

# APRENDIZAJE ACTIVO DE LA FÍSICA Y EL 50 ANIVERSARIO DE LA COMISIÓN ICPE: FUTUROS PROYECTOS

**Dr. César Eduardo Mora Ley**

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional (México).

[cmoral@ipn.mx](mailto:cmoral@ipn.mx), [ceml36@gmail.com](mailto:ceml36@gmail.com)

---

# Resumen

---

En este trabajo presentamos una revisión sobre los fundamentos y estrategias de Aprendizaje Activo de la Física. Discutimos sus ventajas y desventajas, así como algunos de los logros alcanzados en otras instituciones y su importancia para innovar la clase de Física. Asimismo, mencionamos las recomendaciones de la Comisión ICPE en su 50 aniversario sobre la enseñanza de la Física.

# MEJORAMIENTO DEL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

---

Es necesario:

- 1) Centrar el proceso educativo en el alumno.
- 2) Aprovechar los resultados de la investigación educativa sobre cómo se aprende en los entornos escolares.

---

En el caso de la Física disponemos en la actualidad de una gran cantidad de resultados sobre :

1) Dificultades conceptuales de los alumnos al aprender conceptos y fenómenos físicos.

2) Diferentes enfoques didácticos.

(MacDermott y Redish, 1999; Thacker, 2003)

# ¿QUÉ SE ENTIENDE POR APRENDIZAJE ACTIVO?

---

El término Aprendizaje Activo depende del contexto y de quién lo esté utilizando.

En muchas ocasiones se utiliza indistintamente cuando se habla de:

- 1) Aprendizaje colaborativo,
- 2) Aprendizaje cooperativo.

Puede abarcar una variedad de actividades, desde que los estudiantes discutan un problema o un concepto con algún otro durante la clase a lo largo del semestre.

---

Aprendizaje activo significa, básicamente, que los estudiantes están involucrados en algún tipo de actividad guiada en la clase, a fin de que estén haciendo algo en el aula, además de sentarse y escuchar al instructor dar una conferencia o viendo los problemas de trabajo en la pizarra.

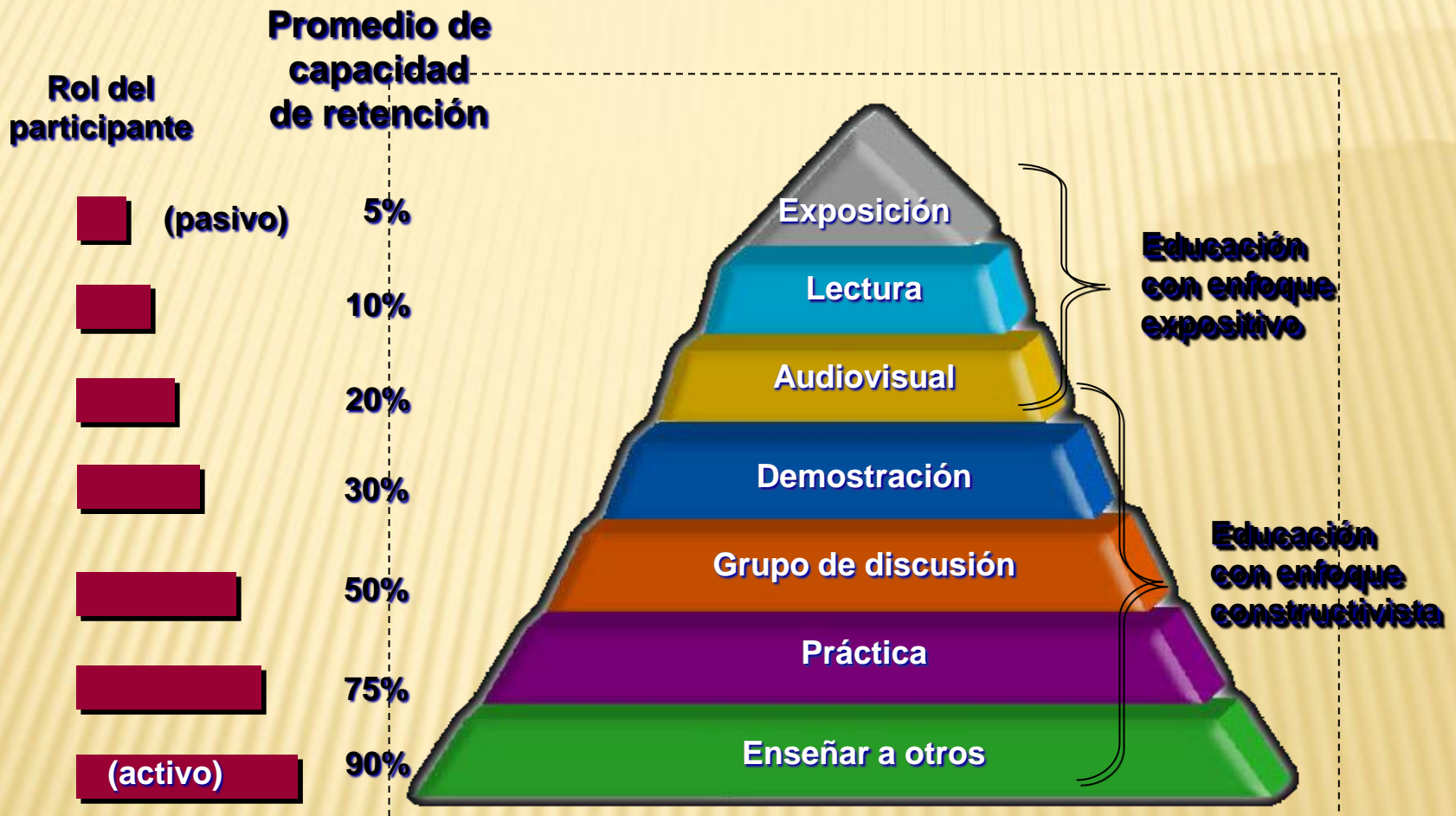
Esta definición tiene dos consecuencias:

---

1) En el aula, los alumnos no son receptores pasivos de conocimiento, sino que son aprendices activos,

2) Los profesores no son vistos como fuentes de información, sino más bien como mentores o entrenadores.

(BRESLOW, 1999)



En los años 60, en el *National Training Laboratories (NTL)* en Maine (USA).



**Richard Hake (Indiana University) utiliza el término: “Participación interactiva”**

---

“Los métodos de participación interactiva son diseñados en parte para promover la comprensión conceptual a través de la participación interactiva de los estudiantes en actividades mentales (siempre) y de manos a la obra (en general) que producen información inmediata a través de la discusión con sus compañeros y / o instructores”.

(Hake, 1999; 2007)

**Dr. David Sokoloff**



**Oregon University**

## MIEMBRO DEL EQUIPO ALOP-UNESCO

“Una de las mejores alternativas ante la enseñanza tradicional son las técnicas de Aprendizaje Activo de la Física, esta postura es avalada por la investigación educativa de los últimos veinte años”. (SOKOLOFF, 2006)

## Dr. Ronald K. Thornton



Tufts University

“Consideramos el Aprendizaje Activo de la Física como el conjunto de estrategias y metodologías para la enseñanza y el aprendizaje de la Física, en donde los alumnos son guiados a construir su conocimiento de los conceptos físicos mediante observaciones directas del mundo físico”.

(THORNTON y SOKOLOFF, 1998)

# CICLO PODS



**R. Gunstone**

**Secuencia**

**POE**

**(Predecir,  
Observar,  
Explicar**

En este proceso se utiliza un ciclo de aprendizaje que incluye predicciones, discusiones en pequeños grupos, observaciones y comparaciones de resultados observados con las predicciones.

Todo esto puede realizarse con base a lo observado en las gráficas obtenidas en tiempo real, o en el análisis de simulaciones por computadora o en la solución de problemas interactivos, entre otras opciones.

# Alexander Mazzolini



**Miembro del Equipo  
ALOP UNESCO**

**Presidente de ASPEN**

**Principales diferencias entre Aprendizaje Activo y el Activo  
(MAZZOLINI, 2002)**

Ambiente de aprendizaje pasivo	Ambiente de aprendizaje activo
El instructor y el libro de texto son las autoridades y fuente de todo conocimiento.	Los alumnos construyen su conocimiento al poner manos a la obra y al hacer observaciones. Las observaciones reales del mundo real son la autoridad.

## Ambiente de aprendizaje pasivo

Las creencias de los alumnos rara vez son contrastadas.

Puede ser que los alumnos nunca perciban el conflicto entre sus creencias y lo que se les enseña en clase.

El rol del profesor es de autoridad.

La colaboración entre compañeros no es fomentada.

## Ambiente de aprendizaje activo

Se utiliza el ciclo de aprendizaje en el que los alumnos son desafiados a comparar sus predicciones (basadas en sus creencias) con las observaciones de experimentos reales.

Las creencias de los alumnos cambian cuando los alumnos son confrontados ante las diferencias entre sus observaciones y sus creencias.

El papel del instructor es de guía en el proceso de aprendizaje.

Se fomenta la colaboración entre compañeros.

### Ambiente de aprendizaje pasivo

Las clases de Física a menudo presentan los “hechos” de la Física con poca referencia a la experimentación.

El trabajo de laboratorio, si lo hay, se usa para confirmar teorías “aprendidas” en clase.

### Ambiente de aprendizaje activo

Los resultados de experimentos reales son observados en formas comprensibles.

El trabajo de laboratorio se utiliza para aprender conceptos básicos.

# LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS QUE FUNDAMENTAN EL APRENDIZAJE ACTIVO

---

- 1) Las herramientas tecnológicas permiten a los alumnos dirigir su práctica sin consumir la mayor parte del tiempo en recolectar datos para su demostración.
- 2) Los datos son graficados en tiempo real y permiten a los alumnos una inmediata retroalimentación y poder ver los datos en forma comprensible.



3) Debido al hecho de que los datos son rápidamente obtenidos y analizados, los alumnos pueden examinar fácilmente las consecuencias de un gran número de cambios en las condiciones experimentales durante una sesión de laboratorio.

4) Las herramientas de hardware y software son generales, es decir, independientes de los experimentos, por lo cual los alumnos son capaces de enfocarse en la investigación de muchos fenómenos físicos sin perder tiempo usando instrumentos más complicados.

---

5) Las herramientas tecnológicas no determinan ni el fenómeno a investigar, los pasos de la investigación, ni el nivel o sofisticación del objetivo de aprendizaje por lo que son útiles desde el nivel elemental hasta el universitario.

(THORNTON y SOKOLOFF, 1990)

# DIFERENTES ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE ACTIVO

---

Thornton y Sokoloff (1997) desarrollaron una técnica de trabajo activo mediante demostraciones interactivas en el aula. Esta estrategia fue desarrollada a partir del uso de pantallas de datos generadas en tiempo real mediante herramientas de laboratorio asistido por computadora, esto es, datos provenientes de las medidas realizadas desde la misma computadora mediante el equipo electrónico adecuado, un interfaz y el software necesario.

# METODOLOGÍA

---

- 1) El maestro describe la demostración y la realiza sin hacer las mediciones,
- 2) se pide a los alumnos que realicen sus predicciones en forma escrita e individual,
- 3) se propone luego que trabajen en grupos pequeños mostrándoles las predicciones más frecuentes que hacen los alumnos, para que entonces elaboren sus predicciones finales.
- 4) Después, el instructor lleva a cabo la demostración con mediciones que va mostrando mediante gráficas producidas por el software que se utiliza y que se proyectan mediante un cañón.

- 
- 6) Posteriormente los alumnos describen y analizan los resultados observados y,
  - 7) finalmente, discuten con el instructor otras situaciones físicas parecidas sobre las que cabe aplicar la misma clase de ideas y conceptos.

# Workshop Physics

Dra. Priscilla Laws



Dickinson College

Dentro de las estrategias de *hands-on and minds-on*. El *Workshop Physics* es un componente de la colección de textos *Activity Based Physics Suite*. Es implementado en cursos introductorios de Física basados en una metodología activa diseñada para reemplazar completamente las clases y laboratorios tradicionales.

Las sesiones de clase de los *Workshops* típicamente duran dos horas, en las cuales los alumnos recaban mediciones y forman bases de datos que pueden ser graficadas para su visualización, análisis y modelaje matemático.

<http://www.phys.washington.edu/groups/peg/tut.html>

# Tutoriales de Física

Dr. Julio Benegas



Universidad Nacional  
de San Luis,  
Argentina

Benegas (2007) reporta dos experiencias exitosas desarrolladas en Argentina, en donde se implementaron metodologías de enseñanza activa en cursos de física del 11<sup>o</sup> año de instrucción.

**Tutoriales para Física**  
**Introdutoria** usando los materiales en español de la Universidad de Washington.

La evaluación de la instrucción se realizó mediante la aplicación de exámenes diagnósticos de opción múltiples al inicio y al final de la instrucción.

Esto permitió valorar el efecto del uso de Tutoriales, y su comparación con el resultado de otras estrategias didácticas, tanto locales como aquellas realizadas en otros sistemas educativos.

Se reportaron excelentes resultados sobre la aplicación de esta metodología en mecánica clásica.

También se destacó que el mejor aprendizaje se logró en general en toda la clase, independientemente del sexo y nivel de rendimiento.



**Dra. Josefina Barrera**



**Escola Normal Superior  
de Manaos, Brasil**

## **Aprendizaje de la Física por Investigación**

En la UMCC desarrolló un modelo didáctico de Enseñanza de la Física por Investigación, el cual está sustentado por teorías pedagógicas actuales que justifican al proceso de aprendizaje de los alumnos como un proceso investigativo en donde, además de resolver determinados problemas relacionados con su entorno y que respondan a las exigencias de los objetivos de la disciplina, desarrollan habilidades investigativas que les servirán en su futuro trabajo profesional.

**Dr. Josip Slisko**



**Universidad Autónoma  
de Puebla,  
México**

### **Enseñanza de la Física sin clase-conferencia impartida por el maestro (2005)**

La última semana del curso se aplicó una evaluación anónima y se demostró que la gran mayoría de los objetivos y elementos del curso no tradicional tenían resultados favorables en los alumnos, tales como reflexionar sobre propia manera de aprender, reconocer la importancia del trabajo en equipo, la aplicación de la secuencia (POE) Predecir – Observar – Explicar, la visión sobre resolución de problemas en contexto, la adecuación cognitiva de videos didácticos y de las actividades con medición.

**(Slisko y Medina, 2007)**

# ACTIVE LEARNING WORKSHOPS OF OPTICS AND PHOTONICS

Dra. Minella Alarcon



**UNESCO Paris**

## Director of ALOP UNESCO Workshops

January, 1999, initial active learning short course presented to Asian Physics Education Network (ASPEN) participants in Australia

February, 1999, meeting and workshop in Laos

November, 1999, workshop in Vietnam

July, 2000, workshop in South Korea

February, 2001, trainers' workshop in the Philippines

February, 2001, workshop in Sri Lanka

June, 2001, workshop in Malaysia

October, 2001, workshop in Laos

December, 2002, meeting and workshop in Sri Lanka

September, 2003, workshop in Ghana

November, 2004, optics workshop in Ghana

March, 2005, optics workshop in Tunisia

April, 2006, workshop in Morocco

November, 2006, workshop in New Delhi

**July, 2007, workshop in Sao Paulo**

**December, 2007, workshop in Mexico**

**May, 2008, , workshop in Córdoba, Argentina**

**June, 2009, , workshop in Bogotá Colombia**

**January, 2010, , workshop in Santiago de Chile**

**Junio, 2010, , workshop in Perú**

# *International Union of Pure and Applied Physics* (IUPAP) 1922,

---



International Union of Pure and Applied Physics

To stimulate and facilitate international cooperation in physics and the worldwide development of science.

**Su objetivo principal es:**

**Estimular y facilitar la cooperación internacional en la Física y el desarrollo mundial de la ciencia mediante la investigación y la educación.**

# **(C14) *International Commission of Physics Education (ICPE) 1960.***

---



**Nació de la reflexión acerca de que a diferencia de otras áreas de especialidad de la Física, faltaban ligas internacionales para la Educación en Física.**

# Objetivo

---

**Promover el intercambio de información y experiencias entre los miembros de la comunidad internacional de físicos en el campo general de la Educación en Física incluyendo:**

- **Recolección, evaluación, coordinación y distribución de información concerniente a educación en las Ciencias Físicas en TODOS LOS NIVELES;**
- **Información relativa a la valoración de normas de *enseñanza y aprendizaje* de la Física;**
- **Sugerir formas en que se facilite el estudio de la Física para ser implementadas en todos los niveles educativos, ayudando a los maestros de Física en todos los países a incorporar el conocimiento corriente de la Física, la pedagogía de la Física, y los resultados de investigación en Educación en Física en sus cursos y currícula.**

# RESOLUCIÓN DE LA IUPAP SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMISIÓN ICPE (CHIPRE, AGOSTO 2008)





---

La IUPAP insta a los gobiernos nacionales, físicos, profesores de Física, Sociedades de Física y organismos de financiación en todos los países a:

- 
- Apoyar las mejores prácticas de la enseñanza y la investigación en la enseñanza de la Física en todos los niveles, mediante el fomento de los métodos de enseñanza, incluido el trabajo de laboratorio, y que participen en actividades manuales y de razonamiento.

- 
- Hacer disponibles fondos para el establecimiento de laboratorios bien equipados y el diseño de planes de estudio adecuados que establezcan especial énfasis en la enseñanza de habilidades de experimentación.

- 
- Apoyar el desarrollo de instrumentos de bajo costo, aparatos de física y equipos, y - cuando las finanzas lo permiten - sistemas computacionales de adquisición de datos en tiempo real en el nivel adecuado de sofisticación para una variedad de usos en la enseñanza de la Física en el aula y el laboratorio.

- 
- Apoyar los planes de estudios que enseñan Física con una adecuada diversidad de métodos, incluyendo enfoques experimentales, que promuevan el pensamiento crítico y ayuden a los estudiantes a comprender cómo la Física es relevante para sus culturas locales y para un futuro sostenible de la humanidad.

# Red Latinoamericana de Educación en Física



# LAPEN

Latin American Physics  
Education Network

[www.lapen.org.mx](http://www.lapen.org.mx)



# INSTITUTO DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS A. C.



- Obtención del permiso de la Secretaría de Relaciones Exteriores el 30 de octubre de 2010.
- Constituido oficialmente en la Cd. de México el 17 de noviembre de 2010 .
- Registrado ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público el 19 de Noviembre de 2010.

# Objetivos

---

Realizar diseños tecnológicos para la enseñanza de las ciencias, tales como:

- Agentes inteligentes.
- Plataformas web de trabajo colaborativo.
- Desarrollo de software educativo.
- Desarrollo de televisión educativa por internet.

Formación y actualización de Profesores en Ciencias en todos los niveles educativos.

Consultoría a instituciones educativas para el mejoramiento de la educación en ciencias.



---

Actualmente **NO EXISTE** en el país ni en Latinoamérica un *Instituto de Educación en Ciencias* que aglutine a un grupo de expertos de alto nivel con respaldo de organismos internacionales.

Podemos encontrar pocos institutos en Alemania, Holanda, Inglaterra, India, Singapur y USA.

- 
- Llenar un vacío nacional y regional sobre Educación en Ciencias.
  - Trabajar en redes de colaboración con expertos altamente calificados en la enseñanza de las ciencias, y con el apoyo de organismos internacionales.
  - Crear un equipo de expertos en México para establecer diferentes sedes del ISE en nuestra región.

## Impacto social

---

- Mejorar la calidad de la educación científica y técnica en el país y en la región.
- Profesionalizar a un número mayor de profesores de todos los niveles educativos.
- Formar grupos nacionales de investigación educativa en ciencias.
- Posicionar a México como líder en Latinoamérica y el resto del mundo.
- Incrementar el interés en los alumnos por las carreras científicas.
- Contribuir a formar una sociedad más culta en ciencia y tecnología.

# Reunión Anual AAPT-MX/ Gto. 2010

Temática: Las nuevas tendencias educativas internacionales  
en las Ciencias Estratégicas y obstáculos en  
la Enseñanza/ Aprendizaje de la Física en todos los niveles

## Conferencistas

Dr. Feliciano Sánchez Sinencio      Dr. Hugo Alarcón  
Dr. Ignacio Barradas Bribiesca      Dr. Julián Félix  
Dr. Gastón Gutiérrez      Dr. Gustavo Mauricio Bastián  
Dr. Gerardo Zavala      Dr. César Mora  
Dr. Genaro Zavala      Dr. Fernando Flores

10 y 11 de diciembre de 2010

Universidad de Guanajuato

Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología

Ex-Hacienda San Matías S/N  
Col. San Javier Guanajuato, Gto. C.P. 36020



The background of the entire page is a collage of images. At the top, there's a city skyline at sunset with the Taipei 101 tower on the left. Below that, a large, ornate building with many windows is shown. In the middle, there's a scene of a Mayan or Aztec pyramid with a person in traditional attire standing in front of it. At the bottom right, the silhouette of the Angel of Independence statue is visible against a cloudy sky. The text 'ICPE' is in large, green, outlined letters at the top, and '2011' is in large, white, outlined letters below it. The website 'www.icpe2011.net' is written in white below '2011'. At the bottom, there's a red banner with 'Mexico City' in large green letters and '14-19 August, 2011' in red letters below it. The text 'International Conference on Physics Education 2011' and 'Training Physics Teachers and Educational Networks' is also present in white text on a dark background.

# ICPE

# 2011

[www.icpe2011.net](http://www.icpe2011.net)

**International Conference  
on Physics Education 2011**

Training Physics Teachers and Educational Networks

**Mexico City**

**14-19 August, 2011**

# REFERENCIAS

- 1) McDERMOTT, L. y REDISH, E. *Resource letter: PER-I: Physics Education Research*, Am. J. Phys. Vol. 67, No. 8, pp. 755-767, 1999.
- 2) THACKER, B. A. *Recent advances in classroom physics*, Rep. Prog. in Phys., Vol. 66, 1833-1864 (2003).
- 3) BRESLOW, L., *New Research Points to the Importance of Using Active Learning in the Classroom*, TLL Library, Vol. XIII, No. 1, September/October 1999,  
<http://web.mit.edu/tll/tll-library/teach-talk/new-research.html>

- 
- 4) HAKE, R., *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*, Am. J. Phys., Vol. 66, 64-74 (1998).
  - 5) HAKE, R., *Six lessons from the Physics Education Reform Effort*, **Lat. Am. J. Phys. Educ.**, Vol. 1, 24-31 (2007).
  - 6) McDERMOTT, L. C., *Oersted Medal Lecture 2001: Physics education research: The key to student learning*, Am. J. Phys. Vol. 69, 1127 (2001).

- 
- 7) REDISH, E., *Millikan Award Lecture Building a Science of Teaching Physics*, Am. J. Phys. Vol. 67, 562-573 (1999).
  - 8) SOKOLOFF, D., *ALOP manual, 1ra ed.* UNESCO, Paris, 2006.
  - 9) THORNTON, Ronald K. and SOKOLOFF, David. *Learning motion concepts using-time microcomputer-based laboratory tools*, Am. J. Phys. Vol. 58, 858-867 (1990).
  - 10) WHITE, R. y GUNSTONE, R. *Probing understanding*, The Falmer press, London and New York, 1992.



- 11) THORNTON, Ronald K. and SOKOLOFF, David. *Using Interactive Lecture Demonstration to create an Active Learning Enviroment*, The Physics Teacher Vol. 35,340-347 (1997).
- 12) LAWS, Priscilla, *Workshop Physics Activity Guide*, Hoboken, New Jersey, Wiley, 2004.
- 13) BENEGAS, Julio, *Tutoriales para Física Introductoria: Una experiencia exitosa de Aprendizaje Activo de la Física*, **Lat. Am. J. Phys. Educ.** Vol. 1, 32-38 (2007).
- 14) BARRERA Kalhil, Josefina. *La enseñanza de la Física a través de habilidades investigativas: una experiencia*, **Lat. Am. J. Phys. Educ.** Vol. 1, 39-43 (2007).

---

15) SLISKO, Josip y MEDINA, Rebeca. Hernández *Un curso de mecánica clásica sin conferencias magisteriales: objetivos, elementos del diseño y efectos en los estudiantes*, **Lat. Am. J. Phys. Educ.** Vol. 1, 51-61 (2007).

# Reuniones Académicas importantes sobre Física Educativa

---

- ✘ 1er Taller Regional del Cono Sur sobre Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica (AAOyF- Córdoba 2008)  
1ra. Conferencia Regional del Cono Sur sobre Aprendizaje Activo de la Física (CRAAF-1).  
[www.aaoyf.unsl.edu.ar](http://www.aaoyf.unsl.edu.ar)
- ✘ Córdoba, Argentina 12-17 mayo 2008
- ✘ XVI Taller Internacional Nuevas Tendencias sobre la Enseñanza de la Física, Puebla, México, 22-25 mayo 2008. [www.fcfm.buap.mx/taller](http://www.fcfm.buap.mx/taller)
- ✘ GIREP-2008, 18-22 agosto 2008, Nicosia, Chipre.  
[www.ucy.ac.cy/girep2008](http://www.ucy.ac.cy/girep2008)

- ✘ **TIBERO-2009, Habana, Cuba.**
- ✘ **X CIAEF-2009, Colombia.**
- ✘ **ICPE-2009, Bangkok, Tailandia.**
- ✘ **ICPE-2010, México.**