

---

---

## IMPACTO ACTITUDINAL DEL USO DE VIDEOS PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN EL LABORATORIO DE FÍSICA

Sergio Flores-García, Mónica Quezada-Espinoza, Manuel Antonio Ramos-Murillo, Boris Mederos Madrazo, Sergio Terrazas- Porras, Valente Barron-López.

Departamento de Física y Matemáticas, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### Resumen

Los videos en el laboratorio de física en los cursos de introductorios de ingeniería puede ser una alternativa educativa que ayude a los alumnos a comprender significativamente los conceptos fundamentales de física. Esta propuesta de investigación se fundamenta en la evaluación, análisis y categorización del impacto actitudinal generado por estos videos. Este artículo muestra las propiedades técnicas de un video conceptual de laboratorio de mecánica clásica, y las implicaciones preferenciales de los alumnos a través del uso del video en el proceso de aprendizaje.

**Palabras clave:** educación, videos, física

### Introducción

Aunque el laboratorio de física del Instituto de Ingeniería y Tecnología cuenta con las prácticas necesarias para que los alumnos tengan un mejor entendimiento de los conceptos básicos de física I y II, muchos de ellos no alcanzan a comprender significativamente estos conceptos. No solo el bajo nivel de visualización puede ser una de las causas de este efecto en el mal desempeño cognitivo de los alumnos, sino también el diseño de los procedimientos por los cuales se les da seguimiento a las etapas de las prácticas que se deben realizar (Goldstone y Sakamoto, 2003). Algunos problemas de entendimiento relacionados con prácticas de laboratorio se han encontrado en investigaciones conducidas en

la Universidad Estatal de Nuevo Mexico (Kanim, 1998). Es por esto que es de vital importancia el diseño e implementación de videos de prácticas en el laboratorio, que complementen el entendimiento significativo de los conceptos de Física por parte de los alumnos. Esto con el fin de concebir una sociedad desarrollada sin una alfabetización científica y tecnológica (Cajas, 2004).

Por lo general, los métodos convencionales de enseñanza no proporcionan al estudiante materiales, herramientas adecuadas, tiempo suficiente y actividades apropiadamente elaboradas que lo conduzcan a inventar, construir y refinar su conocimiento matemático (Flores, 2006). Las situaciones escolares establecidas en muchos de los sistemas educativos universitarios carecen de problemas y

experiencias donde el estudiante pueda inducir relaciones y conceptos (Saucedo, 2005). Por eso, es de gran ayuda el apoyo tecnológico a la etapa de visualización del proceso de aprendizaje de las etapas cognitivas y de habilidades de los alumnos en el proceso de entendimiento de los conceptos fundamentales de física en el laboratorio. En este trabajo de investigación se busca que el alumno utilice sus herramientas de visualización y que logre un mejor entendimiento de los conceptos básicos de la física, tales como: operaciones con vectores, sistemas de fuerza y algunos temas relacionados con la segunda ley de Newton.

### Justificación del problema de investigación

Los resultados de diversas investigaciones relacionadas con el aprendizaje de la física y las matemáticas indican que el aprendizaje significativo de los núcleos conceptuales de estas áreas no se logra a través de una enseñanza de carácter tradicionalista (Flores *et al*, 2004). El diseño actual de las prácticas de laboratorio demanda una nueva oportunidad cognitiva para el estudiante. Esta nueva manera de aprendizaje se basa en la representación real del objeto de conocimiento físico (Luna, 2007) Es este sentido, la teoría de visualización señala que por medio de esta manera de representar el conocimiento científico se puede crear un modelo mental de eventos o situaciones.

Basados en una convocatoria de Fondos Mixtos de CONACYT del año 2008, se condujo una investigación donde encontramos que a pesar de que el alumno visualice las propiedades de ciertas cantidades vectoriales, este sigue teniendo problemas de entendimiento. Sin embargo, parece ser que resultó eficiente la aplicación de simulaciones computacionales en la enseñanza para algunos conceptos en

distintos contextos, y además existe un número importante de problemas de razonamiento a pesar de la propuesta de cambio en la instrucción (Ordóñez *et al*, 2008). La figura 1 y 2 muestran un ejemplo de una pregunta conceptual de operaciones entre vectores, donde se puede apreciar que cerca del 20% de los alumnos contestaron correctamente.

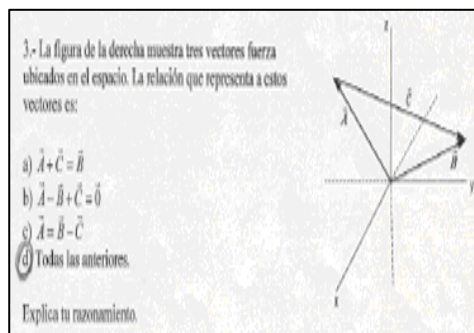


Figura 1. Problema 3 (Pre-examen)

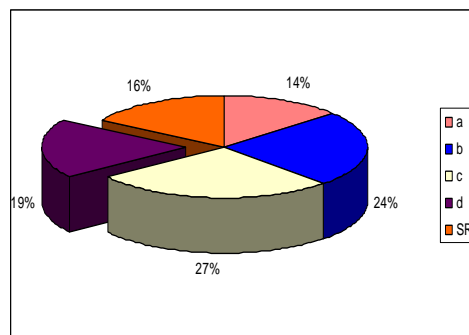


Figura 2. Análisis de respuestas de la imagen 1.

### Marco teórico

El contexto físico implica diferencias en las nociones o ideas previas que los alumnos utilizan para explicar ciertos fenómenos (Flores-Gallegos, 1999). En este sentido, una representación es un retrato o simulación de alguna idea, concepto u objeto (Rapp y Kurby, 2008). Diariamente nosotros construimos y comprendemos

representaciones sin ni siquiera notarlo. Existen dos tipos de representaciones, la interna y la externa. Una representación externa la podemos encontrar en el medio ambiente, y puede ser una bandera, un conjunto de figuras y colores o las palabras por si mismas son una representación externa, ya sean escritas o habladas. Estos estímulos acústicos y visuales son representaciones de ideas, conceptos, y objetos.

Las representaciones internas no las encontramos en el medio ambiente, éstas se encuentran en la mente del observador o aprendiz. Nuestros recuerdos de una niñez feliz, el conteo de las ventanas de nuestra casa o la expectativa que tenemos a la hora de visitar un restaurante, son parte de las representaciones internas. Existen tres niveles de representación muy importantes que son la base para enseñar ciencia y deben ser comprendidos por el estudiante. Estos niveles son los siguientes:

*Nivel macroscópico.* Es lo que podemos observar a simple vista en una práctica de laboratorio, en el salón de clases, nuestra casa, etc., un ejemplo puede ser una solución de una sustancia química pura.

*Nivel sub-microscópico.* Son las representaciones que constituyen el nivel microscópico, dando lugar a sus propiedades. Así, las moléculas y los iones son utilizados para explicar las propiedades de una solución pura.

*Nivel simbólico.* Consiste de las características cualitativas o parámetros usados para representar cada parte del nivel sub-microscópico. Por ejemplo: las ecuaciones químicas y matemáticas asociadas con el concepto de “mol” son usadas para representar una solución química pura.

## Propuesta metodológica

Esta propuesta de investigación se fundamenta en la evaluación, análisis y categorización del impacto cognitivo y actitudinal de los alumnos a través del uso de videos en el laboratorio de física. Esta metodología consta de tres fases:

### I.- Diseño, descripción e implicaciones técnicas del video

Para la realización del video se tuvo que escribir un guión literario y un guión técnico. Se utilizó una cámara de video digital, con la cual se hicieron las tomas de toda la práctica.

La descripción del video es la siguiente:

Parte 1.- *Introducción.* Se muestra un pequeño resumen del concepto de la Segunda Ley de Newton.

Parte 2.- *Objetivos.* La relación directa entre el sujeto y el objeto de conocimiento comienza con esta parte de la práctica. En esta parte del video se muestran los objetivos principales, los cuales son:

a) Identificar las fuerzas actuando en un objeto localizado sobre una mesa de fuerzas.

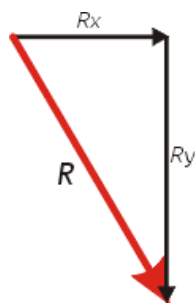
b) Dibujar un diagrama de cuerpo libre que incluye las fuerzas externas que actúan sobre el objeto.

Un diagrama de cuerpo libre (DCL) es una representación gráfica que el alumno diseña según su entendimiento del problema y éste, el diagrama, ayuda a resolver de una manera más correcta el problema planteado. Los alumnos que dibujan un DCL correcto están más próximos a resolver el problema más eficientemente que los alumnos que no dibujan un buen DCL (Rosengrant *et al*, 2009).

c) Dibujar un vector suma basado en la técnica gráfica llamada *Triángulo de Fuerzas*.

d) Utilizar métodos gráficos y analíticos para calcular las magnitudes y

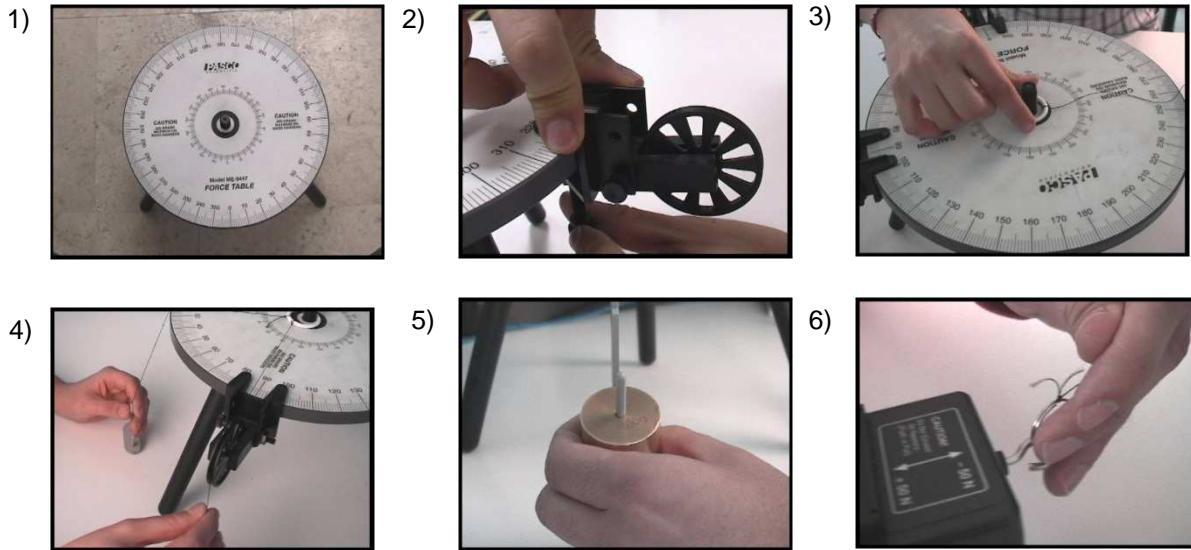
direcciones de fuerzas desconocidas en equilibrio. La figura 3 muestra una imagen representativa de los objetivos principales de aprendizaje a través del video.



**Figura 3.** Objetivos ilustrados del video.

Parte 3.- *Mesa de fuerzas*. El desarrollo de habilidades manuales y la manipulación del material son parte importante en el desarrollo del práctica, en esta sección se explica de una manera muy

detallada el procedimiento para armar la mesa de fuerzas. La figura 4 muestra un ejemplo de lo que se puede observar en el video en relación a las instrucciones del armado de la mesa de fuerzas.



**Figura 4.** Procedimiento para armar la mesa de fuerzas.

Parte 4.- *Software.* El uso de simuladores computacionales y del Software que permite al alumno manipular personalmente las variantes de un problema, causa en él un ruido cognitivo que nos indica un pequeño avance en el desarrollo de competencias y educación integral: Cognitivo, habilidades manuales y actitud científica y tecnológica.

Parte 5.- *Suma de vectores a escala.* Método gráfico. Uno de los objetivos de la práctica es aprender a usar la técnica del triángulo de fuerzas para sumar vectores, con esta parte de la práctica se pretende que el alumno tenga un buen desarrollo de los procesos de interpretación de las distintas representaciones del objeto de conocimiento

y que asigne significados a los procesos abstractos.

Parte 6.- *Suma de vectores a escala.* Método analítico. En esta parte del video se muestra el desarrollo paso a paso el procedimiento para llenar la tabla de resultados, los cuales se obtuvieron con el uso del método gráfico antes presentado.

Parte 7.- *Suma de vectores rectangulares.* En esta última parte del video se muestra el procedimiento para sumar vectores rectangulares, de esta manera el alumno podrá observar el comportamiento de la suma de vectores con el cambio de ángulos.

## Contexto de investigación

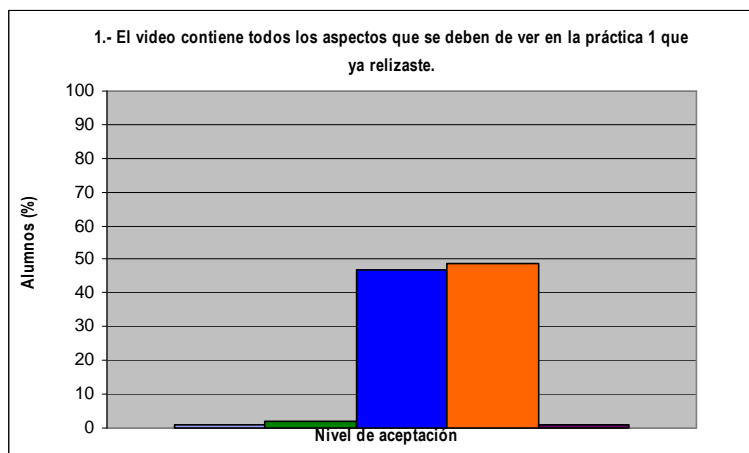
Uno de los principios que tiene que orientar toda investigación científica es situar el trabajo en el contexto específico en el que se desarrolla. Esta investigación se sitúa en el Instituto de Ingeniería y Tecnología y esta particularmente dirigida a alumnos de los primeros semestres. Estos alumnos pertenecen a la mayoría de las carreras que ofrece la Universidad, tales como: Ingeniería Física, Ingeniería Civil, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Manufactura, Ingeniería Industrial entre otras. Los maestros que imparten esta materia, Física I, son en su mayoría Ingenieros Físicos, como también hay Ingenieros Químicos, Civiles y de otras ingenierías.

## Implementación del video

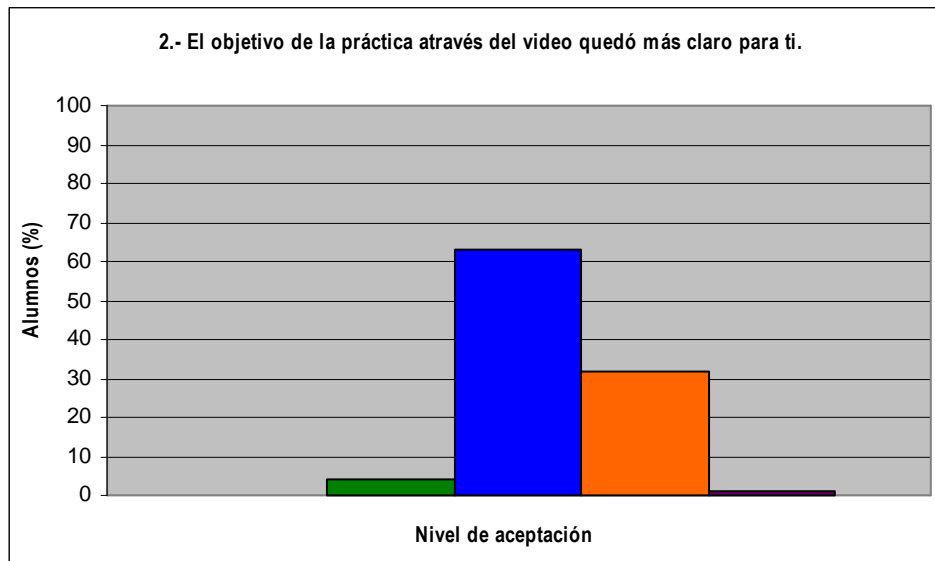
El video se utilizó simultáneamente con el desarrollo de una práctica de laboratorio. En esta sesión los alumnos experimentaron el proceso de aprendizaje del concepto de suma de fuerzas. Para conocer el efecto actitudinal y los niveles de aceptación de los alumnos acerca del uso del video, se aplicó una encuesta a 5 grupos con un total de cien alumnos y que llevaron a cabo el desarrollo la práctica simultáneamente con el video. El alumno

expresó su opinión de acuerdo a cuatro niveles de aceptación, los cuales son: 1 (completamente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (de acuerdo) y 4 (completamente de acuerdo). El anexo muestra esta encuesta la cual consta de 15 preguntas las cuales exploran detalles de orden musical, contenidos excluidos, etc. También se requiere la opinión de los alumnos acerca de las advertencias que se hacen durante el desarrollo de la práctica, así como el tiempo y la posibilidad de desarrollar esta propuesta didáctica para todas las prácticas restantes.

Después de recolectar los datos se desarrolló un análisis estadístico con los resultados numéricos de la opinión individual de los alumnos; se analizaron y seleccionaron las opiniones de más relevancia en relación a la actitud mostrada por los alumnos durante la práctica, así como su impacto en el gusto y preferencia de este tipo de desarrollo instruccional. Las figuras 5, 6 7 y 8 muestran gráficas correspondientes del nivel de aceptación de los alumnos después del uso del video en el laboratorio. Es estas gráficas se observa claramente que el video les gustó a los alumnos y muchos de ellos coinciden en la necesidad de la implementación de este recurso didáctico en las prácticas restantes.



**Figura 5.** Alumnos que estuvieron de acuerdo a la afirmación 1 de la encuesta.



**Figura 6.** Alumnos que estuvieron de acuerdo en que el objetivo



**Figura 7.** Pregunta para explorar la percepción de los alumnos acerca de las ventajas cognitivas del video.



**Figura 8.** Alumnos que están completamente de acuerdo que tener videos de todas las prácticas de laboratorio es una buena opción.

## 7. Conclusiones

En esta primera parte del proyecto se exploró el gusto y/o preferencia de los alumnos en relación al video.

Seguimos creyendo que se puede lograr un desarrollo cognitivo a través de la visualización por medio de los videos.

Posiblemente el entendimiento conceptual no se logre completamente, pero vamos a tener información importante acerca de los cambios en el proceso de entendimiento conceptual. Esto se logrará recopilando información acerca de los cambios de razonamiento de los alumnos y la posible generación de ruido cognitivo.

En un futuro artículo se presentarán los resultados de los efectos del posible entendimiento conceptual de los alumnos. Para la exploración del desarrollo cognitivo se administrarán dos exámenes, uno bajo el formato de pre-examen y el otro de post-examen. Esto con el fin de medir el cambio de entendimiento significativo del concepto de fuerza y operaciones vectoriales del inicio al final de la práctica. Debido a que nuestro principal interés es el entendimiento significativo de los conceptos de física en los alumnos, las preguntas que planteamos son de tipo cualitativo y no cuantitativo. Las respuestas a dichas preguntas serán analizadas y categorizadas en base a



su respuesta y al razonamiento de la respuesta dada. En el análisis de estas respuestas, buscaremos patrones de respuesta de los alumnos ya sean correctas o incorrectas. Estos patrones pueden ser de ideas incorrectas, tendencia común de enfocar detalles irrelevantes en los alumnos, patrones de razonamiento o patrones de procedimiento. Finalmente, la intención institucional es diseñar e implementar videos para todas las prácticas de todos los cursos de física del Instituto de Ingeniería y Tecnología. Además se tratará de impactarán el macro y el micro curriculum a través del uso de estos videos en el laboratorio.

## Referencias

Cajas F. 2001. *Alfabetización científica y tecnológica. La transposición didáctica del conocimiento científico*. 19 (2): 243-254.

Flores S. 2006. *Students use of vectors in mechanics*. Tesis para el grado de Doctorado en Física, Universidad Estatal de Nuevo México.

Flores S. Kanim S. y Kautz H. 2004. *Students use of vectors in introductory mechanics*. Am. J. Phys. 72 (4): 460-460.

Goldstone R. y Sakamoto Y. 2003. *The transfer of abstract principles governing complex adaptive systems*. Cognitive Psychology. 46: 414-466.

Kanim S. 1999. *An investigation of difficulties in qualitative and quantitative problem solving. Examples: From electric circuits and electrostatics*. PhD Dissertation, Department of Physics, University of Washington.

Luna J. 2009. *Un estudio de la variación física y la rapidez de cambio*. Cultura Científica y Tecnológica. 6 (30): 50-57.

Ordóñez EG. Quezada M. Trejo HA. Flores S. Alfaro LL. y Saucedo RA. 2008. *Estudio de la eficiencia del uso de simulaciones computacionales en la enseñanza de la física en el estado de Chihuahua*. LI Congreso Nacional de Física, Zacatecas, Zac.

Rapp DN. y Kurby ChA. 2008. *The 'ins' and 'outs' of Learning: Internal Representations and External Visualizations*. en Gilbert J. K. et al. (eds.). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. © Springer. 29-52.

Rosengrant D. Van Heuvelen A. y Etkina E. 2009. *Do students use and understand free-body diagrams?* Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 5 (010108).

Saucedo R. 2005. *Una propuesta didáctica para la enseñanza de los problemas de optimización del cálculo diferencial con VOYAGE 200™*. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias con especialidad en Matemática Educativa. Departamento de Física y Matemáticas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.