

# La enseñanza de la Física a través de habilidades investigativas: una experiencia



**Josefina Barrera Kalhil**

*Universidade do Estado do Amazonas, Escola Normal Superior, Djalma Batista 2470, Manaus, AM, Brasil.*

**E-mail:** josefinabk@yahoo.com

(Recibido el 23 de Julio de 2007; aceptado el 12 de Septiembre de 2007)

## Resumen

La formación de habilidades investigativas en los estudiantes de Ciencias Técnicas es un tema que ha sido tratado limitadamente en algunos tipos de clases como son la conferencia y los laboratorios, pero la concepción de las mismas para su contribución a todo el proceso de enseñanza aprendizaje y a las carreras de Ingeniería no ha sido abordado por ningún investigador cubano, y es pues el objetivo central de este trabajo. El proceso de enseñanza aprendizaje constituye uno de los eslabones fundamentales en cualquier nivel de enseñanza y se pone de manifiesto que en él tienen que estar presentes no sólo los aspectos referidos al conocimiento sino también los factores psicológicos, pedagógicos, antropológicos de comunicación y holísticos que hacen del mismo toda una ciencia. Enseñanza y aprendizaje constituye una unidad dialéctica que está presente en el pregrado y en el postgrado por lo que presentamos un nuevo enfoque de su utilización. En el mismo se utilizan las teorías psicopedagógicas más actuales que justifican el por qué de este trabajo en el que se intenta romper con los esquemas tradicionales del sistema de clases para convertir el proceso de aprendizaje en un proceso investigativo donde el estudiante, además de resolver determinados problemas relacionados con su entorno y que respondan a las exigencias de los objetivos de la disciplina, desarrolle habilidades investigativas que le servirán en su futuro trabajo profesional.

**Palabras clave:** Enseñanza por investigación, investigación acción, Educación en Física.

## Abstract

Investigative skills training in technical science students is a subject that has been limited treated in some kinds of classes, such as the conference and the labs work. But its conception for the contribution to the whole teaching learning process and the engineering careers has not been approached by any cuban researcher, then, that is the main objective of this work. Teaching-learning process constitutes one of the fundamental links at any teaching level, and it becomes manifest that not only the aspects referred to knowledge have to be present in it, but also the psychological, pedagogical, anthropological factors, as well as the communication and the holistic aspects, which make a whole science of it. Teaching and learning constitutes a dialectic unit which is present in the pre grade as well as in the post grade, hence we are presenting a new approach of its use. The most current psychological theories are used in it, because they justify why this work, in which it is intended to break the traditional schemes of the system of classes, in order to convert the learning process into an investigate process, where the students, apart of being able to solve certain problems related with their environment and responding to the demands of objectives of the discipline, might be also able to develop investigative skills, which will be useful for their future professional work.

**Key words:** Teaching by investigation, action investigation, Physics Education.

**PACS:** 01.40.-d, 01.50.My, 01.50.Pa

## I. INTRODUCCIÓN

Muchas veces pensar en la enseñanza de la Física, es remontarse a la época de Galileo, Arquímedes, Newton y avanzando mucho más llegamos al siglo XX con el otorgamiento de los primeros premios Nobel de Física y aparecen nombres como Roentgen, los esposos Curie, Becquerel, Marconi, Planck, Albert Einstein y cerramos el siglo XX con nombres como Taylor, Steven Chu, Alferov prácticamente desconocidos para muchos, pero que son merecedores también de este reconocimiento. Nuestra reflexión está dada específicamente por la necesidad de que si es importante hablar de estos científicos, también

sería muy interesante que el trabajo de los docentes que se dedican a enseñar Física fuera reconocido de la misma manera, pues los trabajos no tendrían el valor que merecen siempre y cuando los procesos de enseñanza aprendizaje no fortalezcan los conocimientos elaborados por ellos, entonces cabe preguntarnos, ¿la enseñanza de la Física necesita o no, nuevas manera de enseñar y aprender? Esta preocupación que no es nueva y durante muchos años ha sido motivo de investigación para la autora, es el motivo del mismo ante la creencia que defendemos y pretendemos mostrar de una manera simplificada de que la enseñanza como investigación tiene que abrirse paso en el nuevo

milenio, ante la realidad del gran desarrollo de la Ciencia y la Tecnología.

Para muchos, la pedagogía y, particularmente la enseñanza de la Física está limitada al conocimiento de leyes y fórmulas que con el pasar del curso, los alumnos olvidan y la mayoría de ellos no le ven ninguna utilidad práctica.

Por eso es necesario desarrollar la enseñanza como investigación, pero para eso se necesitan estrategias para enseñar a aprender (1). Nuestro trabajo está organizado de la siguiente manera, en la Sección II se presenta la concepción de enseñanza por investigación, en la Sección III se describen los resultados de esta técnica de enseñanza y finalmente en la Sección IV presentamos nuestras conclusiones.

## II. ENSEÑANZA POR INVESTIGACIÓN

La adecuación de la enseñanza al sujeto que aprende ha sido objeto de atención por todos los educadores y expresada de modo permanente en la literatura educativa desde aquella “escuela a la medida” propugnada por el movimiento pedagógico conocido como “Nueva Escuela”, hasta las tendencias más contemporáneas (2).

Adaptar la enseñanza a las condiciones del estudiante, implica, en la actualidad, mayores exigencias motivadas entre otras razones por ser los volúmenes de información a que está sometida la sociedad contemporánea y los vertiginosos avances de la ciencia y la técnica y la posibilidad del propio estudiante de dirigir su propio aprendizaje orientado por el profesor.

El estudio realizado sobre este tema, nos lleva a analizar que el proceso está condicionado por dos factores esencialmente [3]:

- Las condiciones internas o el desarrollo intelectual del sujeto.

- Las condiciones externas o el contexto de aprendizaje. Para implantar la enseñanza de la Física como investigación, hay que hacer un nuevo replanteamiento de las relaciones profesor-estudiante-conocimientos, donde el alumno se haga cada vez más independiente, más responsable de su propio proceso de aprendizaje a partir de la creación de condiciones muy peculiares de aprendizaje donde se consideren variables tanto personales, como estratégicas y de tareas, hasta convertirse en verdaderos recursos “personalizados”, aunque no exentos de fuertes componentes sociales y humanísticos, lo cual constituye un reto para la educación contemporánea.

Es necesario, pues crear estrategias de aprendizaje autónomas que permitan alcanzar el objetivo de “aprender a aprender”. Para que las estrategias de aprendizaje se asimilen y puedan transferirse y generalizarse es preciso que se enseñen y se instrumenten a través de las diferentes áreas curriculares, si no se seguirán produciendo los mismos fracasos que hasta ahora se han venido obteniendo [4].

Una estrategia para el proceso de enseñanza aprendizaje como investigación, necesita de un análisis de los

diferentes significados dados al término en la literatura científica, tanto desde el punto de vista de la enseñanza (instruccional) como del aprendizaje, consideramos que éstas comprenden, además del plan de acción, la propia acción y su valoración.

Sobre las estrategias de enseñanza podemos citar las siguientes:

- “La habilidad, el arte para dirigir un asunto” [5].
- “El conjunto de elementos teóricos, práctico y actitudinales donde se concretan las acciones docentes para llevar a cabo el proceso educativo” [6].
- “Estrategias de enseñanza, son los procedimientos o recursos utilizados por el agente de enseñanza para promover aprendizajes significativos” [7].

Si hablamos de enseñanza aprendizaje tenemos que analizar también la estrategia de aprendizaje definidas por diferentes autores como:

- “Son acciones específicas tomadas por el estudiante para hacer el aprendizaje más fácil, rápido, disfrutable, auto dirigido, y transferible a nuevas situaciones” [8].
- “Las estrategias comprenden el plan diseñado deliberadamente con el objetivo de alcanzar una meta determinada, a través de un conjunto de acciones (que puede ser más o menos amplio, más o menos complejo) que se ejecuta de manera controlada” [9].
- “Las estrategias de aprendizaje comprenden todo el conjunto de procesos, acciones y actividades que los aprendices pueden desplegar intencionalmente para apoyar y mejorar su aprendizaje. Están pues conformadas por aquellos conocimientos, procedimientos que los/las estudiantes van dominando a lo largo de su actividad e historia escolar y que les permite enfrentar su aprendizaje de manera eficaz” [10].
- “Las estrategias de aprendizaje son procesos de toma de decisiones (conscientes e intencionales) en los cuales el alumno elige y recupera, de manera coordinada, los conocimientos que necesita para cumplimentar una determinada demanda u objetivo, dependiendo de las características de la situación educativa en que se produce la acción” [11].

Resulta evidente que en todas las definiciones se destaca la importancia y algunas de las funciones de las estrategias tanto de enseñanza como de aprendizaje. Sin duda, en el segundo grupo se enfatiza el carácter planificado, sistémico y controlado del proceso de estructuración, ejecución y valoración de las estrategias de aprendizaje.

Según Cárdenas [12], las estrategias de aprendizaje pueden caracterizarse, en sentido general, destacando que:

- Son acciones específicas, o sistemas de acciones, determinadas por el alumno.
- Están dirigidas al logro de un objetivo o solución de un problema determinado.
- Apoyan el aprendizaje de forma directa e indirecta.
- Presuponen la planificación y control de la ejecución.
- Implican el uso selectivo de los propios recursos y capacidades, lo que se relaciona con cierto nivel de desarrollo de las potencialidades metacognitivas de los sujetos.

- Involucran a toda la personalidad y no sólo su esfera cognitiva.
- Son flexibles.
- Son a menudo conscientes.
- No son siempre observables.
- Pueden enseñarse y resulta esencial el papel del profesor en este proceso.

Tal como ocurre con la definición de estrategia, que existen varios enfoques sobre las mismas, lógicamente también se presentan discrepancias a la hora de clasificarlas.

Beltrán [13] presenta una clasificación de las estrategias para el desarrollo de habilidades y capacidades cognitivas, que seleccionamos para este trabajo por sus implicaciones para el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Las estrategias metacognitivas han ido ganando el interés de investigadores y educadores ya que garantizan la regulación del proceso de aprendizaje sobre la base de la reflexión y el control de las acciones de aprendizaje. Así, la metacognición se define como:

- Conciencia mental y regulación del pensamiento propio, incluyendo la actividad mental de los tipos cognitivo, afectivo y psicomotor [14].
- Procesos ejecutivos de orden superior que se utilizan en la PLANEACIÓN de lo que se hará, en el MONITOREO de lo que uno está llevando a cabo y en la EVALUACIÓN de lo realizado [15].

En este sentido, según Wellman [16], los elementos del conocimiento que conforman la metacognición son:

- Su existencia. Debe haber una conciencia por parte del sujeto en tanto que sus eventos cognitivos existen de forma diferenciada de los eventos externos.
- Su percepción como procesos diferenciados. Debe existir una conciencia sobre la diferencia entre los distintos actos mentales.
- Su integración. Debe ver los procesos diferenciados como partes de un todo integrado.
- Sus variables. Es necesario tener la idea de que hay variables –personales, de tarea, de estrategias, entre otras- que tienen impacto sobre los procesos.
- Su monitoreo cognitivo. Se requiere que el individuo pueda evaluar el estado de su sistema cognitivo en un momento dado.

Se consideran que son varios los procesos involucrados en la metacognición, [17] a saber:

- El conocimiento metacognitivo, autovaloración o conciencia metacognitiva.
- El control ejecutivo, regulación de la cognición y la autoadministración.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, es importante que se atiendan estos y otros elementos estratégicos, reforzando su aplicación eficaz siempre que sea posible. En este sentido, se señala cómo las estrategias cambian en función de los objetivos, los contenidos y el contexto de realización y la importancia de estimular a los estudiantes en aplicar e integrar los recursos estratégicos de que disponen.

En resumen trabajar enseñanza como investigación, es mucho más que transmitir un procedimiento o describir un

conjunto de técnicas. Enseñar a investigar, consiste en fomentar y desarrollar una serie de habilidades y actitudes propias de la mentalidad científica, adquirir nuevas maneras de comprender la realidad educativa, cobrar conciencia de los límites que tenemos, de las cosas que sabemos y de las muchas que ignoramos y acercarnos con mayor modestia a los problemas del conocimiento [18].

### III. UNA EXPERIENCIA CON BUENOS RESULTADOS

Todos estos criterios teóricos fueron aplicados en la enseñanza de la Física en carreras de Ingeniería en la Universidad de Matanzas, Cuba y en la Universidad del Estado del Amazonas, Brasil, considerando que la Física es parte de la vida cotidiana, que está presente en todos los procesos tecnológicos y científicos, y que enseñar Física con un alto grado de motivación constituye una de las tareas prioritarias para los profesores.

El primer intento se realizó en la carrera de Ingeniería Industrial, después de un amplio trabajo de investigación donde se llegó a la conclusión del papel de la Física en la misma [19]. Se realizó una reunión del colectivo de año con todos los profesores, en donde se explicó el objetivo de la experiencia y lo que implicaba dentro del semestre, ya que esto se articula directamente con la disciplina *Problemas prácticos de Ingeniería Industrial* que es la disciplina rectora y hacia la cual tributa en primera instancia esta experiencia. Para llegar a esta reunión ya habíamos realizado encuestas y entrevistas a expertos, especialistas de la producción y profesores de otras disciplinas afines para conocer su opinión con respecto al papel de la Física dentro de la carrera. Una vez explicado esto al colectivo, se realizó una reunión con los alumnos de segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial y el de profesores de todas las asignaturas de ese año (Segundo semestre, curso 2001-2002). Fue explicado a los estudiantes lo que se pretendía y se solicitó la disposición de los mismos para participar en la experiencia, dejando bien claro que el principal objetivo era que los estudiantes se involucraran más en su propio aprendizaje, y participaran activamente en él. De 120 estudiantes, 81 estuvieron dispuestos y se adecuaron horarios especiales para explicar lo que harían.

El grupo que no quiso participar recibió sus clases de Física Aplicada por la autora como se venía haciendo tradicionalmente, siguiendo el programa de estudios sin ninguna variación.

Con el grupo experimento, la primera acción fue explicar en qué consistía la experiencia y trazar la estrategia de aprendizaje así como la metodología a seguir, analizando el programa objeto de estudio, buscando la motivación de los estudiantes y el compromiso con el aprendizaje. El profesor de Ingeniería Industrial que atiende el componente laboral en la fábrica colaboró en esta propuesta en la asesoría hacia los problemas de ingeniería relacionados con la Física.

A partir de esto se realizó una encuesta a los estudiantes, cuyos resultados nos permitieron dosificar las tareas de aprendizaje fuera de clase (experiencias de aprendizaje) de forma razonable, valorándolas con el resto de la carga académica del alumno, y que el profesor esté en condiciones de supervisar, monitorear y evaluar.

Se le pidió a los estudiantes que a partir de las temáticas que se estudiarían buscaran intuitivamente en el componente laboral, qué aspectos estaban relacionados con los mismos y fue tal la motivación que del total de alumnos participantes 70, lo que constituye el 86%, 4%, trajeron sus versiones de lo que ellos pensaban que era un problema a solucionar por la Física en la industria.

Se realizó un seminario donde, en la medida que se analizaban los mismos, se criticaban, perfeccionaban, se eliminaban o se aceptaban, se les daba los elementos mínimos necesarios de lo que es un problema científico y su posible solución (hipótesis). De esta manera, se lograba dar respuesta a uno de los objetivos planteados.

Otro paso que se llevó a cabo fueron la realización de otras actividades colaterales.

a) Se capacitó a los profesores de Física para la carrera en la aplicación de las diferentes experiencias de aprendizaje en la Física I y II. Para esta ocasión, se invitó a los profesores a que utilizaran la nueva metodología, pero se les dejó en libertad para ponerla en práctica de la manera que consideraran pertinente. Los resultados fueron, a la larga, que los profesores se motivaron con esta propuesta y en algunas de sus clases (62%) utilizaron esta metodología.

b) Se contó con la colaboración del Departamento de Ingeniería Industrial comprometiendo a los mismos con la puesta en marcha de esta experiencia.

c) Los resultados obtenidos comparados con los del grupo que no participó en la experiencia fueron superiores atendiendo a:

1. Resultados en las evaluaciones parciales realizadas.
2. Opiniones con respecto a la motivación lograda (aunque acoto que para esta autora fue muy difícil despojarse con el grupo no experimental de la experiencia que se estaba llevando a cabo).
3. Calidad en el proceso de enseñanza aprendizaje en relación a la solidez de los conocimientos.

En los cursos 2002-2003 y 2003-2004 se implementó la estrategia tanto en los grupos de regular diurno como del curso para trabajadores, autorizados por la Facultad ya que la motivación lograda por los estudiantes, así como la forma en que llegaban al primer semestre de tercer año en su tributo a la carrera, fue avalado por los profesores de ese año.

Fueron realizadas encuestas y entrevistas, así como la aplicación de la técnica de positivo, negativo e interesante (PNI), al finalizar cada semestre, se procesó los datos y resultados alcanzados por los estudiantes en la presentación de sus trabajos de cursos (siempre referidos a un problema profesional relacionado con la asignatura, su planteamiento de solución (hipótesis) y cómo habían asimilado la Física y su aplicación, lo que nos llevó a valorar los logros de esta experiencia:

1. Modificar el proceso de enseñanza de uno centrado en la docencia a otro centrado en el aprendizaje.
2. Transferir al estudiante, en alguna medida, la responsabilidad de su propio aprendizaje
3. Elevar la calidad del proceso.
4. Que el estudiante aprenda haciendo.
5. Impulsar la mentalidad independiente y emprendedora.
6. Desarrollar algunas habilidades investigativas como: solución de problemas, creatividad y aceptación de retos.
7. Fomentar actitudes de responsabilidad y compromiso.
8. Organización del proceso con compromiso y motivación.
9. Utilización de métodos, técnicas y recursos didácticos por encima de lo tradicional.
10. Criterios de evaluación más objetivos.
11. Mejoría de la comunicación alumno-profesor.

Esta experiencia se ha realizado también durante dos años en la Universidad del Estado de Amazonas, Brasil en el curso de Licenciatura en Matemática con buenos resultados ([www.uea.edu.br/pesquisas](http://www.uea.edu.br/pesquisas))

#### IV. CONCLUSIONES

Esta nueva concepción del proceso de desarrollar habilidades investigativas en los estudiantes sin duda rompe con los esquemas tradicionales de enseñanza a la vez que posibilita obtener resultados superiores tanto cualitativos como cuantitativos, así como lograr la motivación que tanto necesitan los estudiantes en las diferentes carreras y en el estudio de la Física.

A pesara de los buenos resultados alcanzados en las investigaciones realizadas y en las aplicaciones de al misma, aun nos enfrentamos a los profesores que piensan tradicionalmente y que no conciben el proceso de enseñanza aprendizaje bajo esta concepción.

Constituye pues un desafío para esta autora continuar insistiendo y aplicando esos resultados para desarrollar con mayor calidad el proceso.

La aplicación en el contexto amazónico de esta experiencia constituye, más que un desafío un reto por la diversidad de culturas de esta región del continente americano.

La autora es vice-coordinadora de una maestría en la enseñanza de las ciencias en Manaus y orienta dos alumnos del mismo en esta temática y asesora también como cotutora una tesis de doctorado en Física Educativa en el Instituto Politécnico Nacional de México.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad de Matanzas y al Ministerio de Educación Superior de Cuba por la ayuda facilitada para la realización de este proyecto que terminó con una tesis de doctorado y al Instituto Politécnico Nacional de México por acreditar en nuestro trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] Sánchez, P. R., *El caso de la investigación histórico sociales el CCH*. Cuadernos del CESU, No. 6, UNAM, México (1995).
- [2] Cazau, P. (*La enseñanza como proceso* en Ciencias de la Educación, Buenos Aires, 2000).
- [3] Mazario, I. (Tesis en opción la grado científico de doctor en Ciencias pedagógicas, La Habana, Cuba, 2003).
- [4] Bruner, J. (*La importancia de la educación*, Paidós Educador, España, 1987).
- [5] Gran diccionario enciclopédico. Editora Corcel, Cuba (1978).
- [6] Colectivo de autores (*Los métodos participativos: una nueva concepción en al enseñanza*, CEPES La Habana, 1999).
- [7] Díaz, E. (*Decidiendo el futuro*, Editora Corcel, La Habana, 1999).
- [8] Oxford, H. G. (*Estrategias de aprendizaje*, México, 1990).
- [9] Castellanos, et al. (*Aprender y enseñar en la escuela*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 2002).
- [10] Pozo, J. I. (*De aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje*, Graó Editorial, España, 1997).
- [11] Monereo, C. et al. (*Estrategias de enseñanza y aprendizaje*, Editorial Graó, España, 1996).
- [12] Cárdenas, N. (*¿Cómo aprendo?* Material utilizado en el curso de postgrado “Enseñar a aprender” de la Maestría en Ciencias de la Educación, CEDE, UMCC, Matanzas, 2004).
- [13] Beltrán Nuñez, I. (*Sistema didáctico para la enseñanza de las disciplinas Matemática, Física y Química para las Ciencias Técnicas*, Dpto. Docente Metodológico MES, La Habana, 1984).
- [14] Flavell, J., The Bing Times [www.stanford.edu/dept/bingschool](http://www.stanford.edu/dept/bingschool) (1989).
- [15] Sternberg, R. J., *Thinking styles: keys to understanding student performance*, Phi Delta Kappan **71**, 366-371 (1990).
- [16] Wellman *Una realidad pensada*, Revista El pensamiento, Editora MKO, Inglaterra, (1985).
- [17] Halsey, A. H. (*Sociología de la Educación*, Euroamérica, Madrid, 1970).
- [18] Barrera, K. J. (Tesis en opción al grado científico de doctora en ciencias pedagógicas, La Habana, Cuba, 2003).
- [19] Barrera, K. J., (Tesis en opción al grado científico de master en ciencias de la Educación superior, Universidad de Matanzas, Cuba, 1998).