



# Técnicas de análisis para la educación de las ciencias

Genaro Zavala  
Departamento de Física  
Tecnológico de Monterrey  
Monterrey, México

**Comunidad de Enseñanza de las Ciencias**

# Agenda



MORELIA • Reunión de Primavera

- Introducción
- Preguntas de Opción Múltiple
- Actividad: Análisis y Construcción de POM
- Gráficas IRC
- Actividad: Construcción de Gráficas IRC
- Análisis de concentración
- Actividad: Construcción de Gráficas de Concentración

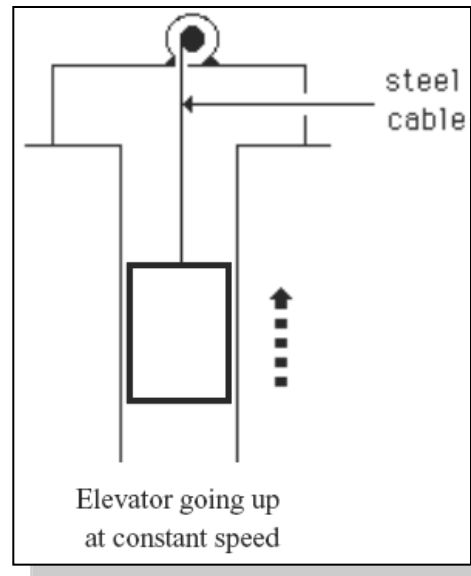


# ¿A qué se dedica la educación de las ciencias?

MORELIA • Reunión de Primavera

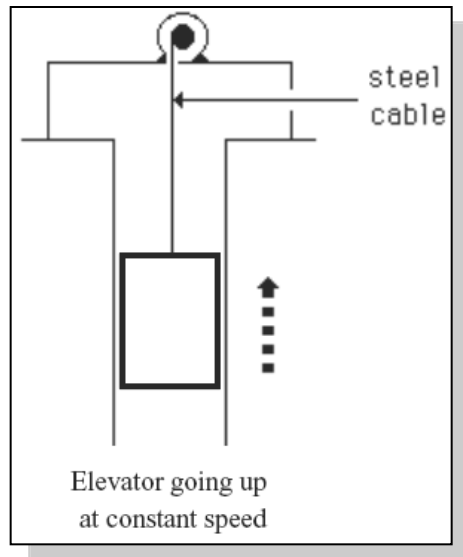
Una de sus principales actividades es la de disminuir la brecha entre lo que se enseña y lo que se aprende.

# 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?

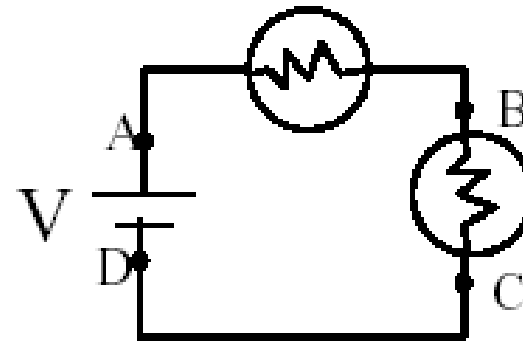
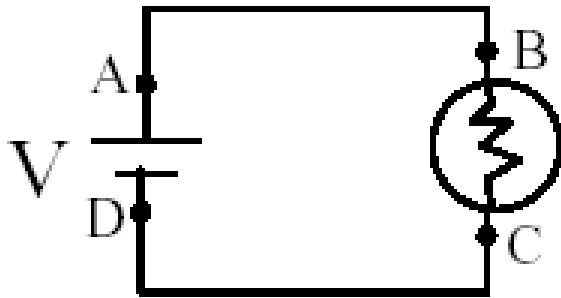
# Dificultades conceptuales de estudiantes



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?

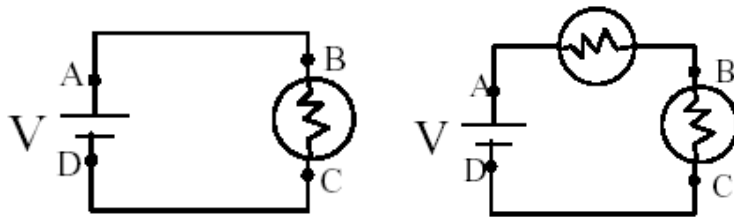
- Mayor: 55%
- Igual: 35%
- Menor: 10%

# Dificultades conceptuales de estudiantes



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



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.

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

# Áreas de estudio



MORELIA • Reunión de Primavera

- 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 basadas en investigación
- Desarrollo de herramientas de evaluación
- Estudios de actitudes y creencias



# Preconcepciones



MORELIA • Reunión de Primavera

- En el área de entendimiento conceptual se han estudiado las preconcepciones.
- Llamadas también concepciones erróneas o concepciones alternas.

# Preconcepciones en Física



MORELIA • Reunión de Primavera

## Tema: circuitos

- La corriente se gasta en las resistencias.
- La corriente que sale de la batería es constante.
- El voltaje pasa por las resistencias.
- La suma de voltajes de las resistencias es el voltaje de la batería.



# Preconcepciones en Biología

**CUDI** 2010

MORELIA • Reunión de Primavera

## **Tema: selección natural y evolución**

- La evolución ocurre sólo cuando ocurre un cambio climático dramático.
- Caracteres aparecen sólo cuando se necesitan.
- Todos los individuos de una población desarrollan nuevos caracteres simultáneamente.
- Los caracteres en una especie aparecen cuando otros caracteres desaparecen.



# Preconcepciones en Química

**CUDI** 2010

MORELIA • Reunión de Primavera

## Tema: equilibrio químico

- Confusión de cantidad de moles con concentración molar.
- Confusión sobre la aparición o desaparición de material.
- Interpretación en forma incorrecta del principio de Le Chatelier
- Concepciones erróneas de sistemas gaseosos (posibilidad de alcanzar el equilibrio en contenedores abiertos)

# Evaluación



MORELIA • Reunión de Primavera


- sumativa
- formativa
  
- de conceptos
- de procedimientos
  
- aprendizaje
- instrucción



# Evaluación en ciencias

MORELIA • Reunión de Primavera

**Evaluación debe tomar en cuenta las  
preconcepciones**



# Instrumento de evaluación: preguntas de opción múltiple

MORELIA • Reunión de Primavera

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

puede medir profundamente conceptos dependiendo de la pregunta



# Preguntas de opción múltiple

MORELIA • Reunión de Primavera

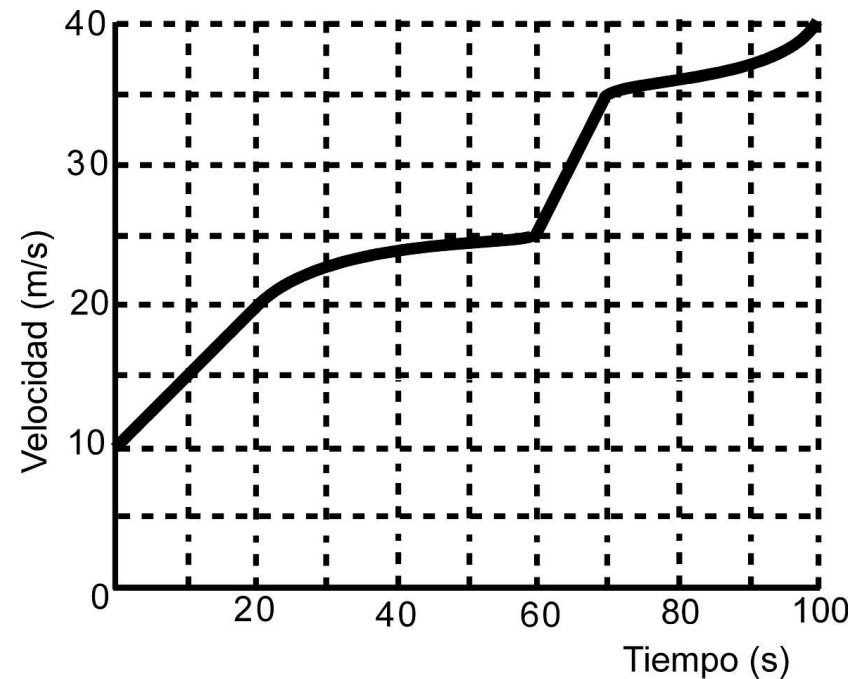
¿Cómo se debe diseñar una buena pregunta de opción múltiple?

Tomando en cuenta las preconcepciones.



# Ejemplo en cinemática

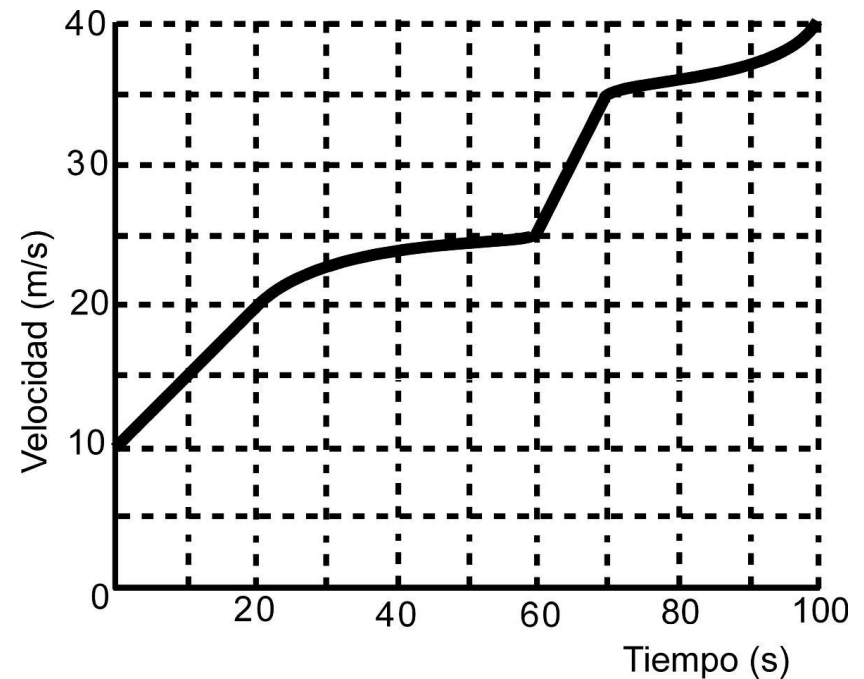
La gráfica adjunta muestra el movimiento de un objeto que se mueve en línea recta. En el instante  $t = 65$  s, la aceleración instantánea del objeto tiene un valor aproximado de:



# 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:

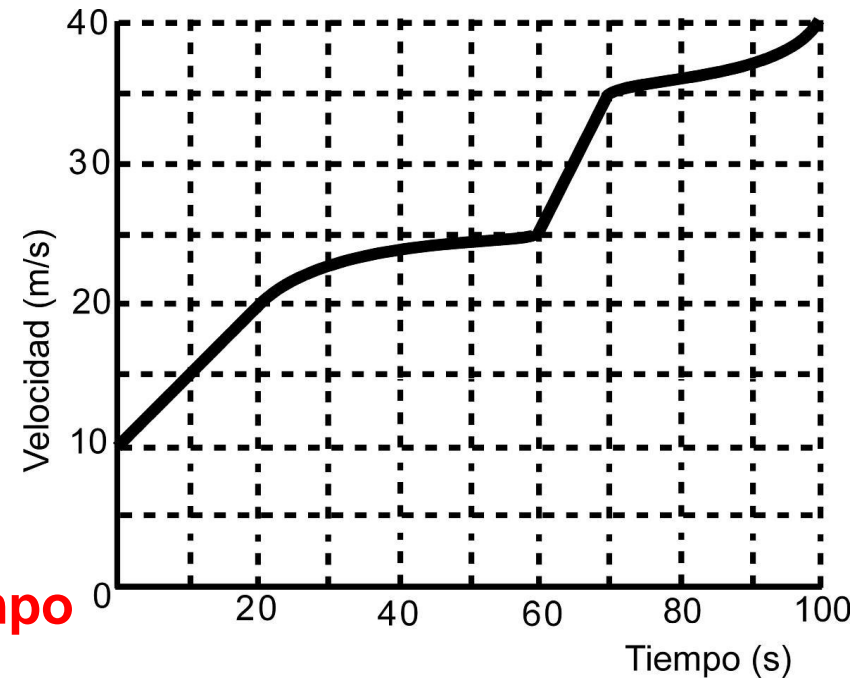
- (A)  $1.0 \text{ m/s}^2$
- (B)  $2.0 \text{ m/s}^2$
- (C)  $0.46 \text{ m/s}^2$
- (D)  $30 \text{ m/s}^2$
- (E)  $34 \text{ m/s}^2$



# 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**





# ACTIVIDAD

Análisis y construcción de  
preguntas



Comportamiento de opciones

# ANÁLISIS IRC<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Morris, G.A., et al (2006). *American Journal of Physics*. Testing the test: Item response curves and test quality. 74, 449-453.

<sup>2</sup>Ramsay J. (1998). TestGraf98: A Program for the Graphical Analysis of Multiple Choice Exams, disponible en <ftp://ego.psych.mcgill.ca/pub/ramsay/testgraf/>

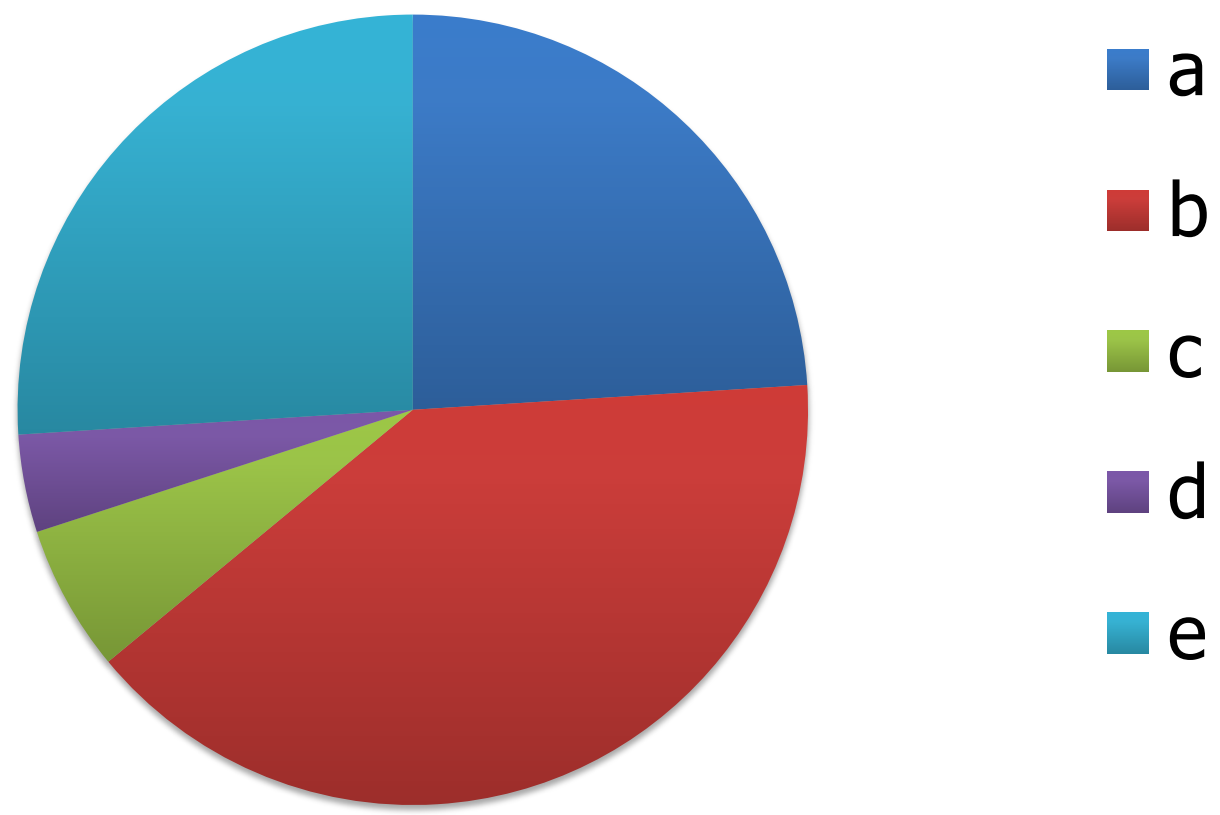


# ¿Cómo saber si una pregunta funciona?

MORELIA • Reunión de Primavera

- Gráficas de Torta
- Curvas de IRC

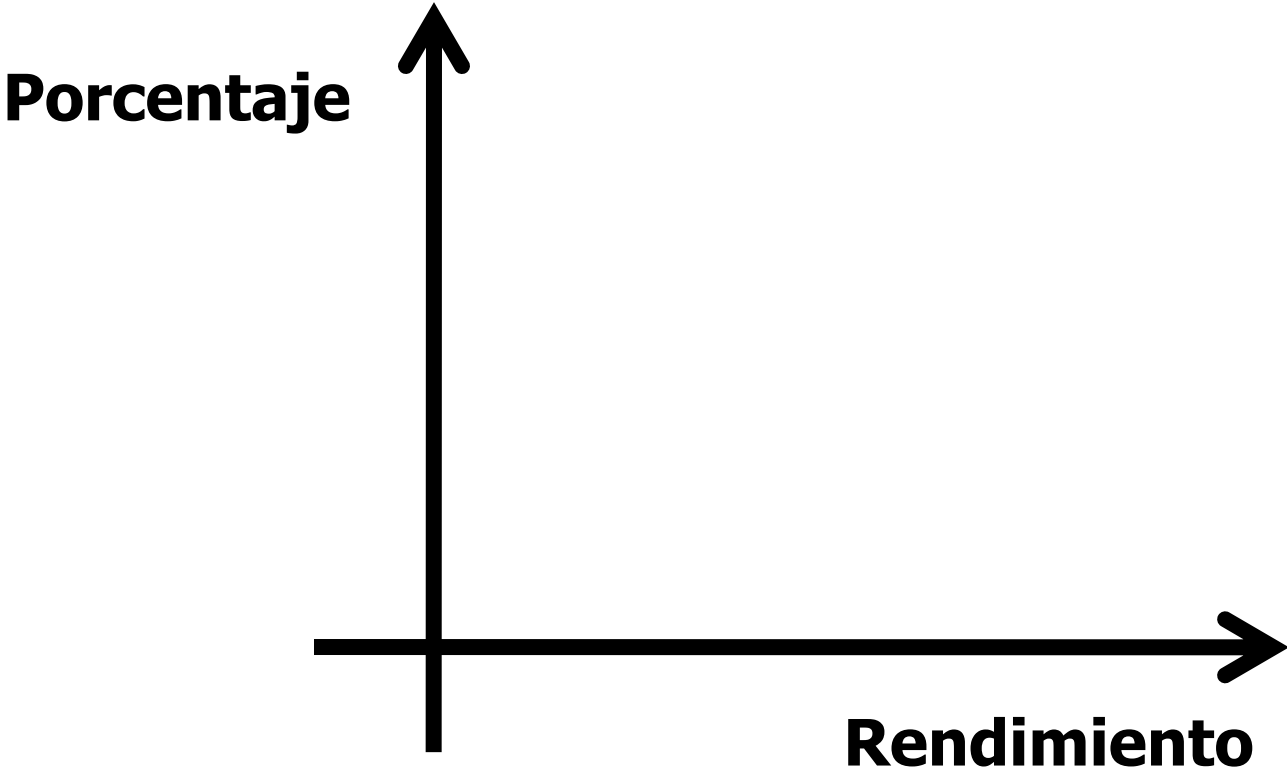
## Respuestas





# Item Response Curves

MORELIA • Reunión de Primavera



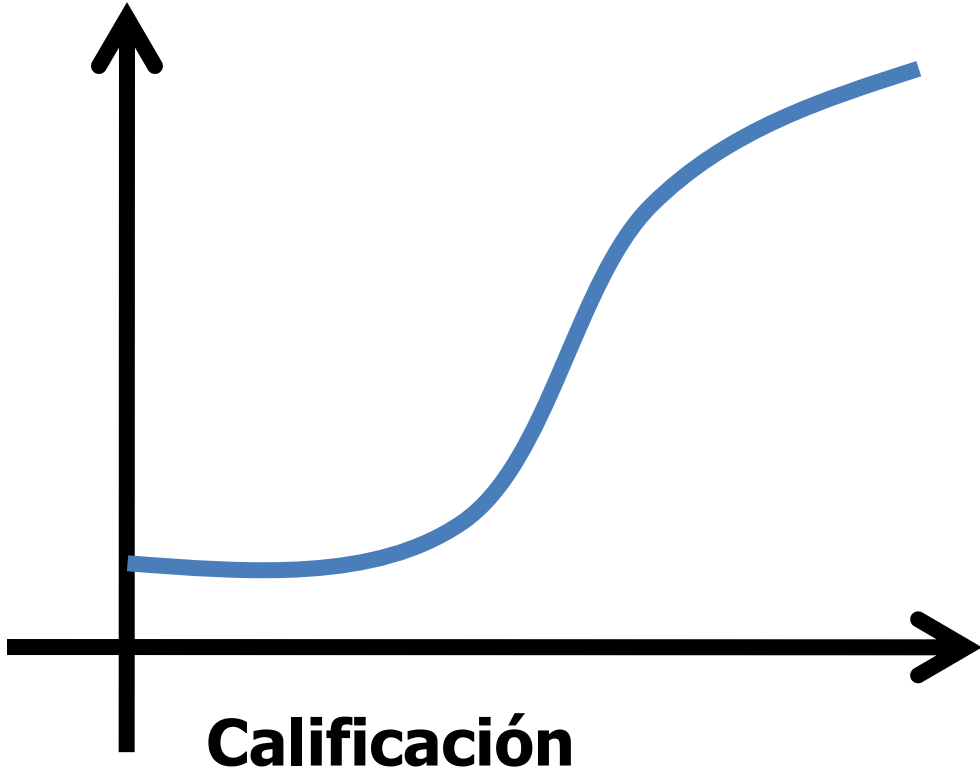




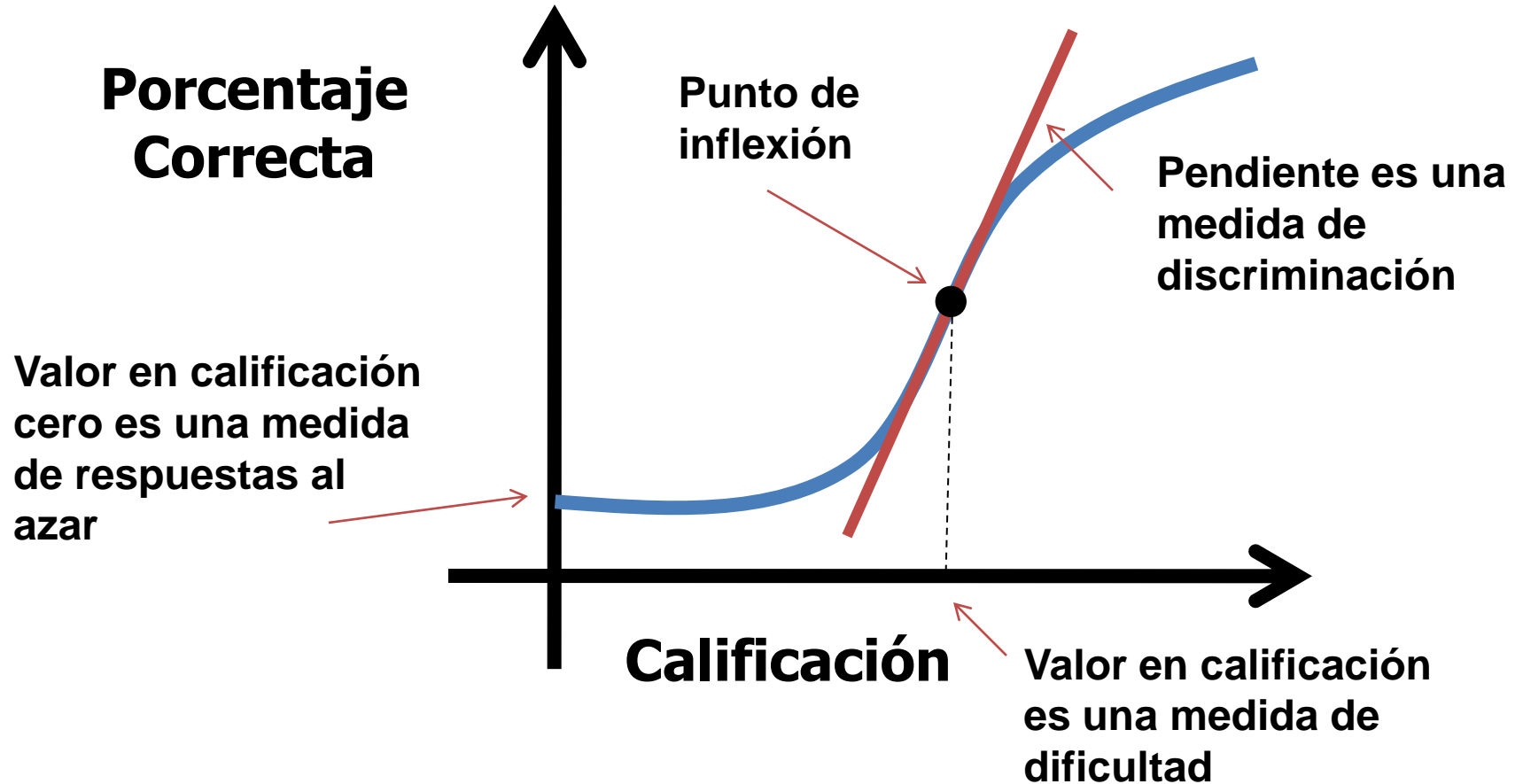
# Respuesta correcta

MORELIA • Reunión de Primavera

**Porcentaje  
Correcta**



# Tres parámetros

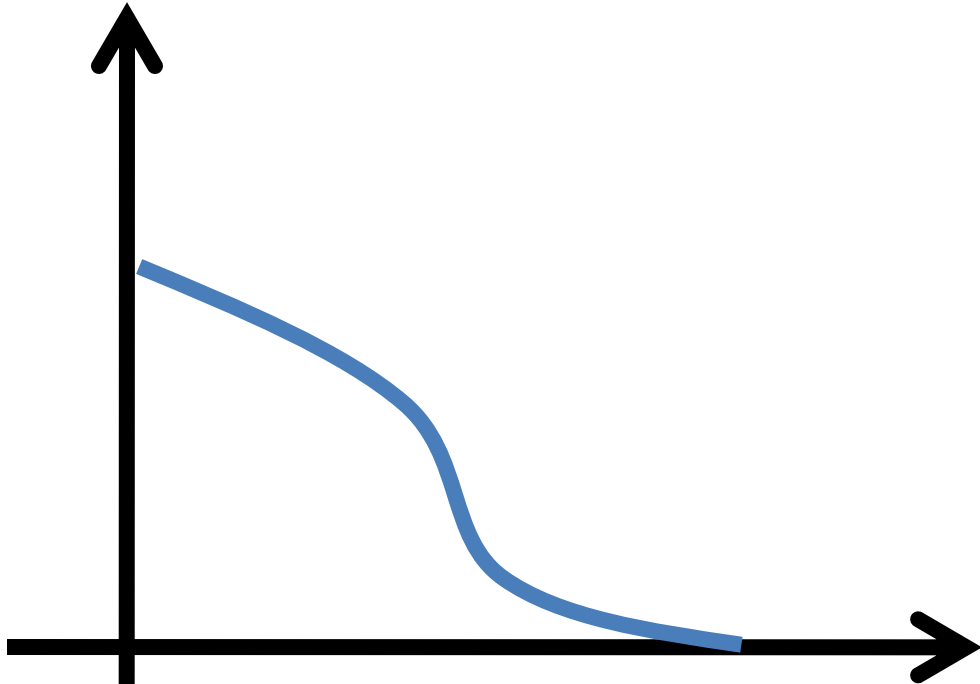




# Respuesta Incorrecta

MORELIA • Reunión de Primavera

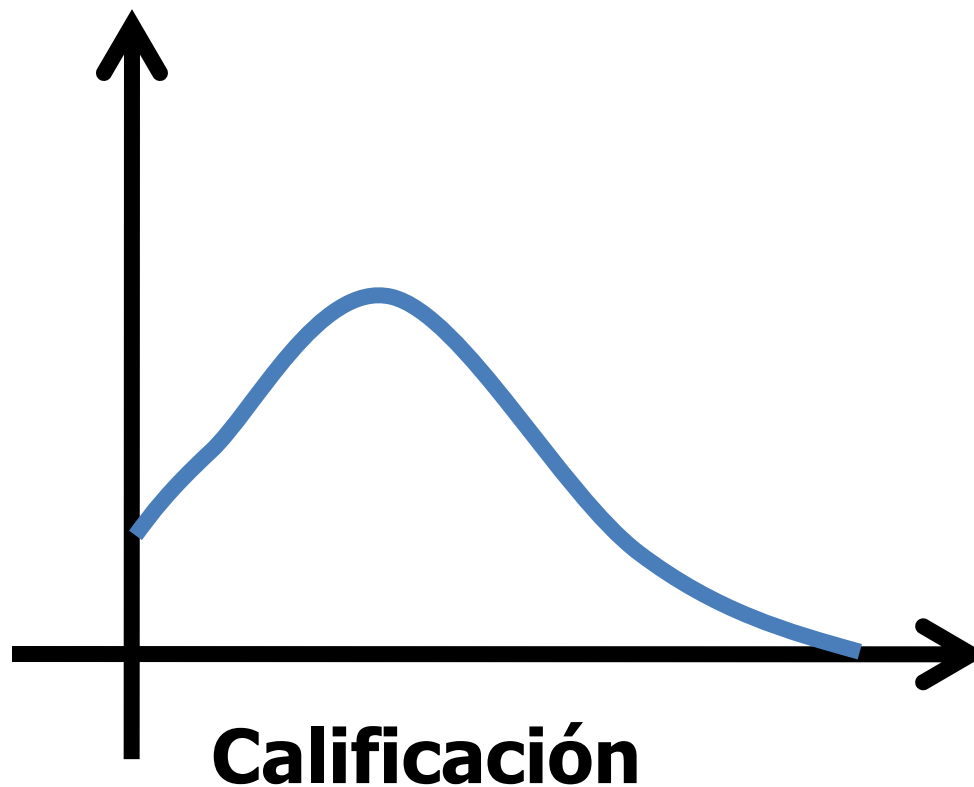
**Porcentaje  
Incorrecta**



**Calificación**

# Respuesta Incorrecta

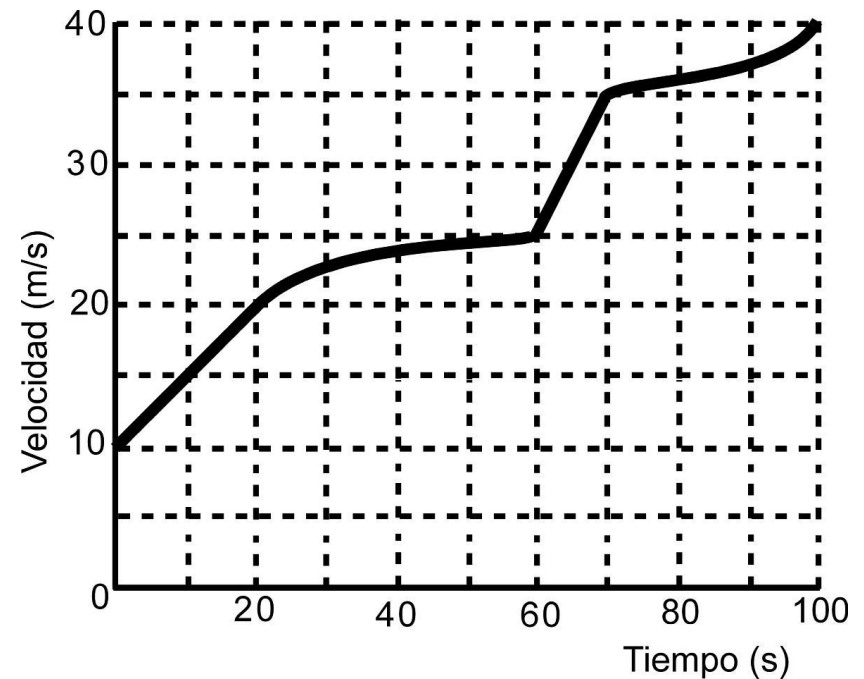
**Porcentaje  
Incorrecta**



# 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:

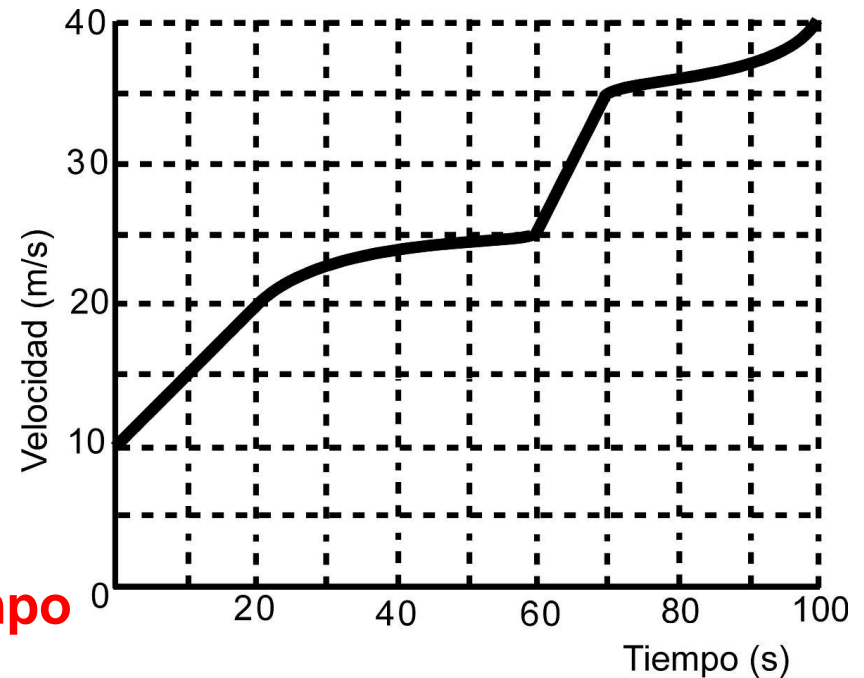
- (A)  $1.0 \text{ m/s}^2$
- (B)  $2.0 \text{ m/s}^2$
- (C)  $0.46 \text{ m/s}^2$
- (D)  $30 \text{ m/s}^2$
- (E)  $34 \text{ m/s}^2$

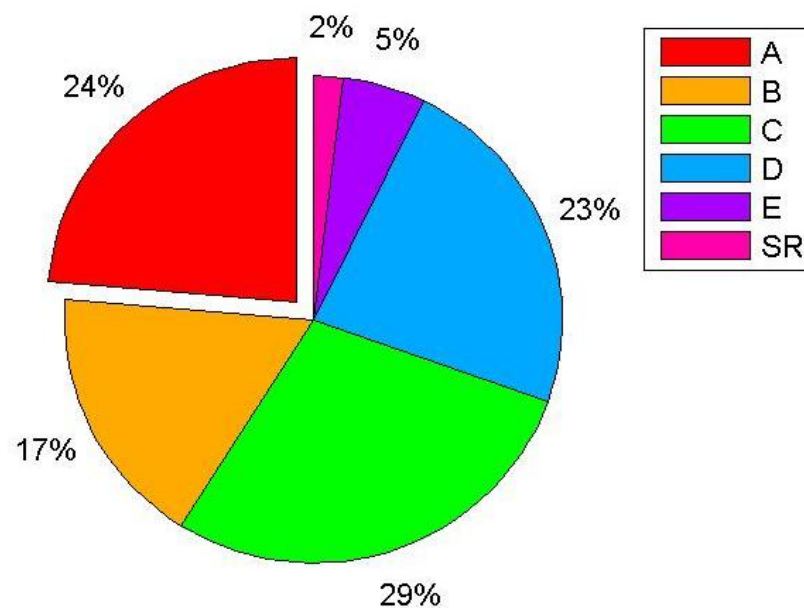
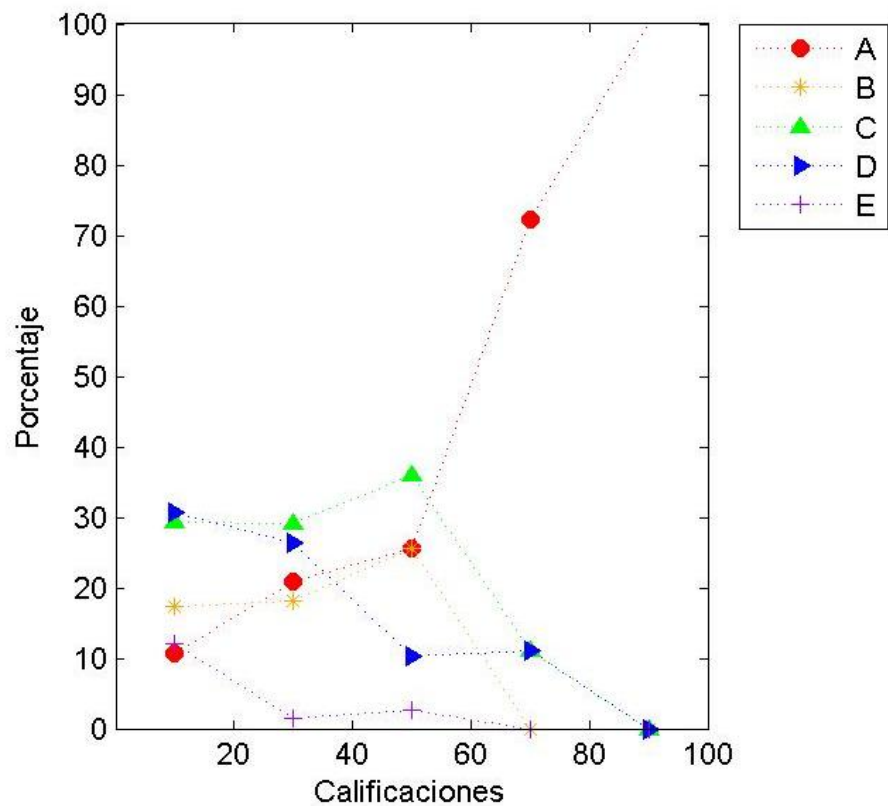


# Ejemplo en cinemática

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**



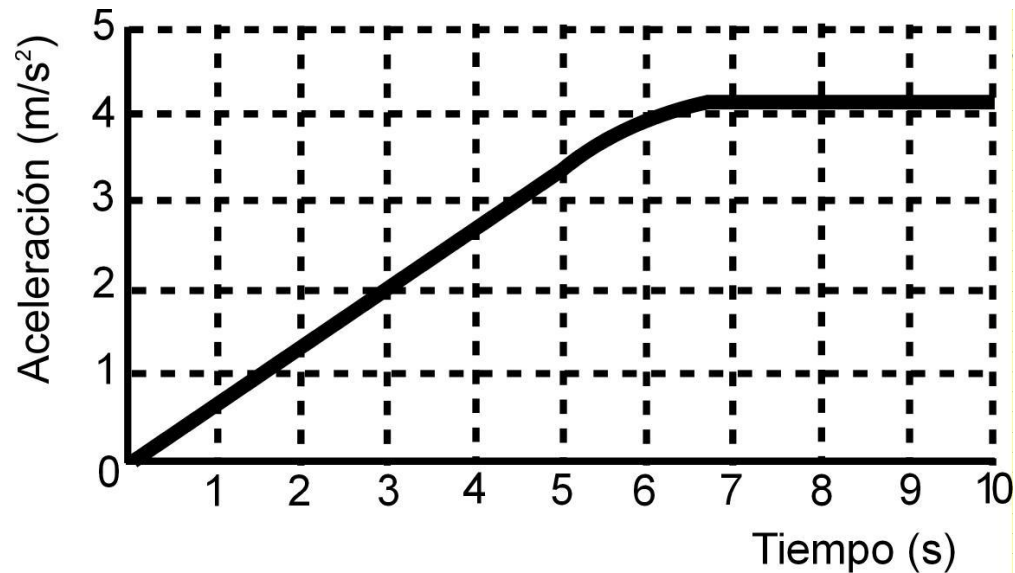


# Otro ejemplo

Un objeto se mueve de acuerdo a la siguiente gráfica.

La variación de la velocidad del objeto durante los primeros tres segundos de movimiento fue:

- (A) 1.5 m/s.
- (B) 0.67 m/s.
- (C) 2.0 m/s.
- (D) 3.0 m/s.
- (E) 6.0 m/s.







# Otro ejemplo

Un objeto se mueve de acuerdo a la siguiente gráfica.

La variación de la velocidad del objeto durante los primeros tres segundos de movimiento fue:

- (A) 1.5 m/s.
- (B) 0.67 m/s.
- (C) 2.0 m/s.
- (D) 3.0 m/s.
- (E) 6.0 m/s.

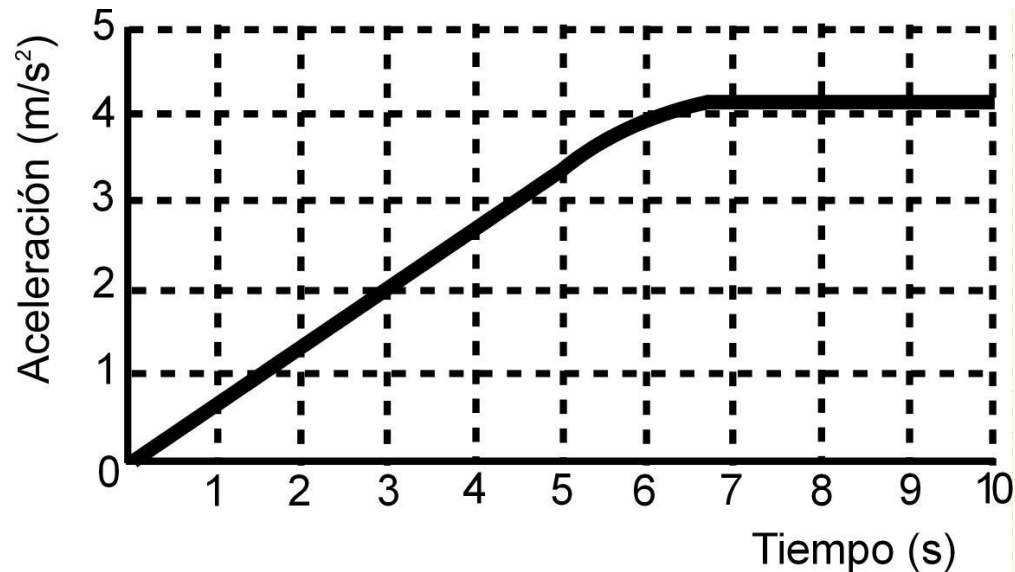
**Tiempo/acel.**

**Pendiente**

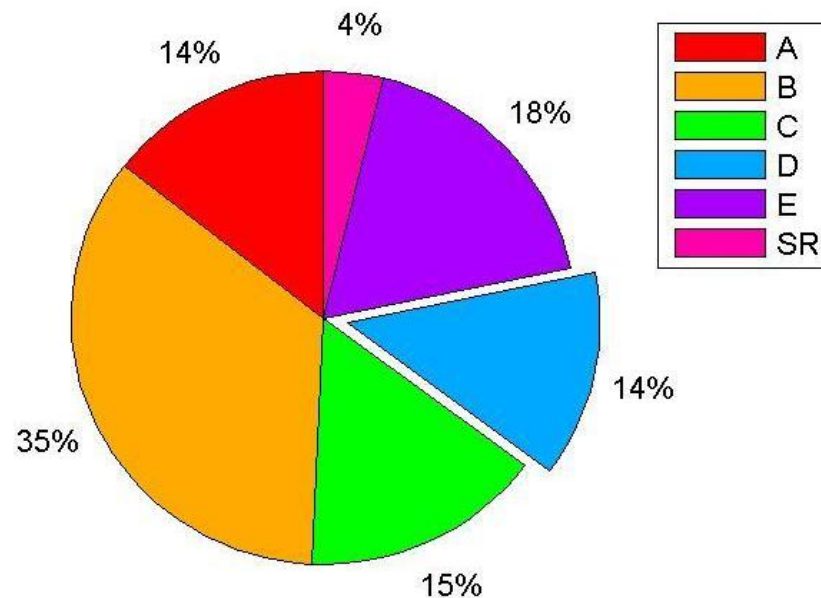
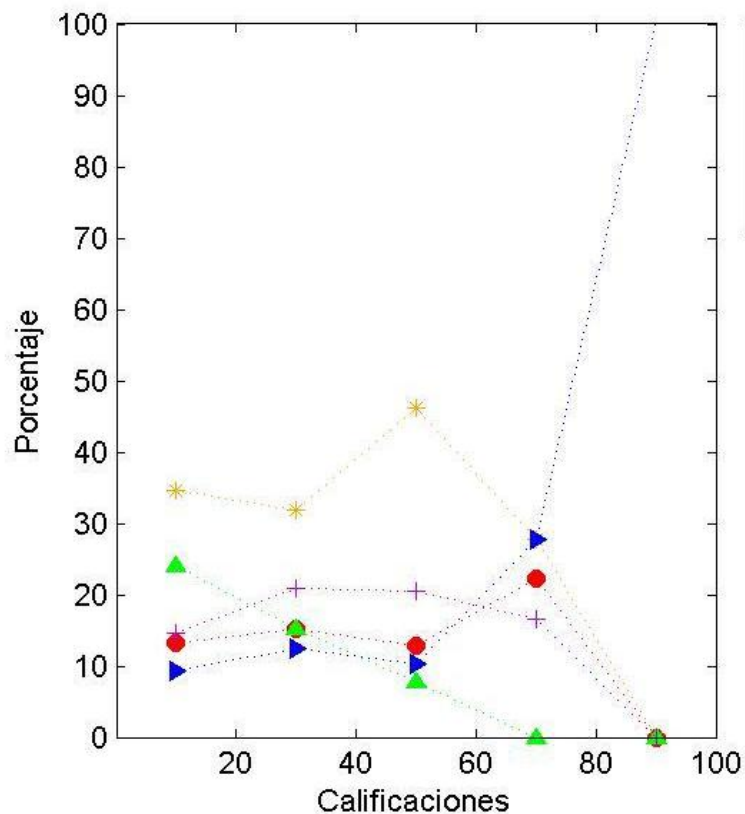
**Valor en el tiempo**

**Correcta**

**Aceleración x tiempo**



# Gráfica de IRC





# ACTIVIDAD

## Análisis de IRC



Aprendizaje e instrucción

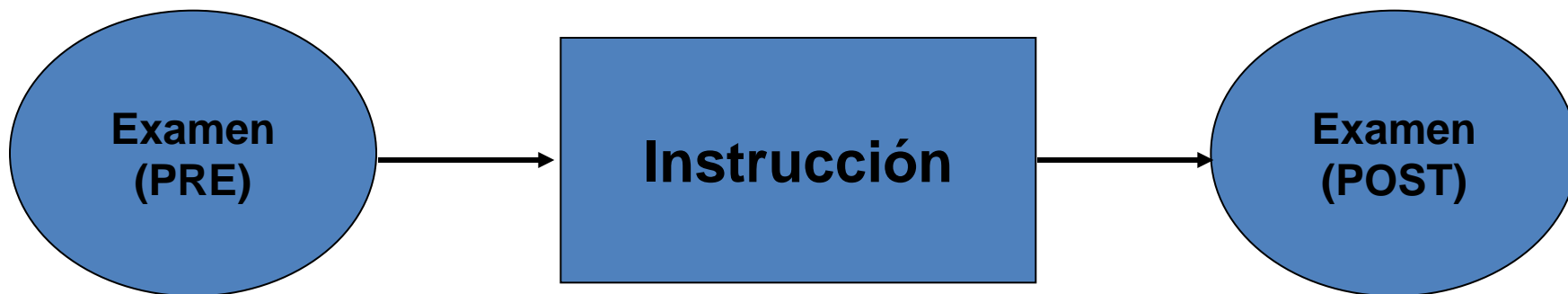
# GANANCIA RELATIVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*. 66, 64-74.



# Examen estandarizado

MORELIA • Reunión de Primavera

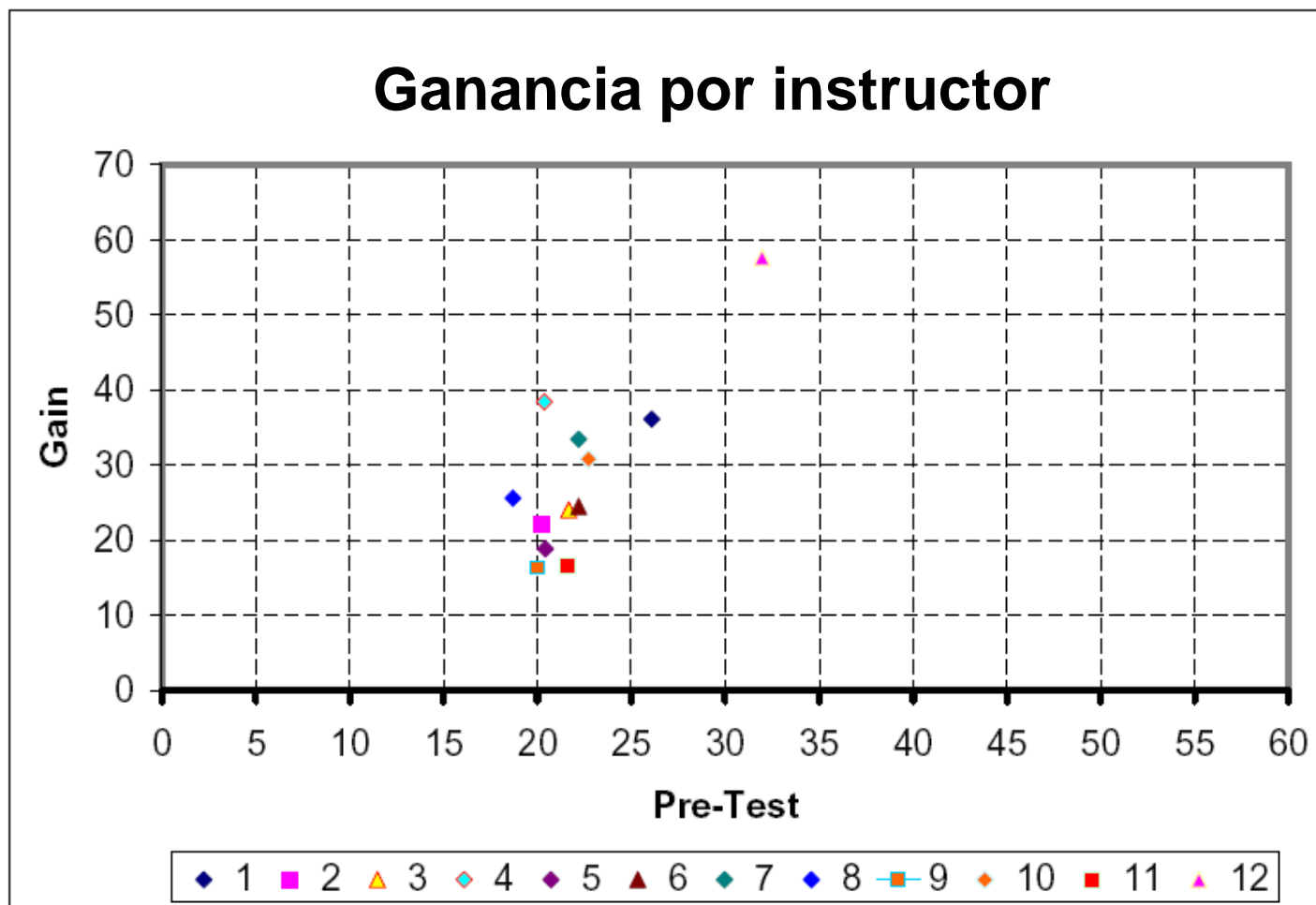


## Ganancia relativa:

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

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

# Análisis de ganancia





Más que ganancia

# ANÁLISIS DE CONCENTRACIÓN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bao, L., & Redish, E.F. (2001). Concentration analysis: A quantitative assessment of student states. *Physics Education Research, American Journal of Physics. Supplement. 69*, S45-S53.



# Patrones de respuestas

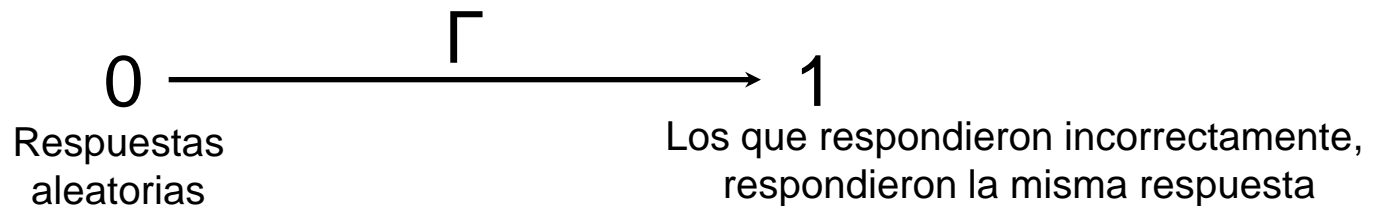
Tipo	A	B	C	D	E
I	20	20	20	20	20
III	100	0	0	0	0
II	50	10	30	5	5

# Factor de concentración

$$C = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m} - 1} \times \left( \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_i^2}}{N} - \frac{1}{\sqrt{m}} \right)$$

Un número entre 0, un estado aleatorio, hasta 1, todos contestan la misma respuesta.

- S: Fracción de alumnos que contestan correctamente a la pregunta.
- $\Gamma$ : Factor de concentración de respuestas incorrectas.





# Modelo S- $\Gamma$

MORELIA • Reunión de Primavera

- Bajo score y alta gamma
- Alto score y baja gamma



# Modelo S- $\Gamma$

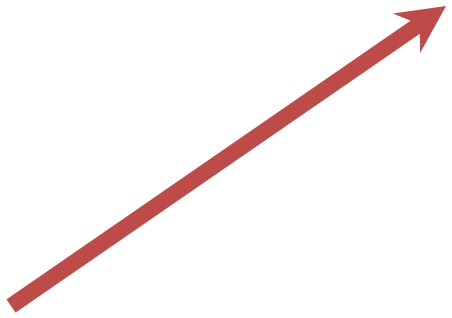
MORELIA • Reunión de Primavera

**Pre**

15	30	15	25	15
----	----	----	----	----

**Post**

0	50	0	40	10
---	----	---	----	----

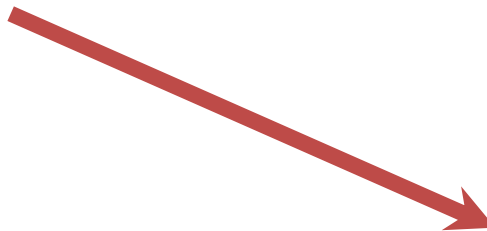
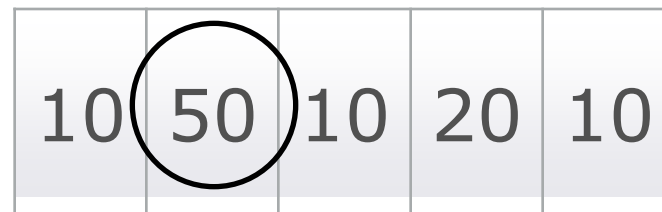


# Usando el modelo S- $\Gamma$

**Pre**



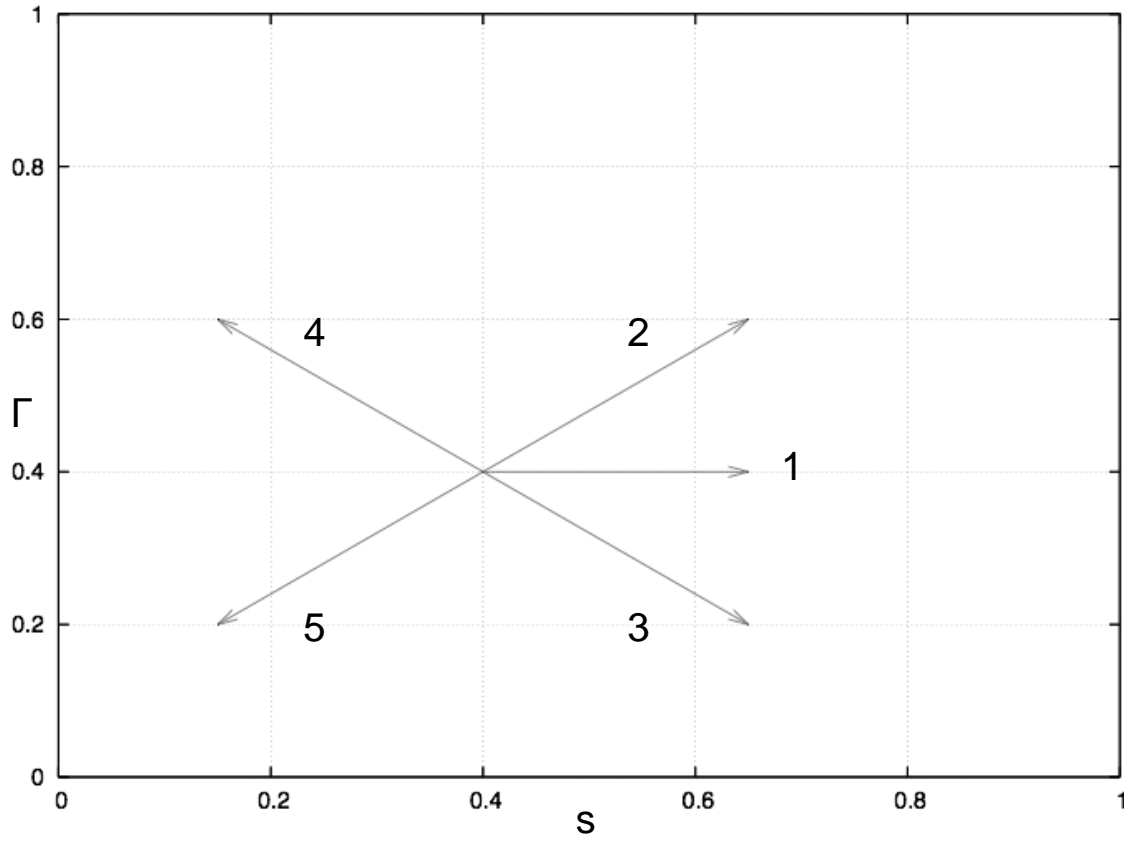
**Post**



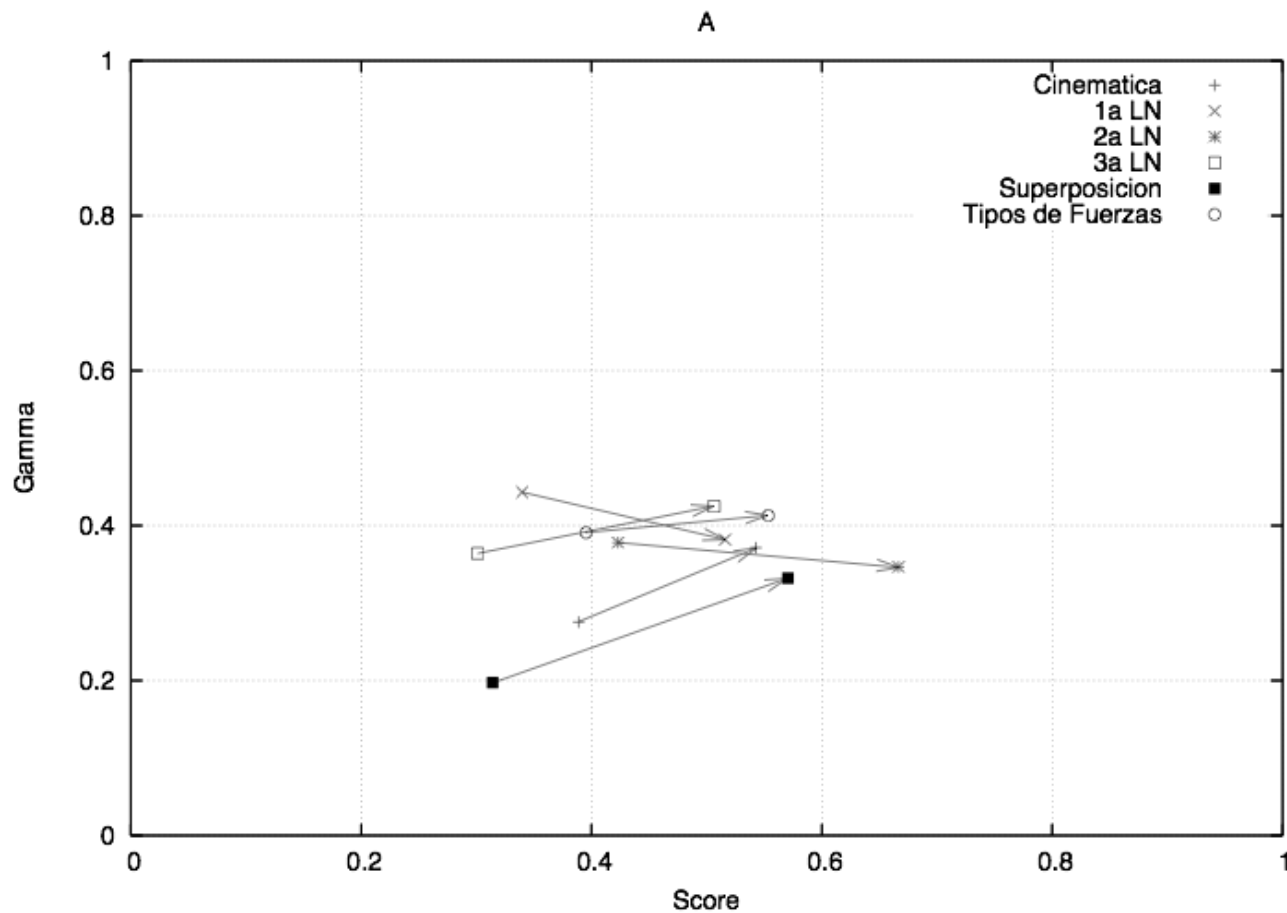


# Modelo S- $\Gamma$

MORELIA • Reunión de Primavera

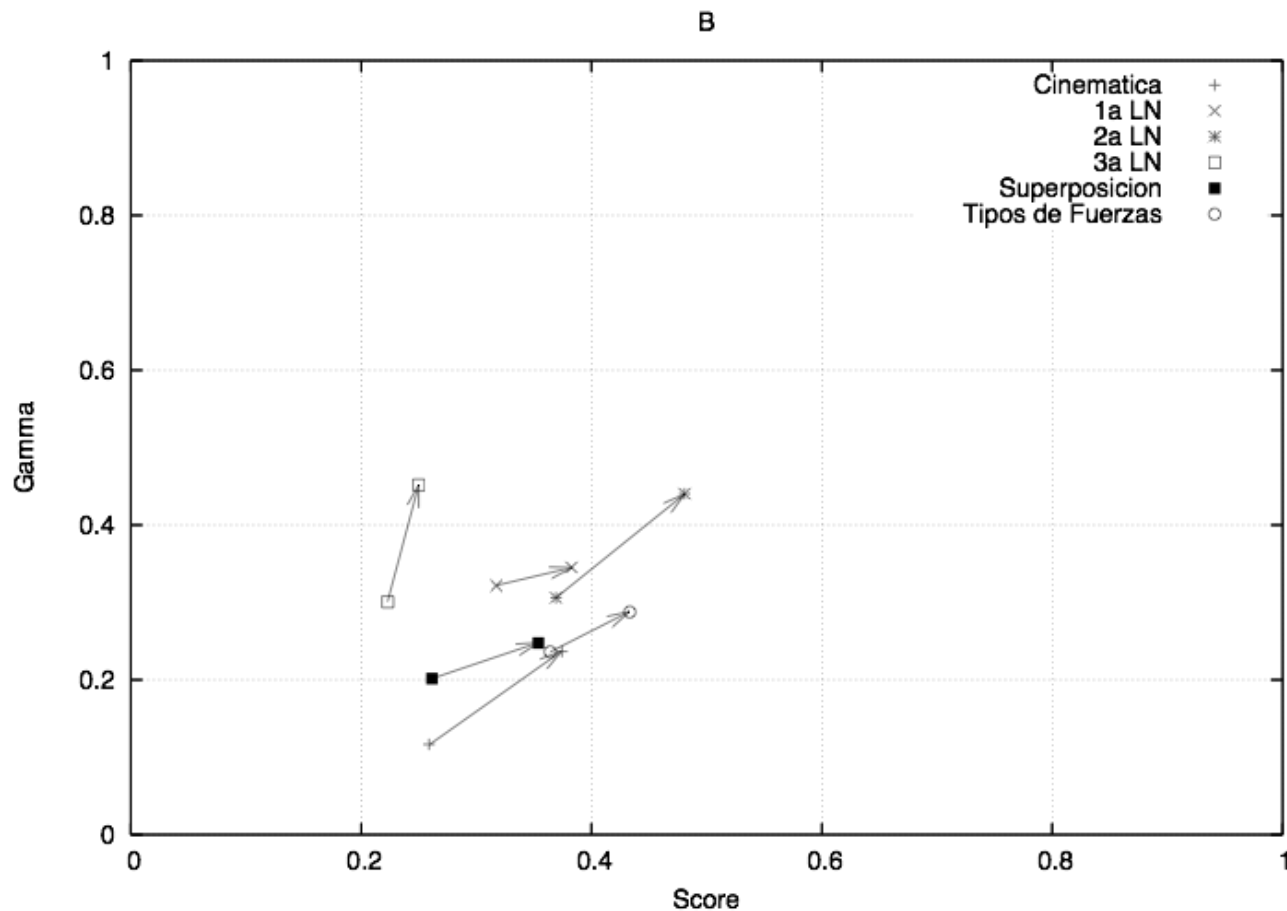


# Dimensiones del FCI





# Dimensiones del FCI





# ACTIVIDAD

## Análisis de concentración



¡GRACIAS!

Genaro Zavala  
Departamento de Física  
Tecnológico de Monterrey  
Monterrey, México