

Activity Based Physics Group Leaders







Priscilla Laws Dickinson College

David Sokoloff Ronald Thornton Univ of Oregon

Tufts University

Gracias!



U.S. Department of Education Fund for the Improvement of Post-Secondary Education

El problema

- Los estudiantes llegan a los cursos de física, secundaria o de la universidad, con una visión de los conceptos de física basada en sus experiencias de la vida diaria, a menudo incorrecta.
- La investigación en enseñanza de la física muestra que al terminar estos cursos básicos de física, la mayoría de los estudiantes mantiene estas visiones erróneas de los principales conceptos físicos.
- La misma conclusión se obtiene mediante diversas formas de investigación (entrevistas, análisis de preguntas a desarrollar, de respuestas cortas o con test de preguntas de múltiple opción).
- Estos resultados se obtienen con docentes de distintas habilidades y experiencia, y parecen ser característicos de la metodología de instrucción tradicional.

The Problem

- Students come into the introductory physics course at the high school or college level with definite views (often wrong) about physics concepts based on their experiences.
- Physics education research shows that the vast majority of students leave the introductory physics course with the same (incorrect) views, and little understanding of physics concepts.
- Research done in many forms (student interviews, open-ended questions, short-answer questions, well-designed multiple choice questions) reaches the same conclusion.
- Result appears to be consistent for traditional methods of instruction, regardless of the skill of the instructor.

An example of Physics Education Research: The Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE)

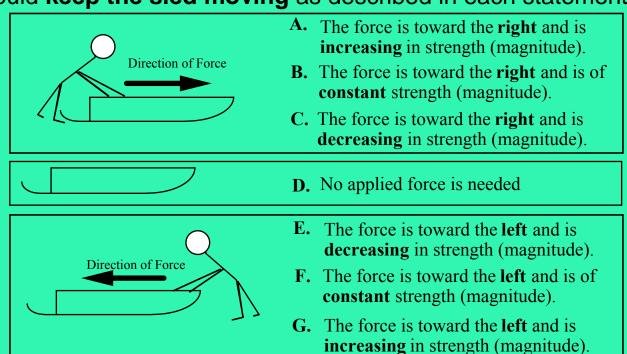
Un ejemplo de investigación en docencia de la física: Evaluación Conceptual de Fuerza y Movimiento

- Uso de preguntas de respuesta múltiple basadas en investigaciones previas que analizaban respuestas a preguntas abiertas y entrevistas a estudiantes.
- Las preguntas se hacen en diferentes formas y contextos.
- Posibilita controlar el progreso estudiantil y la persistencia de aprendizajes a lo largo de un curso.

- Uses multiple choice questions based on previous research using open-ended assessments and interviews.
- Questions asked in a number of different forms and contexts.
- Makes possible tracking of student progress and persistence of learning during a course.

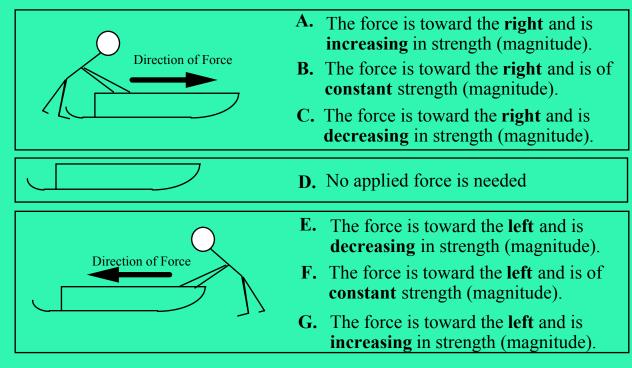
Natural Language Questions from the Force and Motion Conceptual Evaluation

A sled on ice moves in the ways described in questions 1-7 below. *Friction is so small that it can be ignored.* A person wearing spiked shoes standing on the ice can apply a force to the sled and push it along the ice. Choose the <u>one</u> force (**A** through **G**) which would **keep the sled moving** as described in each statement below.



Preguntas del test *Evaluación Conceptual de Fuerza y Movimiento* en lenguaje cotidiano

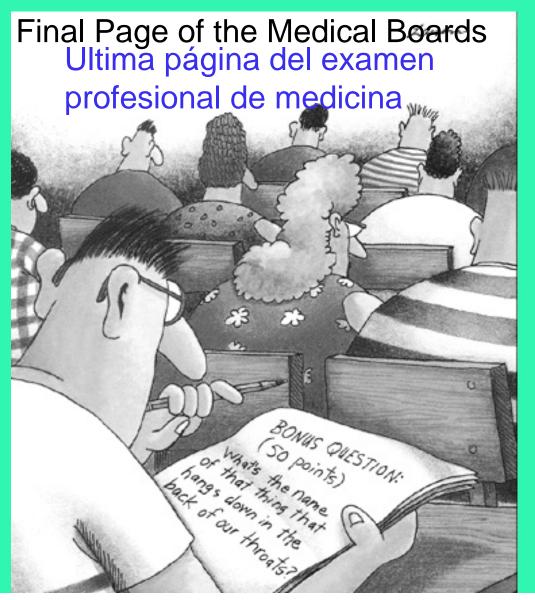
Un trineo se mueve sobre hielo de la manera descrita en las preguntas 1-7. La fricción es tan pequeña que puede ser despreciada. Una persona provista de zapatos con clavos aplica una fuerza para empujarlo sobre el hielo. Elija <u>la</u> fuerza (de la **A** a la **G**) necesaria para mover el trineo de la manera que se describe en cada pregunta.



Las Preguntas 1-7 plantean diferentes movimientos simples del trineo: moviéndose a la derecha a velocidad constante, o aumentando la velocidad a un ritmo constante, etc. . .

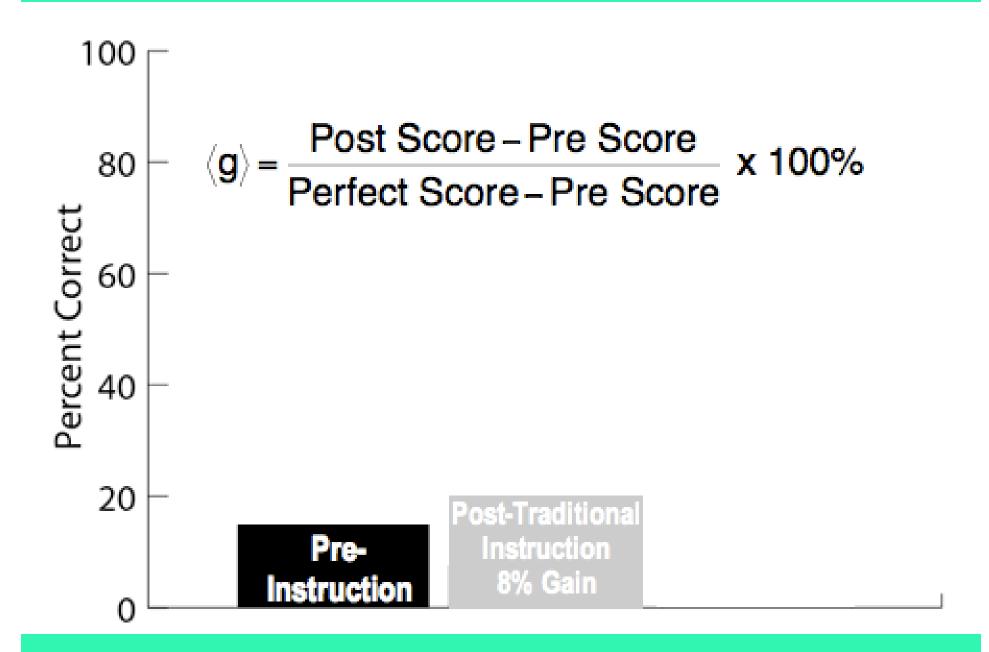
Not this kind of test . . .

No esta clase de test....



Crédito extra: (50 puntos)
Cuál es el nombre de lo que cuelga en la parte posterior de nuestra garganta?





Uno de los principales logros del Grupo de Enseñanza de la Física Basada en Actividades (Activity Based Physics Group) ha sido el desarrollo de metodologías de enseñanza que utilizan la tecnología para explorar el mundo físico . . .

One of the accomplishments of the Activity Based Physics Group has been a number of uses of technology to explore the physical world . . .

Elementos para el sistema de adquisición automática de datos

Detector de Movimiento

Interfaz

Motion Detector







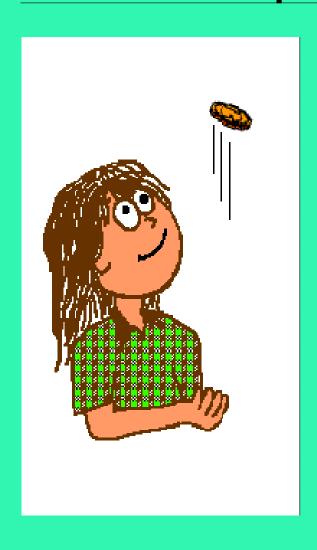
Sensor de temperatura

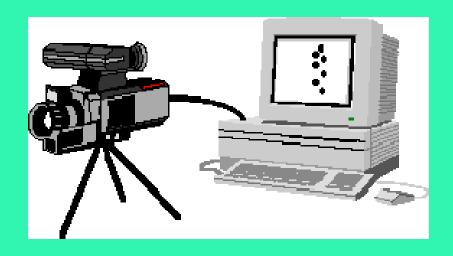
Temperature Sensor

Sensor de fuerzas

Force Sensor

Software para análisis y captura de videos





Características que hacen efectivas las herramientas basadas en la computadora

Characteristics of the Computer-Based Tools That Make Them Effective

- Son fáciles de usar y no requieren una curva de aprendizaje demasiado larga.
- Son flexibles y versátiles, diseñadas para ser independientes del experimento realizado.
- Se pueden usar en experimentos de distintos niveles de sofisticación, inclusive con precisión relativamente alta.
- Los resultados de los experimentos se muestran en forma clara y comprensible, a menudo en tiempo real. Los estudiantes pueden utilizar estos resultados experimentales para justificar sus conclusiones.
- Están diseñadas para permitir que los estudiantes observen los fenómenos físicos en forma clara y directa y que aprendan de estas observaciones

- They are easy to use, and don't require a long learning curve.
- They are flexible and versatile, designed to be independent of the experiments performed.
- They are usable in experiments with different levels of sophistication, with relatively high accuracy.
- Results of experiments are displayed in clear, understandable ways, often in real time. Students can appeal to the displayed results to justify their conclusions.
- Designed to enable students to observe physical phenomena directly and clearly, and to learn from their observations.

Estas herramientas son muy ingeniosas . . . pero es su diseño cuidadoso lo que ha posibilitado importantes cambios pedagógicos. . .

These tools are very nifty . . . but it is their careful design that has enabled significant changes in pedagogy. . .

Aprendizaje Pasivo vs. Aprendizaje Activo

Passive vs. Active Learning Environments

Pasivo (Tradicional)	Activo
Passive (Traditional)	Active
Docente y libro son las autoridades y fuentes del conocimiento Instructor (and textbook) are the authoritiessources of all	Los estudiantes construyen su conocimiento realizando actividades. La observación del mundo real es la autoridad y fuente de conocimiento Students construct their knowledge
knowledge.	from real hands-on observations. The physical world is the authority.

Las creencias estudiantiles no son explícitamente desafiadas

Students' beliefs are never overtly challenged.

Utiliza un ciclo de aprendizaje que desafía a los estudiantes a comparar sus predicciones (basadas en sus creencias) con el resultado de experimentos

Uses a learning cycle challenging students to compare predictions to observations of real experiments.

Los estudiantes no se dan cuenta de las diferencias entre sus creencias y lo que dice en clase el profesor

Students may not recognize differences between their beliefs and what they are told in class.

Estudiantes cambian sus creencias cuando ven las diferencias entre ellas y sus propias observaciones

Changes beliefs when students are confronted by differences with their observations.

El profesor es la autoridad. Instructor's role is as authority.	El profesor es un guía del proceso de aprendizaje. Instructor's role is as guide in the learning process.
Desalienta la colaboración entre alumnos. Collaboration with peers often discouraged.	Estimula la colaboración entre estudiantes. Collaboration and shared learning with peers is encouraged.
En las clases se presentan "hechos" de la física, con poca referencia a experimentos. Experimental results are often presented as facts in lecture.	Se observan en forma comprensible los resultados de experimentos reales Results from real experiments are observed in understandable ways—often in real time with the support of microcomputer-based tools.

El laboratorio se usa para confirmar lo "aprendido".

Laboratory work, if any, is used to confirm theories "learned" in lecture.

El laboratorio se usa para aprender conceptos.

Laboratory work is used to learn basic concepts.

¿Puede crearse un ambiente de aprendizaje activo en clases teóricas numerosas (o pequeñas)?

Can an active learning environment be created in a large (or small) lecture?

Si, mediante Demostraciones interactivas en clase (DIC)

Yes, through the use of Interactive Lecture Demonstrations (ILDs)

Ejemplos de DIC en Mecánica

Example of ILDs in Mechanics

- Haré una demostración y les pediré que hagan predicciones en la Hoja de predicciones
- Luego les pediré que discutan sus predicciones con sus vecinos más cercanos. Vean si pueden alcanzar consenso sobre la predicción correcta.
- Finalmente haré la demostración, pero mostrando los resultados y les pediré que discutan lo que observan con todo el grupo.

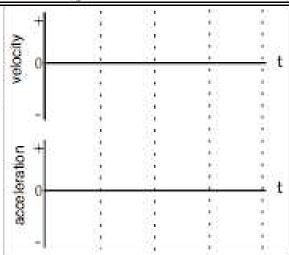
- I will show you a demonstration and ask you to make predictions on a Prediction Sheet.
- Then I will ask you to discuss your predictions with your nearest neighbor(s). See if your small group can reach a consensus on the correct prediction.
- Finally, I will do the demonstration with the results displayed. I will ask you to discuss what you observe with the whole group.

Note: This is a sample of interactive demonstrations. They do not represent a coherent sequence. See the tested sequences of demonstrations in the book, Interactive Lecture Demonstrations, available from Wiley.

Directions: This sheet will be collected as a record of your attendance and participation. Print your name at the top. You may write anything you like on the attached *Results* sheet and take it with you.

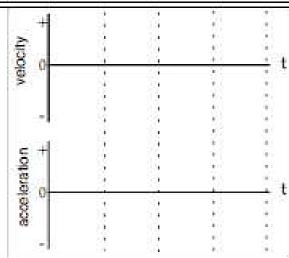
Demonstration 1: Sample Kinematics Demo

A cart is subjected to a constant force in the direction towards the motion detector. Sketch on the axes on the right your predictions of the velocity and acceleration of the cart after it is given a short push away from the motion detector (and is released). Sketch velocity and acceleration as the cart slows down moving away from the detector, comes momentarily to rest and then speeds up moving towards the detector.



Demonstration 2: Inventing Gravitational Force Demo

The origin of the coordinate system is on the floor, and the positive direction is upward. The ball is thrown, moves upward, slowing down, reaches its highest point and falls back downward speeding up as it falls. Sketch on the axes on the right your predictions for the velocity-time and acceleration-time graphs of the ball from the moment just after it is released until the moment just before it is hits the floor.

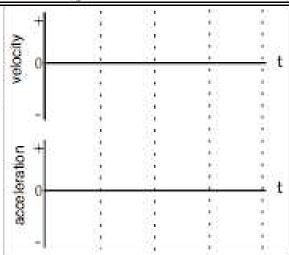


Note: This is a sample of interactive demonstrations. They do not represent a coherent sequence. See the tested sequences of demonstrations in the book, Interactive Lecture Demonstrations, available from Wiley.

Directions: This sheet will be collected as a record of your attendance and participation. Print your name at the top. You may write anything you like on the attached *Results* sheet and take it with you.

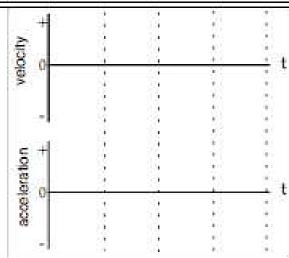
Demonstration 1: Sample Kinematics Demo

A cart is subjected to a constant force in the direction towards the motion detector. Sketch on the axes on the right your predictions of the velocity and acceleration of the cart after it is given a short push away from the motion detector (and is released). Sketch velocity and acceleration as the cart slows down moving away from the detector, comes momentarily to rest and then speeds up moving towards the detector.



Demonstration 2: Inventing Gravitational Force Demo

The origin of the coordinate system is on the floor, and the positive direction is upward. The ball is thrown, moves upward, slowing down, reaches its highest point and falls back downward speeding up as it falls. Sketch on the axes on the right your predictions for the velocity-time and acceleration-time graphs of the ball from the moment just after it is released until the moment just before it is hits the floor.



Note: This is a sample of interactive demonstrations. They do not represent a coherent sequence. See the tested sequences of demonstrations in the book, Interactive Lecture Demonstrations, available from Wiley.

Directions: This sheet will be collected as a record of your attendance and participation. Print your name at the top. You may write anything you like on the attached *Results* sheet and take it with you.

Ejemplo de Hoja de Predicciones en Una DIC

Nota: Este es un ejemplo de una demostración interactiva. No representa una secuencia coherente. Ver las secuencias de demostración en el libro, Interactive Lecture Demonstrations, editado por Wiley.

Instrucciones: Esta hoja será recogida para registrar su asistencia y participación. Escriba su nombre en la parte superior. Puede escribir lo que quiera en la hoja adjunta de *Resultados* y conservarla.

Ron Thornton at Tufts University

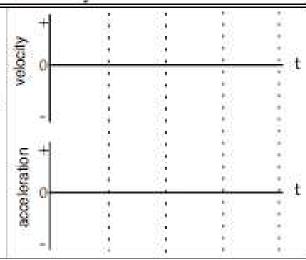


Note: This is a sample of interactive demonstrations. They do not represent a coherent sequence. See the tested sequences of demonstrations in the book, Interactive Lecture Demonstrations, available from Wiley.

Directions: This sheet will be collected as a record of your attendance and participation. Print your name at the top. You may write anything you like on the attached *Results* sheet and take it with you.

Demonstration 1: Sample Kinematics Demo

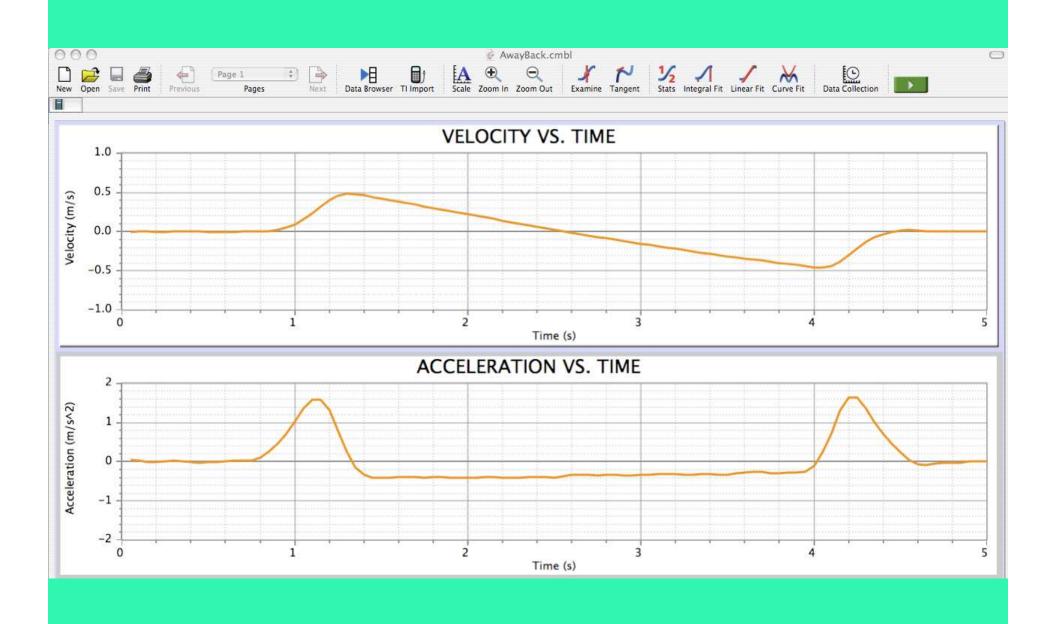
A cart is subjected to a constant force in the direction towards the motion detector. Sketch on the axes on the right your predictions of the velocity and acceleration of the cart after it is given a short push away from the motion detector (and is released). Sketch velocity and acceleration as the cart slows down moving away from the detector, comes *momentarily* to rest and then speeds up moving towards the detector.



Demostración 1: Ejemplo de demostración en cinemática.

Un carro está sujeto a una fuerza constante dirigida hacia el detector de movimiento. Haga un esquema de sus predicciones para la velocidad y la aceleración del carro después de darle un corto empujón para ponerlo en movimiento alejándose del detector. Grafique en los ejes de la derecha la velocidad y la aceleración a medida que el carro reduce su velocidad al alejarse del detector, se detiene *momentáneamente y luego acelera moviéndose hacia el detector.*



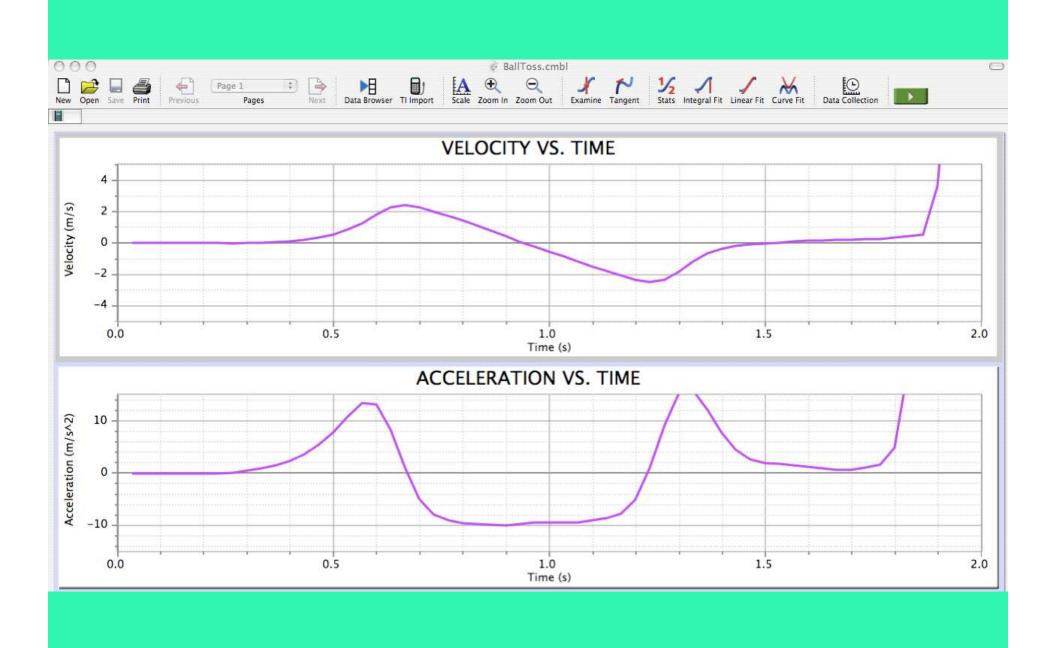


Demostración 2: Demostración en fuerza gravitacional.

El origen del sistema de coordenadas está en el piso, y la dirección positiva es hacia arriba. La bola es lanzada, se mueve hacia arriba disminuyendo su velocidad, alcanza el punto mas alto de su movimiento y cae de regreso al piso acelerando a medida que baja. En los ejes de la derecha haga un esquema de sus predicciones para las gráficas velocidad-tiempo y aceleración —tiempo para el movimiento de la bola desde un instante después del lanzamiento hasta un instante antes de chocar con el piso.

Demonstration 2: Inventing Gravitational Force Demo The origin of the coordinate system is on the floor, and the positive direction is upward. The ball is thrown, moves upward, slowing down, reaches its highest point and falls back downward speeding up as it falls. Sketch on the axes on the right your predictions for the velocity-time and acceleration-time graphs of the ball from the moment just after it is released until the moment just before it is hits the floor.





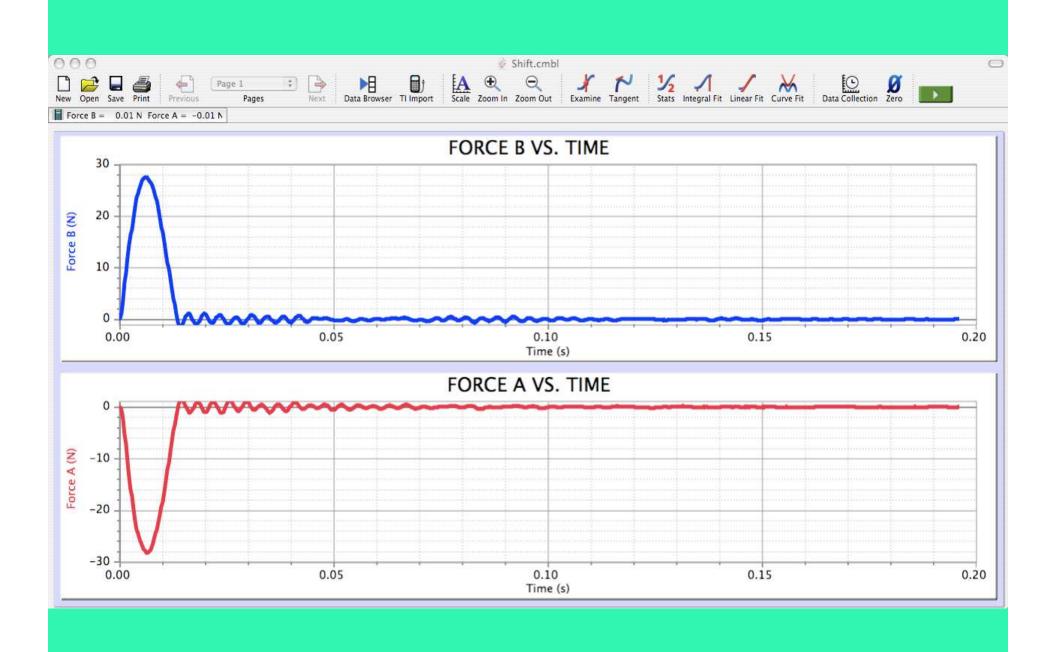
Demonstration 3: Sample Force in Collisions Demonstration

Two carts collide with each other. Before the collision, Cart 1 is moving towards Cart 2, which is at rest. Cart 1 has three times the mass of Cart 2. Describe in the space below your prediction for the force exerted by Cart 1 on Cart 2 compared to the force exerted by Cart 2 on Cart 1. (You may state your prediction in words or graphically.)

Demostración 3: Demostración de fuerzas en colisiones

Dos carros chocan. Antes de la colisión, el carro 1 se mueve
hacia el carro 2 que esta en reposo. El carro 1 tiene el triple de
la masa del carro 2. Describa a continuación su predicción
acerca de la fuerza ejercida por el carro 1 sobre el carro en 2
en comparación con la fuerza ejercida por el carro 2 sobre el
carro 1. (Puede hacer su predicción en palabras o
gráficamente).





Demostraciones interactivas en clase (DICs) Interactive Lecture Demonstrations (ILDs)

- 1. El docente describe el experimento, y lo realiza sin mostrar los resultados del experimento.
- 2. Los estudiantes deben registrar su predicción individual en la Hoja de Predicciones, la cual será recogida al final de la clase, y donde el estudiante debe poner su nombre. (Se debe asegurar a los estudiantes que estas predicciones no tendrán nota, aunque una parte de la nota final del curso puede ser asignada por la asistencia a las *DIC.*)
- 3. Los estudiantes discuten sus predicciones en un pequeño grupo de discusión con 2 o 3 de sus compañeros más cercanos.
- 4. El docente obtiene las predicciones más comunes de toda la clase.
- 5. Los estudiantes registran la predicción final en la Hoja de Predicciones.

- Describe the demonstration and do it for the class without results displayed.
- 2. Ask students to record individual predictions on the Prediction Sheet.

- 3. Have the class engage in small group discussions.
- 4. Elicit common student predictions from the whole class.
- 5. Ask each student to record final prediction on the Prediction Sheet (which will be collected).

- 6. El docente realiza la demostración mostrando claramente los resultados.
- 7. Se pide a algunos estudiantes que describan los resultados y los discutan en el contexto de la demostración. Los estudiantes registran estos resultados en la Hoja de Resultados, la cual se llevan para estudiar.
- 8. Los estudiantes (o el docente) discuten situaciones físicas análogas con diferentes características superficiales (o sea, diferentes situaciones físicas, pero que responden al mismo concepto físico.)

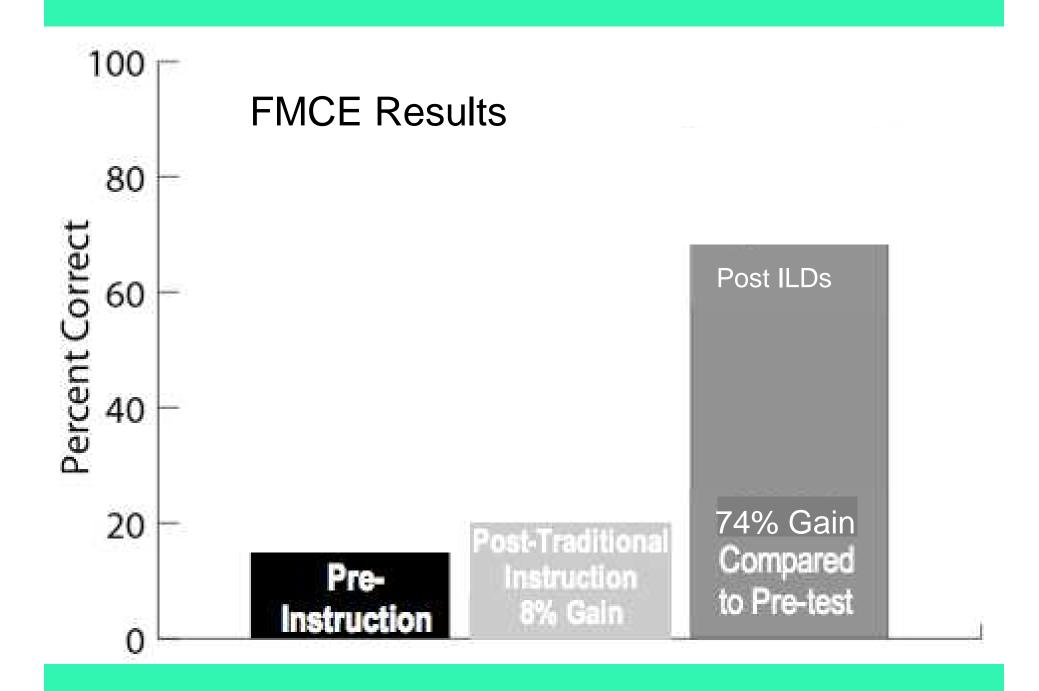
Se sigue este procedimiento para cada una de las demostraciones de la secuencia de DIC.

- 6. Carry out the demonstration and display the results.
- Ask a few students to describe the results and discuss them in the context of the demonstration. Students may fill out the Results Sheet.
- 8. If appropriate, discuss analogous physical situations with different "surface" features.

This procedure is followed for each of the short lecture demonstrations in each *ILD* sequence.

¿Se aprenden conceptos con las DICs?

Do students learn concepts from *ILDs*?



Cómo elegir experimentos para DIC Choosing *ILD* Experiments

- Experimentos simples, de un sólo concepto, que se afirmen en el anterior
- Los estudiantes deben confiar en el equipo y en los resultados
- La mayoría de las demostraciones más conocidas son muy complejas. Deberían fraccionarse para poder ser utilizadas como DIC.

- Simple, single concept experiments that build on each other.
- Students must trust the apparatus and the results.
- Many of our most treasured lecture demonstrations are too complex for much learning to result. They could be broken down into smaller pieces, and presented as *ILDs*.

Algunas características de la estrategia que la nace efectiva

Characteristics of the Curricula that Make Them Effective

- El hacer predicciones requiere de los estudiantes el considerar creencias adquiridas antes de realizar observaciones del mundo físico. Los laboratorios RTP y las DIC construyen el conocimiento a partir del conocimiento inicial de los estudiantes
- En las DIC el proceso de predecir, discutir en pequeños grupos y escribir las ideas atrae la atención de los estudiantes, que quieren ver luego el resultado de la demostración
- El desequilibrio entre la predicción y el resultado experimental produce oportunidades efectivas de aprendizaje.
- El conocimiento se construye a partir de las observaciones del mundo físico, contribuyendo a la confianza del estudiante en su habilidad científica.

- Making predictions requires students to consider their beliefs before making observations of the physical world. The RTP labs and ILDs build upon the knowledge that students bring into the course.
- With ILDs, the process of prediction, defending the prediction in a small group, and writing down the prediction engages students. They want to know the result of the demonstration.
- The disequilibrium set up by the difference between prediction and observation inspires effective learning opportunities.
- Student knowledge is constructed from observations of the physical world, thus building students' confidence as scientists.

Interactive Lecture Demonstrations Active Learning in Introductory Physics



THE PHYSICS SUITE

DAVID R. SOKOLOFF RONALD K. THORNTON

