
INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN LA FÍSICA

LILLIAN C. MC DERMOTT

UNIVERSITY OF WASHINGTON, USA

Extraído de: INTERNATIONAL NEWSLETTER ON PHYSICS EDUCATION

International Commission on Physics Education

International Union of Pure and Applied Physics.

Number 36 - Abril 1998.

Traducción: Lic. María Mercedes Vendramini

Con frecuencia los medios hacen referencia a una crisis en la enseñanza de la ciencia, lo que ha enfocado la atención del público de los Estados Unidos en la necesidad de mejorar la enseñanza en las escuelas de nivel elemental, medio y secundario.

En la comunidad de físicos, esta preocupación se extiende también a los niveles de los cursos para no graduados y graduados, en los cuales se nota una disminución continua en las inscripciones. Esta situación ha creado en las universidades un ambiente fuertemente inclinado a favor de una reforma educativa, especialmente en los cursos introductorios.

Como físicos preocupados por el futuro de nuestra profesión, podemos sentir que no debemos arriesgarnos a pasar por alto la oportunidad presente para mejorar la enseñanza, pero también tendemos a ser escépticos. Basándonos en experiencias pasadas, podemos cuestionar la posibilidad de un cambio sostenido y significativo. Sin embargo, hay razones para creer, que las posibilidades de éxito son ahora mayores.

Durante los pasados 20 años, la investigación en Educación en las Ciencias ha surgido como un nuevo campo de investigación institucional realizada por los físicos.

Hay ahora un buen número de departamentos de física en los cuales los estudiantes graduados

y el cuerpo docente, se interesan principalmente en la Educación en la Física (1). Sus trabajos están incrementando nuestro conocimiento sobre como aprenden física los estudiantes y tienen el potencial de contribuir significativamente a la mejora de la enseñanza.

El propósito de este artículo es proveer una visión general de esta investigación de una disciplina específica (2.3)

FUNCIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

Tal vez las contribuciones más importantes que las investigaciones pueden hacer a la Educación en la Física es investigar la relación entre enseñanza y aprendizaje y fortalecer su unión.

Investigaciones sistemáticas han demostrado que muchos estudiantes terminan los cursos de introducción a la Física sin un conocimiento funcional de los conceptos físicos básicos.

Se han identificado dificultades conceptuales y de razonamiento en poblaciones de estudiantes con un background educativo muy diferente. Análisis de datos indican que muchas dificultades son más profundas de lo que normalmente se cree. Muy resistentes a la enseñanza, algunas de éstas persisten aún a nivel de graduados.

Se han llevado a cabo estudios administrando ampliamente tests de múltiple opción y también se han realizado investigaciones profundas involucrando pequeños grupos de estudiantes. Los resultados, que son consistentes y reproducibles, sugieren que es necesario un cambio en la manera tradicional de enseñar Física.

Las investigaciones son usadas para guiar la preparación de estrategias de enseñanza que se ajusten mejor a las necesidades y habilidades de los estudiantes.

Algunos currículos desarrollados han demostrado que llevan a ganancias significativas y verificables en la comprensión estudiantil. Más adelante, siguen algunas generalizaciones consistentes con los resultados de investigaciones realizadas antes, durante y después de la enseñanza (4).

GENERALIZACIONES A PARTIR DE LAS INVESTIGACIONES EN ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE.

Enseñar hablando, es un modo ineficiente de instrucción para la mayoría de los estudiantes.

Al recordar sus propias experiencias en los cursos de introducción a la Física, hay una tendencia entre los profesores a ver a los estudiantes como versiones más jóvenes de ellos mismos.

En realidad, esta descripción coincide sólo con la pequeña minoría que deviene en físicos (< 5%). La vasta mayoría de los estudiantes, para los cuales éste es el último curso de Física, no están inherentemente motivados para enfrentar los desafíos presentados por la Física. La mayoría escucha las clases pasivamente, sin comprometerse intelectualmente. A diferencia de los que se orientarán hacia la Física, ellos no tendrán oportunidades posteriores para aprender la materia.

Entre estos estudiantes hay futuros profesores de escuelas secundarias, de los cuales puede esperarse que enseñen de la misma manera en que se les enseñó.

La habilidad para resolver problemas cuantitativos standards, no es un criterio de una comprensión funcional.

Este criterio es uno de los más empleados para medir el dominio de la materia. Como

demuestran las calificaciones, muchos estudiantes que completan un curso introductorio en Física, pueden resolver satisfactoriamente este tipo de problemas. Sin embargo, ellos dependen con frecuencia, de fórmulas que no son capaces de aplicar a situaciones que no han memorizado previamente. Preguntas que requieren un razonamiento cualitativo y explicaciones orales, son mejores para indicar la comprensión del estudiante.

Se ha demostrado que el énfasis en el desarrollo de conceptos, no disminuye sino que puede aun mejorar la habilidad de los estudiantes para resolver problemas cuantitativos. Menos tiempo para practicar con ese tipo de problemas, no parece tener un efecto adverso. Prestar más atención a problemas cualitativos, sin embargo, no quita la necesidad de ayudar a los estudiantes a aprender a resolver problemas cuantitativos.

Ciertas dificultades conceptuales no son resueltas por la enseñanza tradicional.

Algunas dificultades de los estudiantes, desaparecen durante el curso normal de la enseñanza. Otras parecen resistir fuertemente el cambio. Si son suficientemente serias, éstas pueden impedir un aprendizaje significativo, aunque el desempeño en la resolución de problemas cuantitativos pueda no ser afectada. Hay mucha evidencia de que las dificultades profundamente arraigadas, no pueden ser superadas a pesar de las afirmaciones del profesor.

Un cambio conceptual significativo no acontece a menos que el compromiso intelectual de los estudiantes éste en un nivel suficientemente profundo.

El aumento de la habilidad para razonar, usualmente no es un resultado de la enseñanza tradicional.

La mayoría de los cursos realizados con clases expositivas, tienden a reforzar una percepción de la Física como una colección de hechos y fórmulas.

Con frecuencia los estudiantes no reconocen el rol crítico del razonamiento, ni entienden en qué consiste una explicación física. Muchos no pueden hacer el razonamiento cualitativo necesario para aplicar, a una situación no aprendida de memoria, los conceptos enseñados. Se ha demostrado sin embargo, que esta habilidad puede desarrollarse si a los estudiantes se los

hace practicar resolviendo problemas cualitativos, explicando sus razonamientos. Este exitoso resultado puede ser el beneficio más importante que un estudiante que no seguirá Física, puede obtener de un curso de Física.

Conexiones entre conceptos, representaciones formales y el mundo real, faltan con frecuencia después de la enseñanza tradicional.

Muchos profesores tienden a subestimar este problema, creyendo que éste puede ser correctamente tratado a través de experimentos de laboratorio y clases expositivas. Los resultados de las investigaciones demuestran que éste no es el caso. Los estudiantes necesitan prácticas repetidas, haciendo explícitamente estas conexiones ellos mismos.

Una estructura de trabajo conceptual coherente, no es normalmente un logro de la enseñanza tradicional.

Tal vez la dificultad más seria entre los alumnos de un curso de introducción es el fracaso de muchos para integrar conceptos relacionados entre sí. La falta de una estructura de trabajo coherente puede pasar inadvertida, dado que la manipulación matemática con frecuencia es suficiente para la resolución de problemas standards.

Para ser capaces de aplicar un concepto en una variedad de contextos, los estudiantes deben ser capaces no sólo de definir el concepto, sino también, reconocer su importancia en una situación física dada. Sin embargo, no es usual que desarrollen esta habilidad, a menos que ellos mismos hayan realizado los pasos necesarios para construir el concepto.

IMPLICANCIAS EN LA EDUCACIÓN EN LA FÍSICA.

Las generalizaciones anteriores pueden no ser sorprendentes para profesores con experiencia, muchos de los cuales pueden haber realizado serios esfuerzos para prepararse en los temas que han sido resaltados.

El problema ha sido que en muchos casos las dificultades identificadas por los profesores y los éxitos y fallas de las estrategias de enseñanza que ellos han empleado, no han sido bien documentadas y rápidamente accesibles a otros.

La información ha tendido a ser mayormente

anecdótica. Con frecuencia se dan detalles insuficientes para aplicar una técnica aparentemente exitosa, fuera del ambiente donde fue desarrollada.

El enfoque de la enseñanza basada en la investigación como ha sido descrita, refleja una perspectiva en la cual la Educación en la Física es vista no sólo como ciencia sino también como arte. Es necesario romper el patrón tradicional en el cual los profesores desarrollan su propia intuición acerca de una enseñanza efectiva, practicando con los estudiantes, repitiendo con frecuencia los mismos errores que sus colegas cometieron antes. La meta no es un currículo estático, dado que es esencial una respuesta a nuevos conocimientos y tecnologías.

El desarrollo de los nuevos currículos es progresivo, pero debería también ser iterativo, construyendo sobre logros anteriores. Rigurosas declaraciones y reportes de los resultados deberían ser una parte integral del proceso de desarrollo.

Demasiado a menudo se juzga la calidad de la enseñanza basándose en el entusiasmo del profesor y de los estudiantes. Este no es un indicador válido. Es necesario evaluar cuidadosamente lo que los alumnos han aprendido realmente. Para hacer esto, los profesores de Física deberían delinear sus clases según los resultados de la investigación.

A menos que nosotros estemos dispuestos a aplicar los patrones rigurosos de la ciencia, que aplicamos en las investigaciones más tradicionales, a los temas relacionados con enseñanza y aprendizaje, la presente situación en la Educación en la Física, difícilmente cambie.

1- El Grupo de Educación en la Física de la Universidad de Wahshington es un ejemplo. Si bien los estudiantes graduados son admitidos en el Departamento de Física a través de los canales regulares, ellos deben tomar los mismos cursos que los demás estudiantes, pasan los mismos exámenes requeridos a todos los otros estudiantes, y reciben su Ph.D. en Física.

El nivel de empleo para estos estudiantes, es excelente. Corrientemente trabajan en Departamentos de Física, en museos, y en la industria.

Otros departamentos de física en los cuales los estudiantes graduados hacen investigación en

Educación en la Física, incluyen a la Universidad de Maryland, la Universidad del Estado de Carolina del Norte, la Univ. Estatal de Ohio, la Univ. De Kansas, la Univ. de Nebraska, y la Univ. de Maine en Orono.

2- Algunas de las ideas incluídas en este trabajo han sido expresadas con anterioridad.

Para una discusión más extensa, ver "The Millikan Lecture 1990 : What we teach and what is learned. Closing the gap?" L.C. McDermott, Am. J. Phys. 59, 301-315 (1991) y "How we teach and how students learn. A mismatch?" L.C. McDermott, Am. J. Phys. 61, 295-298 (1993).

3- Se da una lista de unos pocos artículos publicados por el American Journal of Physics y en The Physics Teachers, que tratan los problemas discutidos en este trabajo. Esta lista no pretende ser completa pero provee un punto de entrada a la literatura para físicos que no están familiarizados con este campo de investigación.

D.Hestenes, M. Wells and G. Swackhamer, "Force Concept Inventory", The Physics Teacher 30:3, 141-158 (1992); R. Beichner, "Teaching student interpretation of kinematics graphs", Am. J. Phys. 62, 750-762 (1994); E.F. Redish, "Implications of cognitive studies for teaching physics", Am. J. Phys. 62, 796-803 (1994); F. Reif, "Millikan Lecture 1994: Understanding and teaching important scientific thought processes", Am. J. Phys. 63, 17-32 (1995); R.R. Hake, "Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics

courses", Am. J. Phys. 66, 64-74 (1998); y R. Thornton and D. Sokoloff, "Assessing and improving learning of Newton's laws: The Force and motion Conceptual Evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture curricula", Am. J. Phys. 66, 338-351 (1998).

4- Evidencias que avalan estas generalizaciones pueden encontrarse en los reportes de las investigaciones realizadas por el "Physics Education Group". Los artículos publicados en los últimos cinco años, incluyen:

L.C. McDermott y P.S. Shaffer, "Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding". Am. J. Phys. 60, 994-1003 (1992);

P.S. Shaffer and L.C. McDermott, "Research as a guide for curriculum development: An example for introductory electricity. Part II: Design of an instructional strategy". Am. J. Phys. 60, 1003-1013 (1992); errata del editor a la Part I, Am. J. Phys. 61, 81 (1993);

L.C. McDermott, P.S. Shaffer and M.D. Somers, "Research as a guide for teaching introductory mechanics: An illustration in the context of the Atwood's machine," Am. J. Phys. 62, 46-55 (1994);

R.N. Steinberg, G.E. Oberem and L.C. McDermott, "Development of a computer-based tutorial on the photoelectric effect", Am. J. Phys. 64, 1370-1379 (1990); and

T. O'Brien, P. Pride, S. Vokos and L.C. McDermott, "The challenge of matching learning assessments to teaching goals: An example from the work-energy and impulse-momentum theorems", Am. J. Phys. 66, 147-157 (1998).