

PANEL

“ESTRATEGIAS INNOVADORAS PARA LA EDUCACION EN CIENCIAS”

Universidad de Talca, Santiago – 29 de Agosto 2008

Método de Modelamiento para el aprendizaje de conceptos físicos

Prof. Claudio Pérez Matzen

Departamento de Física

Universidad Metropolitana

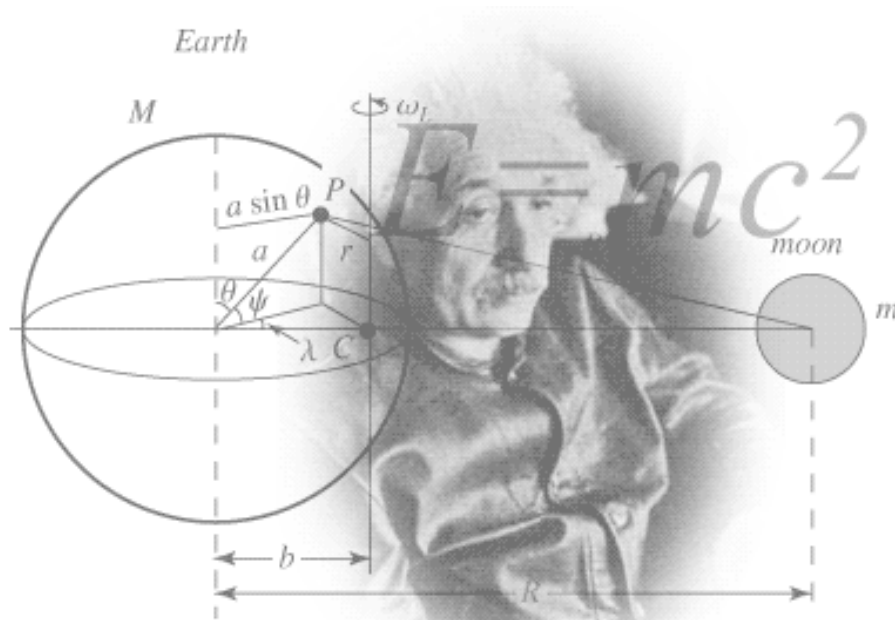
de Ciencias de la Educación



AMERICAN ACADEMY OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY



Temario



- ¿Qué es un modelo?
- ¿Qué es un modelo en ciencias?
- ¿Qué es un modelo matemático?
- ¿Qué importancia tienen los modelos en Física?
- ¿Pueden los modelos ayudarnos a enseñar y a aprender Física?
- ¿En qué consiste el Método de Modelamiento para la enseñanza de la Física?
- Descripción de algunas experiencias recientes en educación media y superior

¿Qué es un *modelo*?

Una palabra...



MODELOS DE ARSENAL DEL MUSEO NAVAL

Evolución de la construcción naval española siglos XVII-XVIII



COLECCIÓN CIENCIA Y MAR



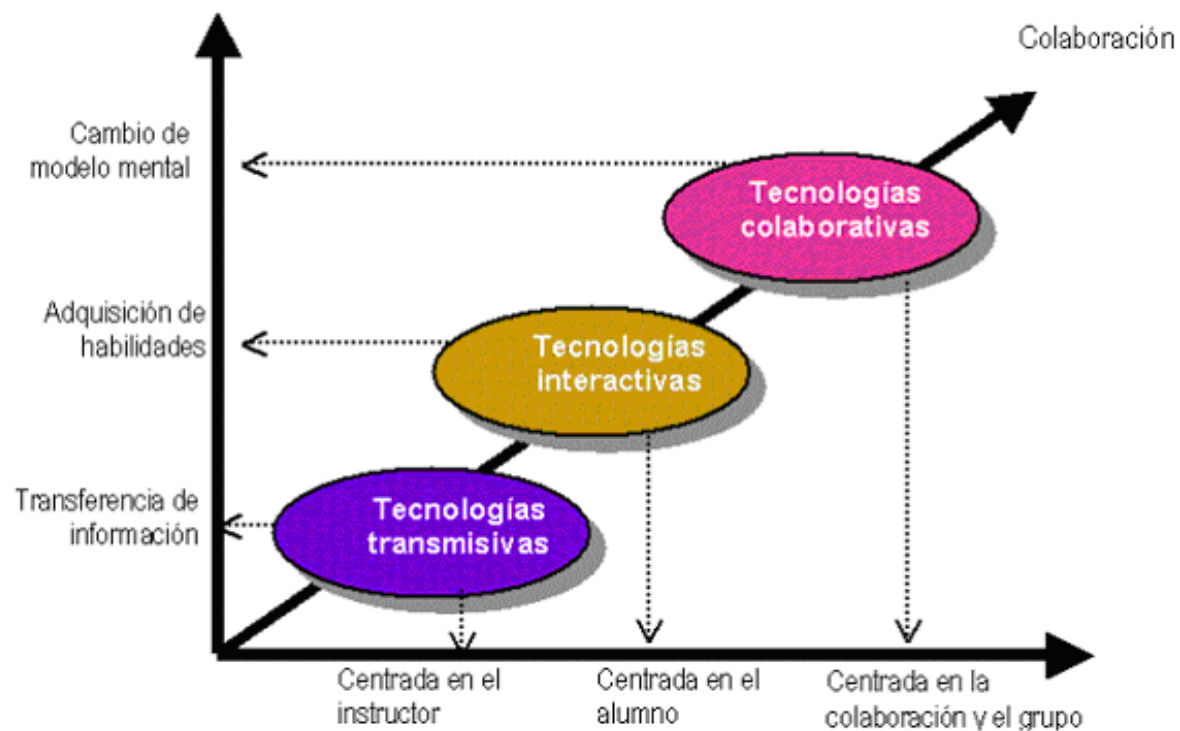
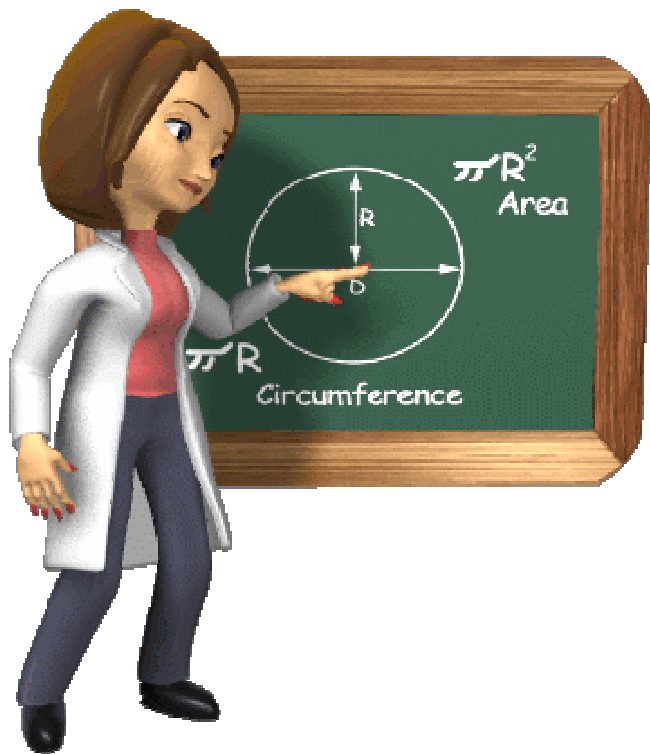
... ¡Muchos
significados!...,

... con referencia
a personas y
a cosas...

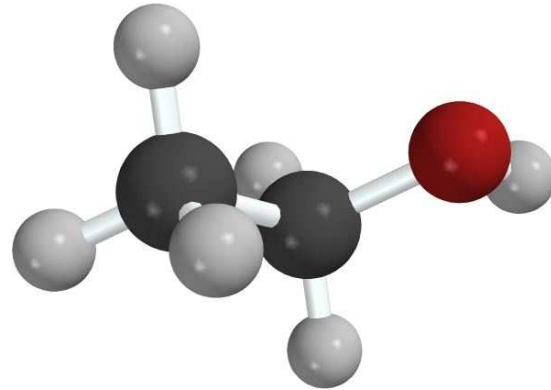


¿Qué es un *modelo*?

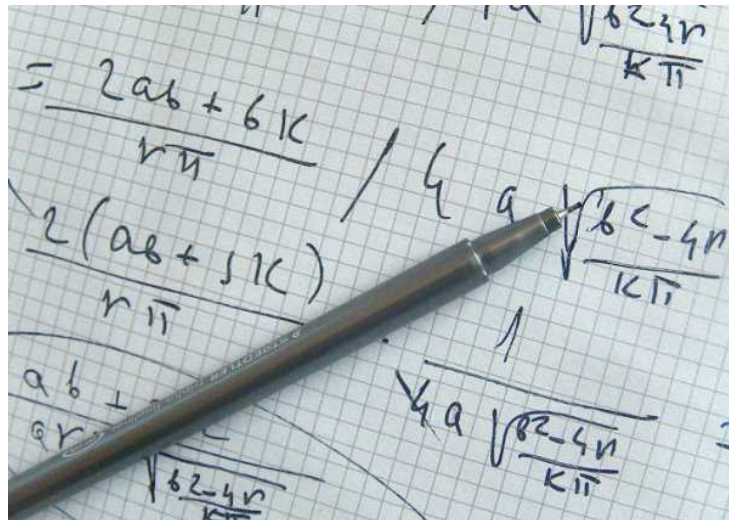
- También en Educación...
 - Profesores(as) como modelos para sus estudiantes
 - Modelos teóricos sobre el aprendizaje



¿Qué es un modelo en ciencias?



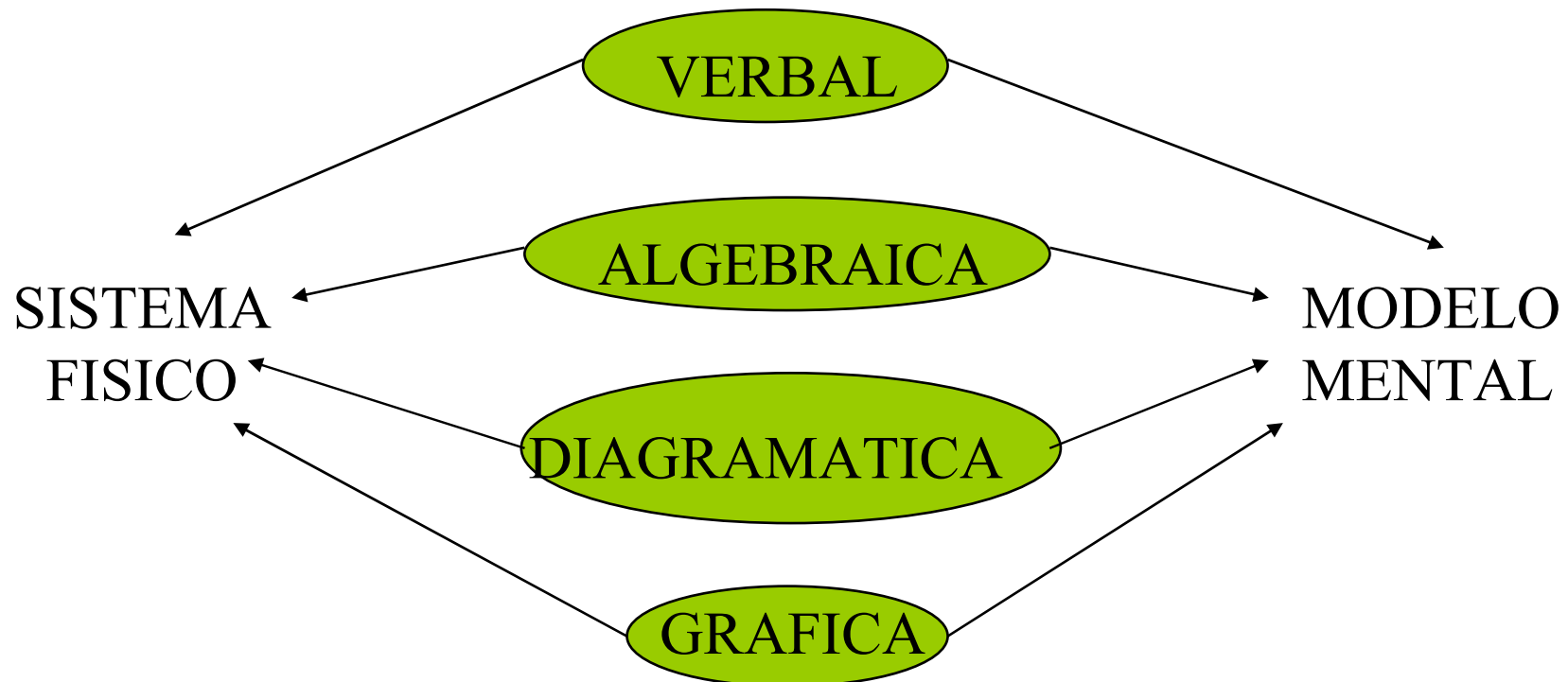
- Representación simplificada de la estructura de un sistema físico y/o de sus propiedades.
- Puede consistir en una representación *concreta* (como una maqueta), o *abstracta* (como una o varias ecuaciones matemáticas).



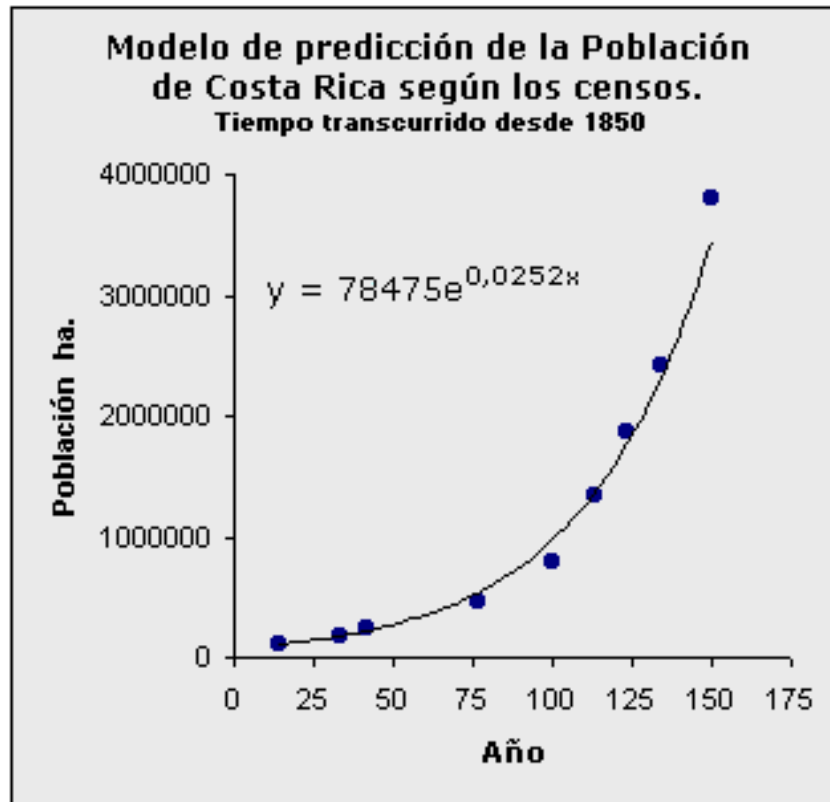
¿Qué es un modelo en ciencias?

- El modelo tiene múltiples *representaciones*, las que tomadas en conjunto definen la estructura del sistema.

REPRESENTACIONES SIMBOLICAS



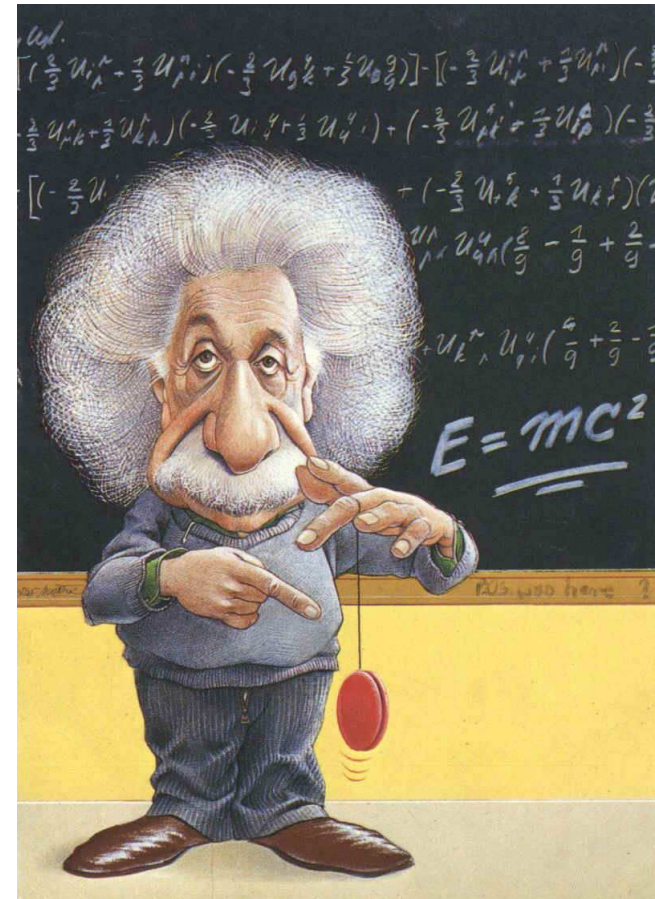
¿Qué es un modelo matemático en ciencias?



- Representación simplificada de las propiedades de un sistema o de las características de un fenómeno, mediante expresiones matemáticas y/o gráficas o tablas de valores.

Un ejemplo:

- Modelamiento matemático de un movimiento rectilíneo con varios tramos.
- Modelamiento matemático de un movimiento rectilíneo con aceleración constante, en ida y vuelta.



¿Qué importancia tienen los modelos en Física?



- Permiten predecir el comportamiento del sistema o la evolución del fenómeno en estudio, al modificar valores de las variables o parámetros del modelo.
- Facilitan la comprensión de fenómenos o situaciones similares, y la comunicación de los resultados de las investigaciones.

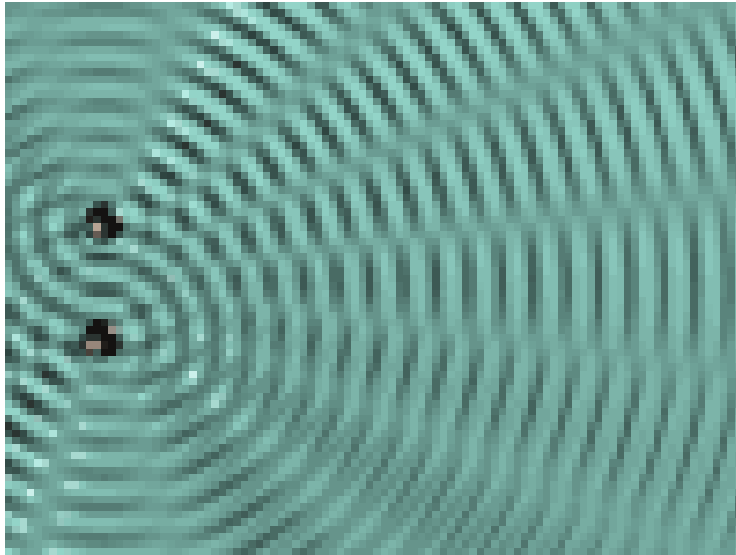
EJEMPLO...

¿Pueden los modelos ayudarnos a enseñar y a aprender Física?

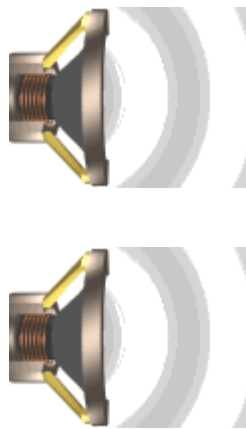
- Sí, pues los modelos se convierten en las unidades básicas del conocimiento.
- Se pone énfasis en la identificación y comprensión de la estructura del sistema.
- Los estudiantes realizan inferencias a partir de los modelos que construyen para hallar soluciones a problemas.
- Unos pocos modelos básicos se usan una y otra vez, con pequeñas modificaciones.



Ejemplo: Modelo de ondas en el agua para analizar fenómenos acústicos u ópticos

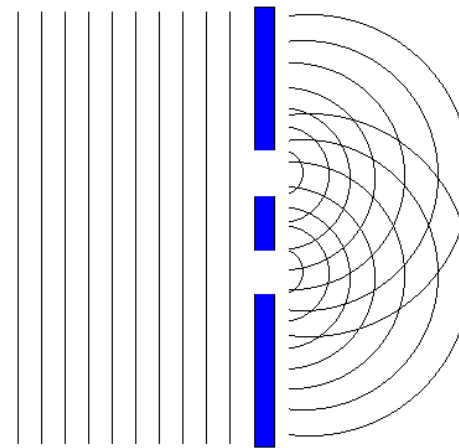


- Transferencia del modelo que describe la interferencia de ondas en el agua (cubeta de ondas), a la interferencia del sonido de dos fuentes y a la interferencia de la luz de dos fuentes luminosas.
- De lo visible y palpable a lo invisible pero detectable y medible...



Executable Jar File

Interference



light waves

barrier



interference pattern

¿Por qué un enfoque distinto para la enseñanza de la Física?

- La investigación muestra que después de la enseñanza convencional, muchos estudiantes no pueden explicar correctamente ni siquiera los conceptos físicos más simples, aunque muchos de ellos puedan resolver problemas numéricos sobre las materias.
- Lo que es peor, la enseñanza convencional cuidadosamente planeada, impartida por docentes talentosos (e incluso premiados por sus capacidades) no ha contribuido a remediar la situación en forma significativa.

¿Qué NO se ha traducido en diferencias en la comprensión de los estudiantes?

- Explicaciones lúcidas y entusiastas, ejemplos
- Demostraciones dramáticas
- Uso intensivo de la tecnología
- Libros de texto
- Resolución de muchos problemas y tareas

**Condiciones *necesarias* para el aprendizaje,
*pero no suficientes.***

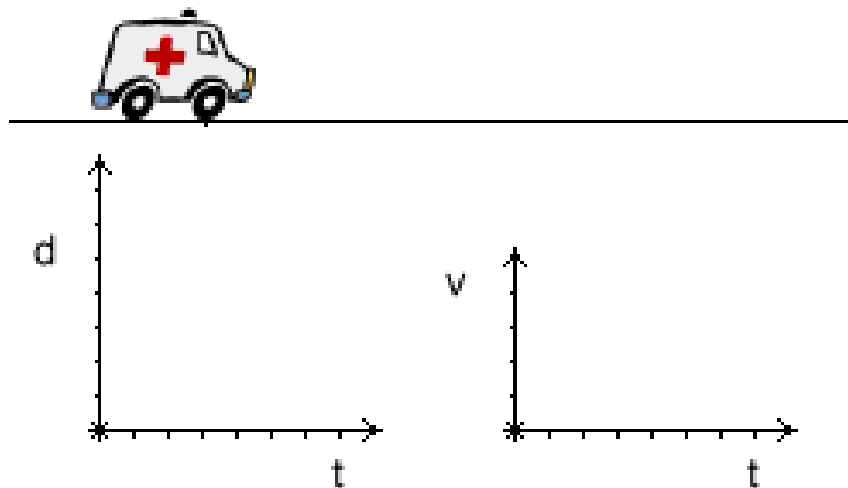
Resultados de implementación del método de modelamiento en enseñanza de Física en los Estados Unidos

- Más de 20,000 estudiantes a través del país, sobre 300 clases, desde High School hasta nivel de graduados
- Ganancias sustanciales en resultados del Inventario del Concepto de Fuerza (FCI)
- Retención a largo plazo de conceptos físicos fundamentales
- Multiplicación de talleres sobre el método de modelamiento para profesores en diversos Estados, a cargo de universidades y con apoyo de NSF y otras entidades



¿En qué consiste el Método de Modelamiento para enseñanza de la Física?

- Método de enseñanza constructivista, para aprendizaje de ciencia como indagación, desarrollado a lo largo de los últimos 25 años en el Dpto. de Física de la Universidad Estatal de Arizona, por el Dr. David Hestenes y sus colaboradores.
- Los estudiantes diseñan sus procedimientos experimentales, observan, formulan hipótesis, recolectan datos, procesan e interpretan la información, contrastan sus hipótesis, comunican y comparten sus reflexiones y resultados con sus compañeros y con los profesores.
- Los modelos construidos se transfieren a una variedad de situaciones escogidas, en busca de generalización y coherencia.



¿Cómo cambia el trabajo del profesor con el método de modelamiento?

- Diseñador de ambientes experimentales
- Diseñador de problemas y actividades
- Oyente crítico de las presentaciones de los estudiantes
- Facilitador socrático de la indagación y resolución de problemas
- Apertura, confianza, tolerancia de errores



Método de Modelamiento.

Etapa I: Desarrollo del Modelo

- Descripción
- Formulación
- Ramificaciones
- Validación



Etapa I: Desarrollo del Modelo Descripción.

- Los estudiantes describen sus observaciones de la situación bajo examen.
- El profesor es un moderador no enjuiciador.
- Los estudiantes son guiados para identificar variables medibles.
- Se determinan variables dependientes e independientes.

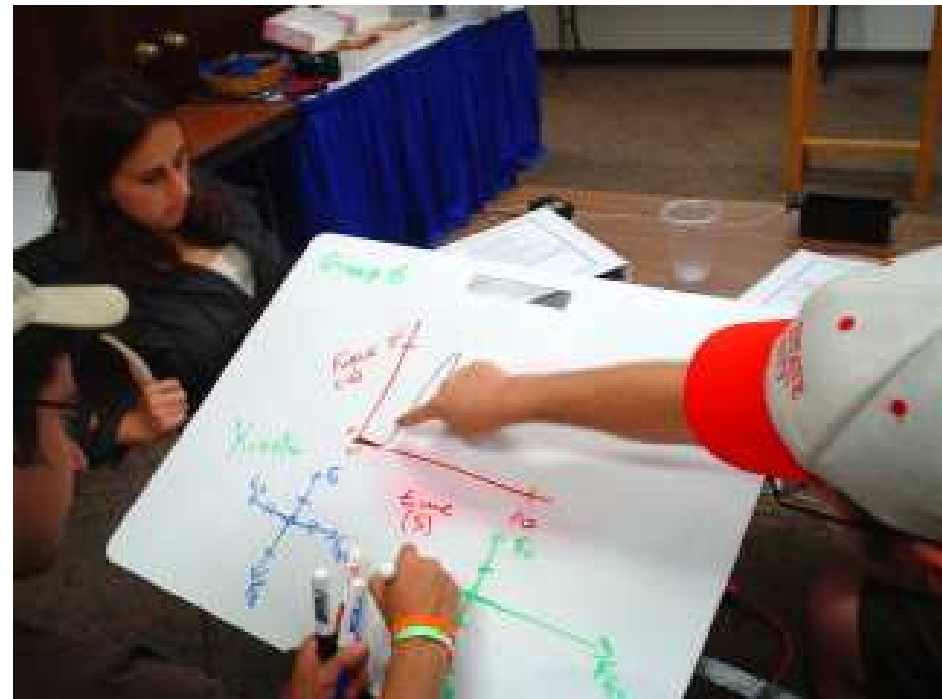


Etapa I: Desarrollo del Modelo Formulación.

- Búsqueda de consenso para la relación deseada entre las variables.
- Discusión del diseño experimental.
- Los estudiantes desarrollan los detalles de un procedimiento.
- Intrusión mínima de parte del profesor.

Etapa I: Desarrollo del Modelo Ramificación.

- Los estudiantes construyen representaciones gráficas y matemáticas.
- Los grupos preparan y presentan resúmenes de sus resultados en las pizarras blancas.
- Se propone un modelo.



Etapa I: Desarrollo del Modelo Validación.

- Los estudiantes defienden sus diseños, resultados e interpretaciones.
- Se seleccionan otros grupos para refutar o corroborar resultados.
- La discusión socrática se enfoca hacia la búsqueda de consenso para una interpretación precisa del modelo.



Método de Modelamiento.

Etapa II: Despliegue del Modelo

En las actividades de despliegue, los estudiantes

- **Aprenden a aplicar el modelo a una variedad de situaciones relacionadas.**
 - » identifican la composición del sistema
 - » representan con precisión su estructura
- ⌘ **Articulan su comprensión en presentaciones orales**
- **Son guiados por preguntas del profesor:**
 - ¿por qué hizo Ud. eso?
 - ¿cómo sabe Ud. eso?



Etapa II: Despliegue del Modelo

- Nuevas situaciones para el mismo modelo.
- Corte del enlace contextual al paradigma del laboratorio.
- Los grupos trabajan en la resolución de problemas cuidadosamente seleccionados, cada uno de los cuales muestra una aplicación del modelo.
- Cada grupo expone en la pizarra blanca un problema para su presentación a la clase.
- Defensa y discusión de resultados.

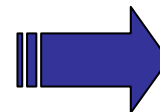


Descripción de algunas experiencias recientes en educación media y superior

- Investigación en el Colegio Saint Gabriel's de Providencia
- Aplicación en liceos prioritarios de Quinta Normal
- Investigación en el Dpto. de Física de la UMCE



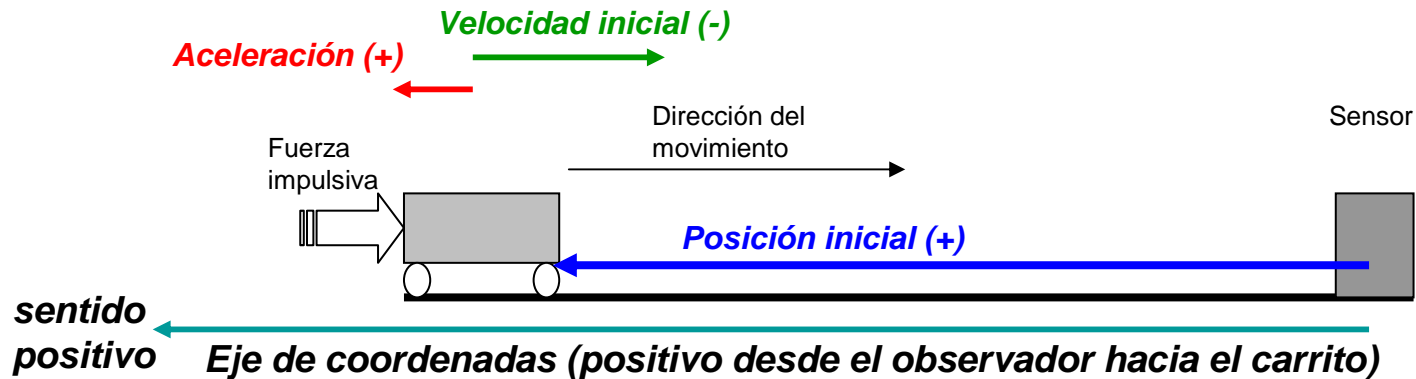
Acceso a plataforma informática UMCE



Colegio Saint Gabriel's, Providencia años 2006 - 2007



Propósito de la actividad



- Desarrollar un *modelo cinemático* del movimiento del carrito, es decir, un conjunto de representaciones gráficas y de expresiones algebraicas que permitan describir cómo cambian la *posición*, la *velocidad* y la *aceleración* del carrito al transcurrir el tiempo, y calcular los valores de estas magnitudes físicas en cualquier instante $t > 0$, usando el método de modelamiento en la recolección y análisis de los datos experimentales.
- “PRODUCTOS” A OBTENER:
 - Ecuación que permita calcular la posición x en cualquier instante t
 - Ecuación que permita calcular la velocidad v en cualquier instante t
- APRENDIZAJE CLAVE A OBTENER:
 - Capacidad de adaptar el modelo cinemático (“manejar” las 2 ecuaciones obtenidas) a cualquier otra situación experimental o teórica de movimientos del mismo tipo del analizado.

Rasgos relevantes de la experiencia



- Motivación hacia la Física para estudiantes de primer año medio, antes del estudio formal del contenido sobre movimiento
- Trabajo activo-participativo, con cambio de metodología de enseñanza
- Uso intensivo de las TIC por los estudiantes:
 - Sensores e interfaces
 - Data Studio
 - Modellus

Liceos Juan Antonio Ríos y Cap. de Corbeta Pedro González, Q. Normal, 2008

- Aplicación del método de modelamiento al estudio del movimiento rectilíneo
- Liceo JAR: 15 estudiantes de I medio
- Liceo CCPG: 65 alumnos de II medio
- En el contexto de la asistencia técnica UMCE a liceos prioritarios
- Material didáctico impreso preparado especialmente (Guía del Profesor y Guía del Estudiante)
- Apoyo con equipamiento experimental UMCE
- Uso de Excel, Data Studio y Modellus
- Participación activa del Dr. W. Robertson, de UTEP, como “Dr. Skateboard” (becario Fulbright en UMCE)



Dpto. de Física, UMCE



- Aplicación del método de modelamiento al estudio del movimiento rectilíneo y de proyectiles en el plano
- Asignatura de Mecánica, de primer año de Pedagogía en Física, 50 estudiantes
- En el contexto de un proyecto de investigación sobre Didáctica de la Física, con apoyo DIUMCE
- Material didáctico impreso preparado especialmente (Guía del Profesor y Guía del Estudiante)
- Equipamiento informático y experimental UMCE
- Uso de Excel, Data Studio, Modellus y PhysVis
- Participación activa del Dr. W. Robertson, de UTEP, como “Dr. Skateboard”

Plan detallado de trabajo

| SESIÓN N° | ACTIVIDADES | RECURSOS |
|-----------|--|--|
| 01 | Motivación. Evaluación Diagnóstica | Test Cero y TCGC ^[1] Cuestionario Actitudes hacia Ciencias Cuestionario Actitudes hacia Comput. Calculadoras Proyector y PC Fotos y clips Dr. Skateboard |
| 02 | Organización de grupos Planificación del Experimento: ensayo, búsqueda y revisión de información, formulación de hipótesis y plan de trabajo experimental | 2-3 Skates Guía del estudiante. Preguntas orientadoras Proyector y PC Video "Descripción del Movimiento" Portafolios de grupos |
| 03 | Primera presentación de grupos. Revisión de planes de trabajo e hipótesis. Elaboración de Plan de consenso para trabajo experimental | Portafolios de grupos Láminas y/o pizarra Proyector y PC |
| 04 | Experimento de skaters Recolección de datos con método exp. E1 Recolección de datos con método exp. E2 | 2-3 skates Plan de trabajo Portafolios de grupos Huinchas de medir Cronómetros Interface SW-500 Laptop con batería |
| | ^[1] TCGC: Test de comprensión de gráficos en Cinemática. | |

Plan detallado de trabajo (cont.)

| SESIÓN Nº | ACTIVIDADES | RECURSOS |
|--------------|--|---|
| 05 | Procesamiento de datos experimentales I, en forma manual (papel y lápiz) Primera contrastación de hipótesis | Guía de cálculo de velocidades instant. Papel milimetrado Reglas y espejos Calculadoras Portafolios de grupos |
| 06 | Procesamiento de datos experimentales II, con apoyo informático (planilla Excel) Formulación de modelo matemático Segunda contrastación de hipótesis | Guía de uso de Excel Portafolios de grupos Lab. de computación |
| 07 | Procesamiento de datos experimentales III, con apoyo informático (Data Studio) Formulación de modelo matemático | Guía de uso de Data Studio Portafolios de grupos Lab. de computación |
| 08 | Modelamiento y simulación computacional (Modellus) Validación del modelo matemático | Guía de uso de Modellus Portafolios de grupos Lab. de computación |

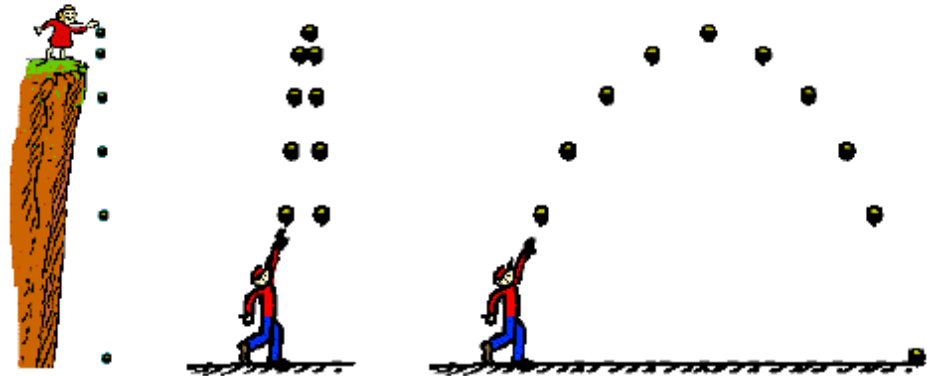
Plan detallado de trabajo (cont.)

| SESIÓN Nº | ACTIVIDADES | RECURSOS |
|--------------|---|--|
| 09 | Segunda presentación de grupos. Revisión del trabajo experimental y del modelo matemático | Portafolios de grupos Láminas y/o pizarra Calculadoras Proyector y PC |
| 10 | Transferencia del modelo. Resolución de problemas de aplicaciones | Portafolios de grupos Guía del Estudiante Calculadoras |
| 11 | Tercera presentación de grupos | Portafolios de grupos Guía del Estudiante Láminas y/o pizarra Proyector y PC |
| 12 | Modelamiento de lanzamiento oblicuo de un proyectil | Portafolios de grupos Guía del Estudiante (Proyectiles) |
| 13 | Transferencia. Resolución de problemas | Portafolios, láminas, proyector, PC |
| 14 | Evaluación sumativa | Test Cero y TCGC Calculadoras |



Modelamiento y simulación del movimiento de un proyectil en el plano

- Uso de [Modellus](#)
- Uso de [Excel](#)



Prof. Claudio Pérez Matzen



claudio.perez@umce.cl

Departamento de Física
Universidad Metropolitana
de Ciencias de la Educación