

Una estrategia de enseñanza - aprendizaje centrada en el alumno

Nélida Palma Rodríguez¹, Sandra Ansise Chirino¹,
Gabriel Alfredo Rodríguez¹

¹Laboratorio de Innovación Educativa en Física (LIEF).
Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad
Nacional de San Juan

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

E-mail: npalma@unsj.edu.ar

Resumen

Este trabajo muestra una actividad desarrollada por investigadores en didáctica que se puede aplicar en el aula, con algunas alternativas desde el punto de vista del aprendizaje colaborativo. Nos referimos a la metodología de Tutoriales para Física Introductoria desarrollada por el Grupo de Educación de la Física (que dirige Lillian Mc. Dermott) para los cursos introductorios de física que se dictan en la Universidad de Washington en Seattle (USA). Esta actividad está basada en un extenso trabajo sobre las dificultades características de aprendizaje de los diversos temas de la física general y el consecuente desarrollo de actividades (Tutoriales) para ayudar a los alumnos a vencer los distintos obstáculos de aprendizaje.

Palabras clave: Aprendizaje Colaborativo, Tutoriales, Interacciones Magnéticas.

Abstract

This paper shows an activity developed by researchers in didactic that can be applied in the classroom, with some alternatives from the point of view of collaborative learning. We refer to the methodology of Tutorials for Introductory Physics developed by the Physics Education Group (that Lillian Mc Dermott directs) for introductory physics courses that are taught at the University of Washington in Seattle (USA). This activity is based on extensive work on the difficulties learning characteristics of the various topics of general physical and the consequent development of activities (tutorials) to help students overcome the various obstacles of learning.

Keywords: Collaborative learning, Tutorials, Magnetic Interactions.

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física en la universidad, en todo el mundo, está actualmente en proceso de desarrollo y cambio como se puede constatar en las diversas aportaciones que se realizan en diferentes Foros y Congresos Internacionales. Una de las principales razones de esta nueva dinámica, es la comprobación como profesores de Física, ya sea a nivel de secundaria o universitario, del desajuste existente entre lo que enseñamos a nuestros estudiantes y la visión que ellos acaban teniendo de la Física. La enseñanza de los conocimientos teóricos es un problema que preocupa cada vez más al profesorado debido a la constatación de altos porcentajes de respuestas erróneas de los estudiantes a cuestiones teóricas que exigen, no sólo la mera repetición de la teoría impartida en clase, sino la aplicación creativa de dichos conocimientos. Fueron estas nuevas formas de preguntar -no las de repetición rutinaria- las que llevaron a la detección de respuestas erróneas, ya que estas "preguntas inteligentes" son las que obligan a una aplicación significativa de los conocimientos aprendidos. Por otra parte, la preocupación por adecuar la enseñanza de las ciencias a las necesidades de una sociedad cada vez más tecnolozada es, hoy en día, general en todos los países desarrollados.

Sin embargo, la actitud de los estudiantes hacia la Física está muy lejos de las expectativas que los físicos tenemos de la misma como una actividad abierta, que supone enfrentarse a problemas de interés y que es clave en el desarrollo científico-técnico contemporáneo. Se constata que numerosos estudiantes opinan que la Física es una asignatura difícil que no compensa estudiar y muestran un bajo nivel de motivación hacia su estudio. Un síntoma de este problema es que, actualmente el número de los estudiantes en los Departamentos de Física disminuye y se presenta una situación incierta para el futuro

de algunos departamentos. Así, nos encontramos con cifras preocupantes en casi todas las universidades tanto europeas como americanas.

A. La investigación en Enseñanza de la Física

La preocupación por los problemas anteriores, y en concreto sobre la discrepancia entre los objetivos marcados en el currículum tradicional y el aprendizaje logrado por los estudiantes, ha llevado a muchas discusiones sobre la manera en que podemos mejorar la enseñanza de la Física para tratar de disminuir la distancia entre lo que se enseña a los estudiantes, lo que ellos acaban sabiendo, y realmente saben hacer.

Afortunadamente, ya no tenemos que apoyarnos, como alguna vez hicimos, en una memoria individual anecdótica o en tertulias de café. En los últimos veinticinco años, profesores de Física e investigadores en enseñanza de la Física de diferentes países han venido contribuyendo al crecimiento de un nuevo campo de investigación: el del aprendizaje y la enseñanza de la Física. Los resultados de esta investigación sugieren la presencia de muy diferentes factores que influyen en la enseñanza de la Física y que hace que esta tarea sea compleja (Viennot, L. 1996; Furio, C. y Guisasola, J., 1998; Niedderer, H. 1999; Guisasola, J., Salinas, J., Almodí, J. M. y Velazco, S., 2003; entre otros). De esta forma se rechaza una concepción simplista de la Enseñanza de la Física que la considera una tarea sencilla, que consistiría en dominar los contenidos operativos. Por el contrario, los resultados que ya hoy en día son admitidos por la Comunidad Internacional de Profesores de Física indican que la tarea a desarrollar y los problemas a afrontar son lo suficientemente complejos como para constituir un campo propio de investigación. En este sentido, relacionar la práctica docente con la investigación, supone aceptar explícitamente la existencia de problemas en la enseñanza de la Física, lo que favorece la educación de una mentalidad abierta, una actitud reflexiva y una capacidad de autoanálisis y autocrítica. Así mismo, la misma dificultad que se plantea en aquellos problemas, exige un trabajo de colaboración entre docentes que hace mucha falta en el mundo educativo (Pinto, R. y Surinach, S., 2000).

Los profesores solemos indicar que “la falta de base”, “la falta de preparación adecuada”, etc., es un grave problema para un correcto aprendizaje de los estudiantes (Jaque, F, 1995). Esto crearía una dificultad añadida a la enseñanza de la Física en el primer curso universitario. Si se plantea la cuestión del fracaso de los estudiantes en primer curso como un problema que debe ser investigado, y no como la búsqueda rápida de una justificación de las dificultades de la educación científica, proponemos un diseño experimental que intente contrastar la hipótesis de partida.

Así mismo, numerosos estudios hacen referencia a que los estudiantes comprendan la naturaleza de la disciplina científica (Duschl, R. A., 1990; Tobin, K., Tippins, D. J. y Gallard, A. J. 1994). Los estudiantes necesitan practicar diferentes características de la metodología científica como: hacer preguntas apropiadas en un análisis cualitativo de una situación problemática, hacer predicciones, diseñar la experimentación, recoger y analizar datos, identificar resultados y comunicar los resultados a los compañeros. En definitiva, todas las investigaciones mencionadas han conducido a cambiar el punto de vista sobre la enseñanza (Mc. Dermott, L. C., 1990)

Sin embargo, el profesorado universitario seguimos mayoritariamente ajenos a estas investigaciones. Por tanto, se trata, sobre todo, de tomar conciencia de la necesidad de una actitud reflexiva, de la necesidad de investigación en Enseñanza de la Física y del cambio didáctico. Lo importante es que los profesores sintamos la necesidad de abordar en profundidad los problemas que plantea el proceso de enseñanza/ aprendizaje de la Física.

Los problemas relativos a la débil motivación de los estudiantes por elegir estudios de Física en la Universidad, juegan un importante papel en la crisis actual de los departamentos de Física. El papel de la investigación en didáctica de la Física, puede ser el de iniciar nuevas y mejores estrategias de enseñanza en las clases de teoría y problemas, así como en las prácticas de laboratorio y, controlar sus efectos tanto en el aprendizaje y comprensión de la Física, como en la motivación por su aprendizaje.

La investigación en Didáctica de la Física debería impulsar y controlar la calidad de las innovaciones educativas, si los colegas toman conciencia de la necesidad de realizar investigación didáctica en los propios departamentos, y de cooperar entre investigadores en didáctica y profesores.

Este trabajo muestra, justamente, una actividad desarrollada por investigadores en didáctica que se puede aplicar en el aula, con algunas alternativas desde el punto de vista del aprendizaje colaborativo.

II. MARCO TEÓRICO

Diversas teorías nos ayudan a comprender, predecir, y controlar el comportamiento humano y tratan de explicar cómo los sujetos acceden al conocimiento. Su objeto de estudio se centra en la adquisición de destrezas y habilidades, en el razonamiento y en la adquisición de conceptos.

Las teorías del aprendizaje tratan de explicar cómo se constituyen los significados y como se aprenden los nuevos conceptos.

Jean Piaget, biólogo de formación con una especial preferencia por problemas de corte filosófico y principalmente sobre los referidos al tópico del conocimiento, considera que las estructuras del pensamiento se construyen, pues nada está dado al comienzo. Las estructuras se construyen por interacción entre las actividades del sujeto y las reacciones del objeto, más bien recaen en las acciones mismas que el sujeto ha realizado sobre los objetos, y consiste en abstraer de esas acciones, por medio de un juego de "asimilaciones" y "acomodaciones", los elementos necesarios para su integración en estructuras nuevas y cada vez más complejas. Piaget denominó a su teoría "constructivismo genético", en ella explica el desarrollo de los conocimientos en el niño como un proceso de desarrollo de los mecanismos intelectuales.

El profesor debe promover conflictos cognoscitivos y sociocognoscitivos, respetar los errores, el ritmo de aprendizaje de los alumnos y crear un ambiente de respeto y camaradería. La evaluación debe realizarse sobre los procesos, nociones y competencias cognoscitivas de los alumnos. Dentro de las aplicaciones del paradigma constructivista al campo de la educación, podemos encontrar por ejemplo: La enseñanza de las ciencias naturales. En este campo se han realizado numerosas experiencias en la educación básica, media y superior, como el que utilizamos en esta experiencia.

Debemos destacar también el trabajo en conjunto entre pares, entre novatos y expertos o en comunidades de aprendices establecidas, cuenta con una gran cantidad de evidencia empírica que fundamenta que la interacción social trae beneficios al aprendizaje (Rogoff, 1993; Vigotsky, 1996). En ocasiones a este tipo de trabajo se le ha llamado cooperativo o colaborativo según las características de organización, o los roles que se establecen dentro de los grupos. Es así como en la literatura se puede encontrar un sinnúmero de definiciones que los usan desde sinónimos hasta aquellos que los caracterizan como dos conceptos antónimos. Por tanto se hace necesario en el desarrollo de esta síntesis, describir también, el marco de lo que en adelante se entenderá por aprendizaje colaborativo.

Estos cuatro elementos que se describen a continuación se constituyen en los elementos clave que deben tenerse en cuenta al momento de evaluar un contexto de aprendizaje colaborativo (Dillenbourg, 1999):

- La situación, establecida a partir del grado de simetría de las acciones, el conocimiento y el estatus de los participantes para dar resolución a la tarea en forma conjunta.
- Las interacciones, enmarcadas dentro de la situación colaborativa que se ha establecido. Éstas pueden ser interactivas, sincrónicas y negociables. Dichas interacciones influyen en los procesos cognitivos de cada uno de los participantes.
- Los mecanismos de aprendizaje, obtenidos a partir de la interacción entre pares. Éstos pueden ser aquellos que operan en el caso de la cognición individual, como aquellos que operan a nivel grupal como la apropiación, el mutuo modelamiento y la internalización.
- Los efectos del aprendizaje colaborativo, generalmente medidos a partir de un pre test o pos test con los cuales se pretende obtener una medición de las ganancias que han obtenido los estudiantes.

En definitiva, la clave para entender los procesos que se dan al interior del aprendizaje colaborativo son las relaciones bidireccionales que se establecen entre estos cuatro elementos. En principio "... la situación genera patrones de interacción, estas interacciones gatillan mecanismos cognitivos, que a su vez generan efectos cognitivos".

Nosotros hacemos uso de la estrategia didáctica llamada "Tutoriales de Física", esta estrategia responde a las Teorías Constructivistas del Aprendizaje y la desarrollamos en un marco de trabajo Colaborativo.

La palabra tutorial se utiliza para referirse prácticamente a cualquier actividad colaborativa donde los estudiantes siguen paso a paso las instrucciones contenidas en un cuadernillo de trabajo. En nuestro caso nos referimos a la metodología de Tutoriales para Física Introdutoria desarrollada por el Grupo de Educación de la Física que dirige Lillian Mc. Dermott para los cursos introductorios de física que se dictan en la Universidad de Washington en Seattle (USA). Está basada en un extenso trabajo sobre las dificultades características de aprendizaje de los diversos temas de la física general y el consecuente desarrollo de actividades (Tutoriales) para ayudar a los alumnos a vencer los distintos obstáculos de aprendizaje. Han sido el fruto de un enorme trabajo de investigación sobre las dificultades características de aprendizaje de cada uno de los temas, y del desarrollo científico de material curricular para la superación de estas dificultades.

Los Tutoriales están diseñados para desarrollar la comprensión conceptual de los temas de física básica, así como el razonamiento cualitativo y utilizan como estrategia de aprendizaje el conflicto cognitivo, tendiendo puentes entre lo que el alumno cree o sabe y el conocimiento científico que se quiere incorporar. Es una de las metodologías de aprendizaje activo más flexible, en el sentido que puede ser

utilizada tanto para la introducción de conceptos, en reemplazo o reforzando la clase "teórica", o en algunos casos como práctico de laboratorio, así como una actividad de aprendizaje independiente y complementaria. Esto, sumado a casi ausencia de sofisticado material de laboratorio, lo hace adaptable a prácticamente cualquier circunstancia de instrucción. La metodología didáctica consta de unas hojas de trabajo (el Tutorial propiamente dicho), de problemas para la casa (Ejercicios Complementarios) y de un Pre-test.

El Tutorial consiste en una guía de actividades que los estudiantes, trabajando en grupos de 3 o 4 alumnos, desarrollan para construir los conceptos, partiendo de nociones que no entran en conflicto con sus concepciones previas. Las conclusiones a que son guiados sí pueden ser conflictivas para dichas preconcepciones, pero de este conflicto, discutido con sus pares en el grupo, y eventualmente con el docente, surge el conocimiento científico del tema tratado.

III. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA ACTIVIDAD PROPUESTA

La comunidad de aprendizaje en estudio son los alumnos de segundo año de las carreras de Ing. Industrial, Electrónica, Electromecánica, Eléctrica, Mecánica, Minas. Se los dividió en dos grupos en forma aleatoria, uno de los grupos continuó con las clases tradicionales de Física II (clases magistrales y resolución de problemas de lápiz y papel), que llamaremos Grupo Control y el otro grupo fue el que trabajó con una estrategia de aprendizaje activo y colaborativo como son los "Tutoriales de Física", a este grupo lo llamamos Grupo Experimental.

En el grupo Experimental a su vez se formaron 7 comisiones de 3 alumnos cada uno para trabajar en el "Tutorial" y con su equipo de laboratorio.

Todos los alumnos tienen las siguientes características:

- Son alumnos de segundo año de Ingeniería.
- Tienen certificación definitiva de Análisis I, Álgebra y Física I.
- En general se ha comprobado que son estudiantes con enfoque de aprendizaje superficial (la intención del estudiante parece ser únicamente la de cumplir con la tarea.)

A. Objetivo general de la actividad

El objetivo fundamental de esta clase es que los alumnos comprendan los conceptos fundamentales de Interacciones magnéticas y los puedan utilizar en forma correcta en cualquier situación en que los requieran.

B. Contenidos de la actividad

Contenidos Conceptuales

- Fuerza magnética sobre un conductor por el cual circula una corriente, situado en un campo magnético exterior.
- El campo magnético debido a un conductor por el que circula una corriente.

Contenidos Procedimentales

- Ejecutar el tutorial sobre Interacciones magnéticas.
- Trabajar en forma colaborativa con sus compañeros.
- Representar por medio de un esquema el campo y las fuerzas generadas por conductores.

Contenidos Actitudinales

- Respetar la opinión de los compañeros de grupo.
- Apreciar el trabajo colaborativo con nuestros pares.
- Aceptar los errores cometidos.

C. Actividad realizada

- El tutorial se desarrolla en grupos de tres alumnos, entre los que discuten sus opiniones hasta llegar a un consenso.
- Cada grupo expone su punto de vista, al resto de la clase.
- Todo el curso vuelca su opinión para llegar a una idea común del concepto físico (Interacciones magnéticas).
- Todas las actividades son guiadas por el instructor.

1) Actividades del Instructor

- Motivar a los estudiantes.
- Proporcionar ejemplos concretos.
- Verificar que entiendan las consignas.
- Favorecer la reflexión de los estudiantes, no dar la respuesta correcta, inmediatamente.
- Revisar el material antes del examen.

2) Actividades del estudiante

- Realizar el pre-test
- Desarrollar el tutorial.
- Resolver problemas.
- Realizar el post-test.

IV. EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

La evaluación de la instrucción se ha realizado mediante la aplicación de una prueba de respuestas múltiples al inicio (pre-test) y al final de la instrucción (post-test). Este procedimiento permite valorar el efecto del uso de Tutoriales. Se optó por una sección del Conceptual Survey in Electricity and Magnetism (CSEM) desarrollado por Maloney, O’Kuma, Hieggelke, y VanHeuvelen, 2001), trabajamos con la parte referida a “Interacciones Magnéticas”.

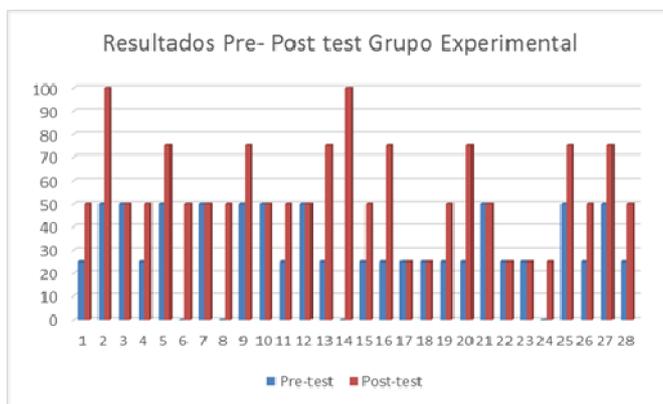


FIGURA 1. Muestra los porcentajes de respuestas correctas del Grupo Experimental

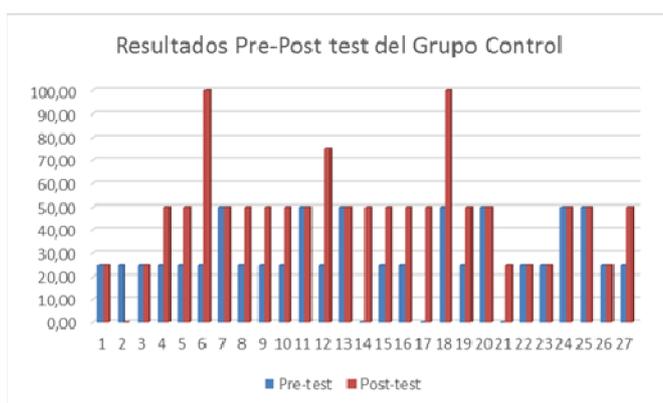


FIGURA 2. Muestra los porcentajes de respuestas correctas del Grupo Control

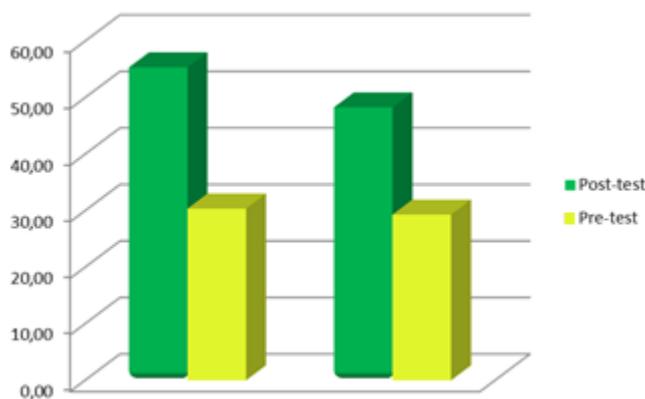


FIGURA 3. Muestra los porcentajes de logros de los alumnos en el tema “Interacciones Magnéticas” de ambos grupos.

Para poder medir la ganancia en el aprendizaje utilizamos la siguiente ecuación:

$$g = \frac{(\%postes) - (\%pretes)}{100 - (\%pretes)} \tag{1}$$

El numerador expresa la ganancia media absoluta lograda por la instrucción, mientras que el denominador es la ganancia máxima que pudo haberse logrado (la diferencia entre el resultado óptimo y la condición inicial). Con esta definición, g representa la fracción de la ganancia posible obtenida en dicho curso. Es por lo tanto un parámetro intensivo e independiente del estado inicial de conocimientos del curso, lo cual permite la comparación de la efectividad de una metodología de instrucción en cursos de muy diferente estado inicial.

En una notable contribución sobre los resultados de la instrucción tradicional y aquella realizada con algún tipo de estrategia que fomente el aprendizaje activo, Hake (1998) estableció, mediante datos de más de 6000 estudiantes de universidades, “colleges” y escuelas preuniversitarias de los Estados Unidos de América, que el desempeño estudiantil de 14 cursos que practicaban enseñanza tradicional alcanzaba una ganancia normalizada media de $g = 0,23 \pm 0,04$, mientras que 48 cursos que utilizaban algún tipo de estrategia de enseñanza para el aprendizaje activo lograron una ganancia normalizada de $g = 0,48 \pm 0,14$. De esta manera mostró, de forma objetiva que, tanto en la universidad como en la escuela preuniversitaria, las estrategias de aprendizaje activo son significativamente más exitosas que la enseñanza tradicional.

En nuestro caso los resultados obtenidos de ambos grupos son los siguientes

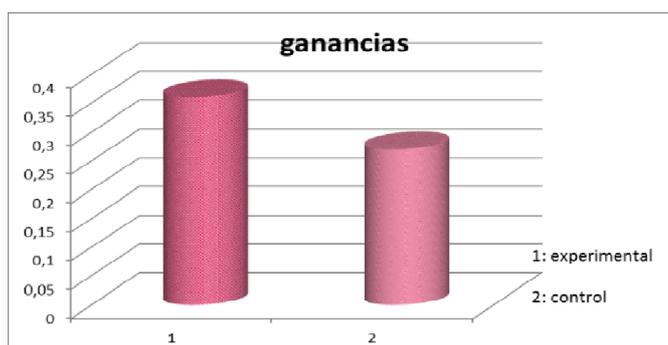


FIGURA 4. Muestra las ganancias obtenidas en el grupo control y en el grupo experimental

Los resultados de las ganancias concuerdan con los obtenidos por Perez-Barniol (2009) en una experiencia aplicando tutoriales en el tema circuitos eléctricos realizados con alumnos universitarios de una institución privada mexicana.

Al analizar los datos obtenidos podemos observar que el sistema efectivamente llevó a los estudiantes a realizar discusiones colaborativas sobre el tema Interacciones Magnéticas, utilizando tutoriales, y que estas discusiones lograron que los estudiantes consiguieran mejores resultados

V. CONCLUSIONES

A continuación resumimos los principales resultados observados a la fecha.

- Los alumnos muestran progresos en sus aprendizajes, tanto para explorar, desarrollar y aplicar conceptos en la solución de problemas, hacer más eficientes sus comunicaciones y colaboraciones. Sin embargo, todavía tienden a colocar ecuaciones para sustituir datos y despejar incógnitas, en lugar de pensar físicamente acerca del uso de modelos y teorías en la solución de los problemas y el desarrollo de proyecto.
- El trabajo colaborativo todavía es una área de oportunidad que requiere de mayor atención para cambiar la actitud de aquellos alumnos para quienes trabajar dentro de una comunidad de aprendizaje es fuente de decepciones y frustraciones debido a las dificultades que presenta su funcionamiento. Comparado con métodos más convencionales que solicitan menores compromisos y dedicación, el trabajo colaborativo confronta a los alumnos con la necesidad de integrar tareas tales como enseñar, aprender y organizar. Esta triple función no es más responsabilidad de una sola persona, sino que debe ser compartida por todos los miembros de la comunidad.
- Se debe rescatar el rol del profesor frente a esta nueva metodología. Esta no pretende reemplazar al profesor, sino apoyarlo y darle más herramientas para que pueda cumplir de mejor forma sus funciones. “El profesor tiene una figura muy importante porque es el que nos aclara las dudas, nuestro guía.”, dijo una de las alumnas.

Nos parece que esta metodología de trabajo es muy rica en resultados positivos para los alumnos y su implementación puede aportar, no solo a la cátedra en cuestión, sino a la carrera en general, ya que la capacidad de razonamiento y discernimiento que adquieren los alumnos les es útil para todo su desarrollo profesional.

REFERENCIAS

- Dillenbourg, P (1999). What do you mean by collaborative learning? *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*, Oxford: Elsevier, pp.1-19,
- Duschl, R.A. (1990). *Restructuring science education. The importance of theories and their development*. Editor: In Teacher College Press, Columbia University, New York. Traducción en castellano: *Renovar la Enseñanza de las Ciencias*, Narcea, 1997
- Furio, C. y Guisasola, J. (1998). Difficulties in learning the concept of electric field. *Science Education*, 82 (4), pp. 511-526.
- Gil, D. y Vilches, A. (1999). Problemas de la educación científica en la enseñanza secundaria y la universidad: contra las evidencias, *Revista Española de Física* 13(5), pp. 10-15.
- Guisasola, J., Salinas, J., Almudì, J.M. y Velazco, S. (2003). Análisis de los procesos de aplicación de las leyes de Gauss y Ampere por estudiantes universitario de España y Argentina. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25 (2), pp. 195-206
- Hake, Richard (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand- student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal Physics*, 66 (1).
- Jaque, F. (1995). Deficiencias en los conocimientos de la física al llegar a la Universidad. *Tarbiya* 10, pp. 121-126.
- Maloney, D. P., O'kuma, T. L., Hieggelke, C. J., y Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69 (7), pp.12-23.
- Mc. Dermot, L. (1993). How we teach and how students learn- A mismatch? *American Journal of Physics*, 59, pp. 301-315.
- Mc. Dermott, L.C. (1990). A perspective on teacher preparation in physics-other sciences: the need for special science courses for teachers, *American Journal of Physics*, 58 (8), pp. 734-742.

Perez, N. y Barniol, P. (2009). Efecto del perfil del tutor en el aprendizaje logrado al realizar un Tutorial. *Revista de Investigación Educativa*, Educatio 8, pp. 38-49.

Pintó, R., Surinach, S. (2000) *Physics Teacher Education beyond 2000. Selected contributions- Proceedings of the GIREP-ICPE International Conference*. Elsevier Editions.

Rogoff, B. (1993). *Aprendices del pensamiento. Desarrollo cognitivo en el contexto social*. España: Paidós.

Tobin, K., Tippins, D.J. y Gallard, A. J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, 45, pp. 93.

Viennot, L. (1996). *Raisonnement en physique*, Université, Paris Editor: De Boeck Supérieur .