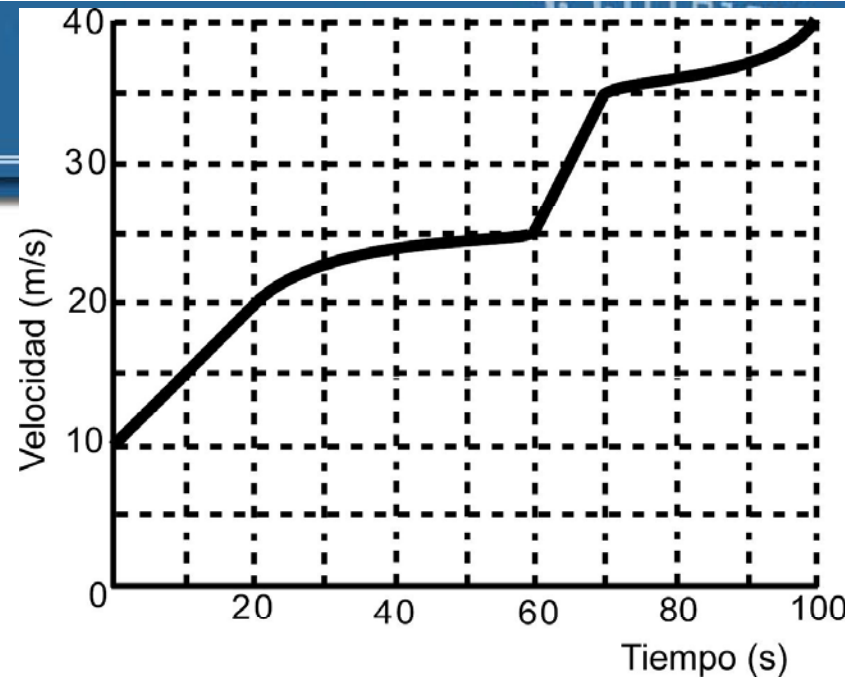




## Ejemplo en cinemática

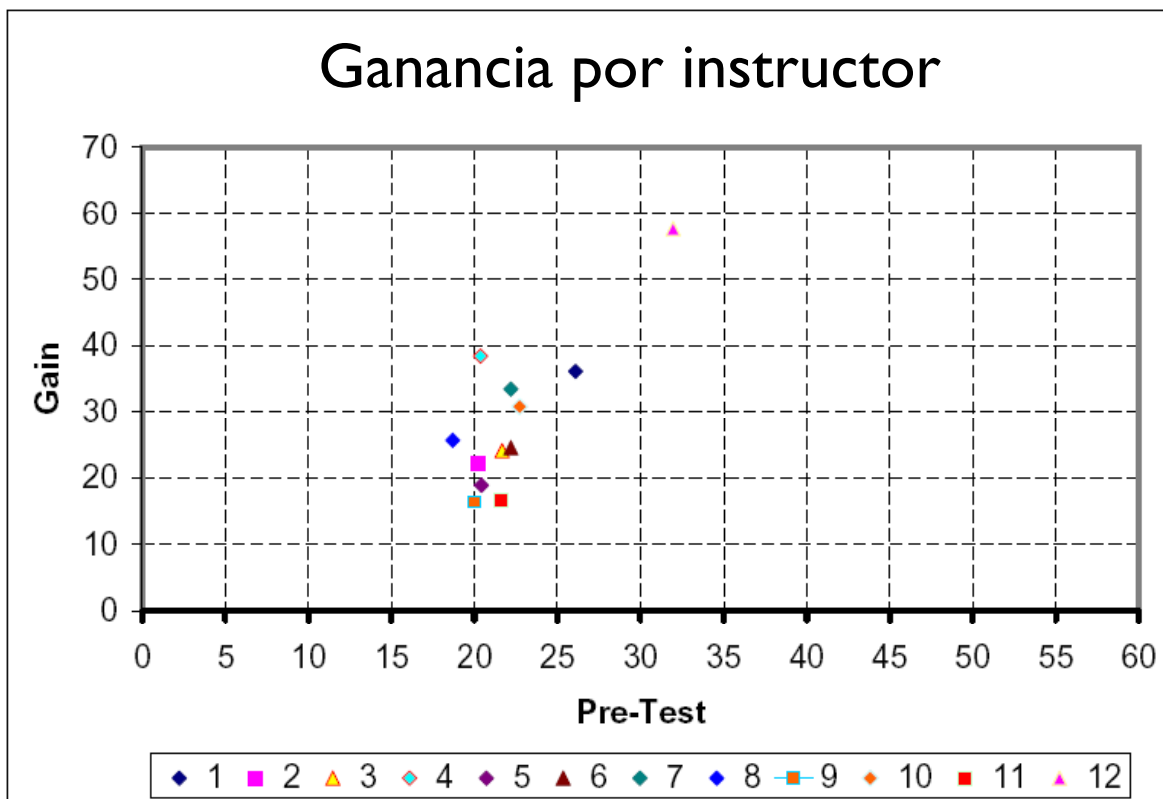
La gráfica adjunta muestra el movimiento de un objeto que se mueve en línea recta. En el instante  $t = 65$  s, la aceleración instantánea del objeto tiene un valor aproximado de:

- (A)  $1.0 \text{ m/s}^2$  → **Correcta**
- (B)  $2.0 \text{ m/s}^2$  → **Cociente por medio de cuadros**
- (C)  $0.46 \text{ m/s}^2$  → **Velocidad/tiempo**
- (D)  $30 \text{ m/s}^2$  → **Valor en el tiempo**
- (E)  $34 \text{ m/s}^2$  → **No modelo**





# Análisis de ganancia





*Día Virtual*  
Educación Continua



# La Comunidad de Enseñanza de las Ciencias

*Día Virtual*

1101 1100 1110110 011110 0111 11001 110 11110011011  
*Universidad Autónoma de Tamaulipas*



## Antecedentes

- ▶ Muchos recursos tecnológicos
- ▶ Uso lúdico en su mayor parte
- ▶ Aprendizaje cuestionable
- ▶ Necesidad de proyectos educativos en ciencias



## Comunidad

- ▶ Una nueva comunidad, la de enseñanza de las ciencias dentro de la red CUDI.
- ▶ La comunidad está conformada por miembros de CUDI con interés en la enseñanza de las ciencias naturales: física, química y biología.



## Objetivos

- ▶ Promover la comunicación entre sus miembros para formar una red académica que comparta conocimiento.
- ▶ Promover la participación de los miembros de la comunidad en proyectos de innovación y/o de investigación en la enseñanza de las ciencias que ayuden a un mejor desarrollo del país.
- ▶ Crear bancos de recursos tecnológicos basados en internet que ayuden a mejorar el aprendizaje de las ciencias.
- ▶ Promover cursos de capacitación para los miembros de la comunidad sobre los recursos tecnológicos y sobre metodologías de investigación educativa en las ciencias naturales.
- ▶ Hacer grupos de trabajo en las diferentes actividades de la comunidad para tener resultados que beneficien tanto a la red como al país.



## Comunicación

- ▶ Convocatorias a los miembros de CUDI para hacerse miembros de la comunidad
- ▶ Realizar eventos en las reuniones CUDI
- ▶ Realizar eventos virtuales durante el año



## Proyectos de Innovación y/o Investigación

- ▶ Proyecto que conjunte a las simulaciones computacionales en red con actividades de aprendizaje activo de la investigación educativa en ciencias de tal manera que se formen actividades que promuevan un aprendizaje significativo en alumnos
- ▶ Proyecto que conjunte los objetos de aprendizaje con la investigación educativa en ciencias para que, además de hacer ODA interactivos, también promuevan un aprendizaje significativo en estudiantes
- ▶ Proyectos interinstitucionales para evaluar en el país o por regiones los factores que influyen en el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes mexicanos
- ▶ Proyectos de capacitaciones de profesores en áreas relacionadas con el uso de las TICs en la enseñanza de las ciencias



## Bancos de Recursos

- ▶ Objetos de aprendizaje
- ▶ Simulaciones computacionales
- ▶ Applets
- ▶ Videos
- ▶ Eventos
- ▶ Revistas de investigación y divulgación
- ▶ Artículos de investigación y divulgación relevantes



## Capacitación

- ▶ Capacitación en recursos
- ▶ Capacitación en búsqueda de información en red
- ▶ Capacitación en investigación bibliográfica



## Grupos de trabajo

- ▶ Organización de eventos
- ▶ Presentación de propuestas de investigación y/o innovación
- ▶ Bancos de recursos
- ▶ Capacitación



## Resultados Esperados

- ▶ Página de internet para la comunicación entre miembros de la comunidad
- ▶ Reuniones presenciales en las reuniones CUDI
- ▶ Reuniones virtuales
- ▶ Recursos y resultados por medio de proyectos patrocinados
- ▶ Bancos de recursos disponibles a la comunidad.
- ▶ Cursos de capacitación



*Día Virtual*  
Educación Continua



Para registrarse como miembro envíen un correo electrónico a la dirección **[genaro.zavala@cudi.edu.mx](mailto:genaro.zavala@cudi.edu.mx)** con el asunto:

**Registro en CEC-CUDI**

¡Gracias!

Genaro Zavala

[genaro.zavala@itesm.mx](mailto:genaro.zavala@itesm.mx)

*Día Virtual*