

Demostraciones de Física: Elemento Motivador en la Formación del Docente *

(Demonstrations in physics: a motivating element in teacher preparation)

D. Figueroa y G. Gutierrez

Departamento de Física, Universidad Simón Bolívar

Apartado Postal 89000, Caracas-Venezuela

Trabajo presentado en la V RELAEF

Resumen

El valor de las demostraciones como herramienta efectiva en la enseñanza de la física es por todos conocida. Ellas permiten alcanzar una comprensión conceptual de los principios de la física y pueden ser una manera eficaz de "vender" la física a los estudiantes mostrándosela como una actividad intelectual vivida, amena e interesante que va más allá del papel y el lápiz. En la mayoría de las escuelas de educación e institutos pedagógicos de nuestro país son casi inexistentes. Tan sólo han habido esfuerzos individuales que no han logrado llegar a establecer una infraestructura que permita esta actividad en forma sistemática y permanente. En base a una experiencia realizada con estudiantes de ciencias e ingeniería en la USB, proponemos que dentro del plan de formación de docentes de física sean incorporados cursos o talleres de planificación y elaboración de demostraciones relacionadas con las diferentes áreas de la física. Estos cursos permitirán a los futuros docentes afianzar los conocimientos de física adquiridos en las clases de teoría, y ganar confianza y seguridad para enfrentarse al trabajo docente.

Abstract

The value of demonstrations as an effective tool in physics teaching is fully recognized. They facilitate the conceptual understanding of physical principles and they might be an efficient way of "selling" physics to the students showing it as a vivid and interesting activity which goes beyond paper and pencil. However, they are almost inexistent in most schools of education and pedagogical institutes of our country. Just a few individual efforts have been made without reaching the point of establishing a basis for carrying out this activity systematically and permanently. Based on an experience with students of science and engineering at USB, we propose that workshops for planning and designing physics demonstrations should be incorporated into the curriculum of physics teachers preparation courses. These workshops would help the student teachers to assign more meanings to the physical knowledge acquired in theoretical classes and to gain confidence in facing the teaching activity.

Tradicionalmente en nuestro país se ha observado que en todos los niveles existe una tendencia a enseñar la física con un enfoque abstracto muy similar al de la matemática. Así, la física aprendida por los jóvenes ha degenerado en la memorización de fórmulas y símbolos sin ninguna relación con el mundo físico real. El conocimiento que el estudiante almacena en su memoria

resurge en el momento del examen, manipula con facilidad expresiones que involucran unos cuantos símbolos y finalmente sustituye letras por números para obtener un resultado cuyo significado físico no se detiene a analizar. Como consecuencia, en él se producen concepciones erróneas, pobreza en el manejo de los conceptos básicos, y no llega a tener la percepción de lo que puede hacer con el conocimiento, sobre todo al enfrentar situaciones nuevas.

*Trabajo presentado en la V Reunión Latino-Americana sobre Educación en Física, Porto Alegre (Gramado), 24 al 28 de Agosto de 1992.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, una actividad que puede distinguir la física de la matemática y motivar al docente a enfatizar los aspectos conceptuales es la ilustración de éstos mediante experimentos demostrativos. Precisamente, la física más que ninguna otra ciencia, ofrece la posibilidad de demostrar sus principios con experiencias sencillas y directas. Nuestros docentes usualmente escogen una sola vía para enseñar física: mediante fórmulas. Esta es la manera más fácil de hacerlo, y es en la que ellos se sienten con más confianza por que no exige justificaciones para convencer a los alumnos.

La excusa que usualmente se esgrime para no realizar experimentos, es la falta de recursos para la adquisición de material de laboratorio, lo cual es cierto. Sin embargo, existe otra realidad que no podemos negar y es más seria que la anterior, ésta es la falta de creatividad de muchos docentes y su deficiente preparación en la conducción de actividades de tipo experimental.

Pensamos que en la formación del docente en física deben considerarse tres ingredientes esenciales:

- a) La clase teórica
- b) El laboratorio, y
- c) Las demostraciones de fenómenos físicos

La **clase teórica** consiste principalmente en el desarrollo de aspectos formales de la física. En ella se consideran las hipótesis y los modelos más relevantes expuestos en un lenguaje matemático. En este aspecto se considera como objetivo importante que el estudiante desarrolle la capacidad de construir modelos para describir fenómenos físicos y aprenda los principales paradigmas de la física.

El **laboratorio** debe cumplir, entre otros con los objetivos primarios siguientes:

- 1) Aprender procedimientos y adquirir destrezas para observar, medir, relacionar y controlar variables físicas en forma precisa mediante el uso de instrumentos.
- 2) Aprender a analizar data experimental y sistematizar los resultados para confirmar o negar las predicciones hechas a partir de las hipótesis y teorías aprendidas en el aula, y para resolver problemas tal como lo hacen los científicos.

Las **demostraciones** cumplen un papel muy diferente al trabajo del laboratorio y por lo tanto, sería erróneo concebirlas como un sustituto de éste. En el laboratorio el estudiante debe trabajar en forma cuidadosa, examinar reproducibilidad de la data, escoger la forma apropiada de gráficos, etc.,... Este proceso le toma un tiempo largo, de modo que durante un curso sólo puede realizar unos pocos experimentos; aquellos que se consideran relevantes en física. En las demostraciones la observación del fenómeno en un tiempo breve es más importante que la precisión del resultado; esto

le brinda la oportunidad de poder presenciar en una sesión, una inmensa variedad de situaciones.

El valor de las demostraciones como herramienta efectiva en la enseñanza de la física es por todos conocida y de hecho existen universidades en el mundo de reconocido liderazgo que han acumulado una gran experiencia en esta área. Desafortunadamente, en la mayoría de las escuelas de educación e institutos pedagógicos de nuestro país no existe tal tradición. Las demostraciones son casi inexistentes y tan sólo han habido esfuerzos individuales que no han logrado llegar a establecer una infraestructura que permita esta actividad en forma sistemática y permanente.

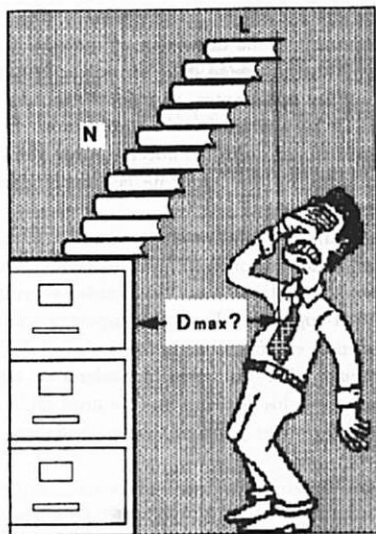
Demostraciones en la Universidad Simón Bolívar

El rendimiento de los estudiantes en los cursos básicos de física de la USB, es cada día más alarmante, existiendo un rechazo hacia la asignatura, lo cual es grave si tomamos en consideración que nuestra universidad únicamente ofrece carreras en áreas tecnológicas y científicas, pues éstas requieren de una formación sólida en física. Esta situación nos ha llevado a intentar presentar la disciplina de una manera más atractiva, incorporando las demostraciones como elemento motivador en el proceso de enseñanza.

Indudablemente que el éxito de una demostración depende de la selección de la misma, del momento en que se realice y de la forma en que sea presentada. Atendiendo a esto, en la universidad las demostraciones se realizan tres veces por trimestre en un auditorio para una audiencia de 200 personas. A cada sesión asisten varias secciones de estudiantes con sus profesores.

Previo a la demostración se presenta una transparencia en pantalla grande que ilustra la idea o lo que se pregunta en forma gráfica. Se procura que estudiantes voluntarios suban al escenario y participen activamente en las experiencias. Las demostraciones son acompañadas con explicaciones breves con un énfasis en lo conceptual y tratando siempre de imprimirle un toque de humor.

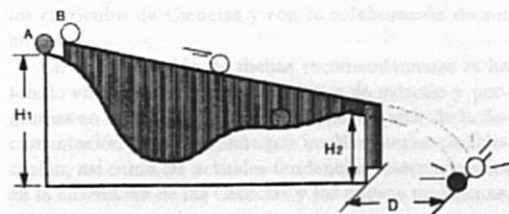
En cuanto a la selección de las demostraciones, se procura presentar fenómenos que tengan una componente de espectacularidad, causen impacto sensorial y generen la necesidad de una explicación. Hemos desarrollado un repertorio de más de 100 demostraciones, las cuales varían desde juguetes que son de fácil adquisición en el mercado (ruedas de bicicleta, pelotas, trompos,...), pasando por aparatos hechos con materiales de bajo costo pero procurando contruirlos de gran tamaño para que sea fácil su observación; hasta monta-



jes que requieren elementos mas sofisticados como rayos laser, superconductores de alta temperatura, etc...

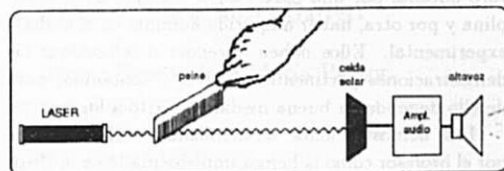
Hemos encontrado que las demostraciones que causan mayor interés son aquellas cuyos resultados están en contradicción con lo esperado por los estudiantes. Pensamos que éstas pueden conducir al estudiante a reconsiderar el dominio que creía tener sobre algún principio físico. Una de tales demostraciones es la mostrada en la figura siguiente:

Dos bolas idénticas A y B se sueltan simultáneamente desde la misma altura inicial H_1 por rieles diferentes, de forma irregular y otro recto, estando sus puntos finales a igual altura H_2 . Se pregunta cuál de las bolas llega primero? La mayoría de los estudiantes se sorprenden de ver que la pelota A que ha recorrido el tramo de mayor longitud es la que gana la competencia.



Otras pueden requerir de aparatos más elaborados como el que se ilustra a continuación: consiste en enviar

un haz laser a una celda solar conectada a un amplificador de audio. El haz de luz puede ser modulado, "serruchándolo" con un peine, cuyo efecto es detectado en forma espectacular mediante un altavoz.



Podemos decir que las demostraciones pueden ser una manera eficaz de "vender" la física a los estudiantes mostrándosela como una actividad intelectual vívida, amena e interesante que va más allá del papel y el lápiz y con lo cual, se podrían lograr los siguientes objetivos:

- 1) Desarrollar familiaridad con fenómenos físicos, estimular la capacidad de observación y adquirir sentido de la realidad.
- 2) Establecer conexiones entre la teoría del curso de física y el mundo real que rodea al joven mediante experiencias eminentemente sensoriales.
- 3) Mantener la atención del estudiante, provocar sorpresa y aún usa.
- 4) Aclarar la comprensión de un concepto o mostrar alguna aplicación de éste.
- 5) Generar curiosidad en los estudiantes para explicar lo observado, motivar preguntas y estimular la discusión activa.
- 6) Producir conflicto cognitivo al evidenciar discrepancias entre las ideas de los estudiantes (predicción) y el resultado observado en el experimento.

Hasta ahora no se ha realizado una evaluación objetiva del impacto de estas demostraciones en el proceso de aprendizaje de nuestros estudiantes ya que este proyecto se inició hace apenas año y medio. Sin embargo, creemos que ha generado un auténtico entusiasmo, como se desprende de los comentarios que se han suscitado entre los estudiantes y las opiniones de los profesores.

Las Demostraciones en la Formación del Docente

En base a lo anterior, proponemos que dentro del plan de formación de docentes de física, sean incorporados cursos o talleres de planificación y elaboración de

demonstraciones relacionadas con las diferentes áreas de la física. Estos cursos permitirá a los futuros docentes afianzar los conocimientos adquiridos en las clases de teoría, y ganar confianza y seguridad para enfrentarse al trabajo docente.

La realización de las demostraciones requiere del futuro docente por una parte, tener dominio de la disciplina y por otra, haber adquirido dominio en el trabajo experimental. Ellos deben aprender a seleccionar las demostraciones pertinentes al nivel y contenido, pues de ello depende en buena medida el éxito a lograr.

Las demostraciones desarrolladas exclusivamente por el profesor como la hemos implementado en la USB, consideramos que no son recomendables en el caso de la formación del docente de física. Es importante que ellos participen activamente, tanto en la planificación como en la implementación de las demostraciones, lo cual les permitirá desarrollar múltiples destrezas motoras y cognitivas. Las explicaciones a lo observado deben ser discutidas entre los estudiantes en la clase, incitándolos a relacionarlas con lo estudiado en los cursos teóricos.

Existen revistas periódicas como *The Physics Teacher* y *Physics Education* que son excelentes fuentes de ideas para demostraciones. También hay un gran número de textos sobre demostraciones de física^[1,2,3] los cuales representan una buena guía de trabajo.

La mayoría de éstos presentan sugerencias en cuanto a los materiales, y detalles del montaje o construcción de la experiencia. La obtención de material y preparación de la demostración debe ser una actividad compartida con los estudiantes, en muchos casos los materiales son de fácil adquisición o elaboración. El grado de supervisión por parte del docente, dependerá de las habilidades de los jóvenes, y de la complejidad de la demostración.

Para finalizar, queremos destacar nuevamente el papel de las demostraciones en el ámbito educativo; ellas evidentemente motivan a los estudiantes y promueven la actividad cognitiva. Estos dos aspectos son fundamentales en la enseñanza de la física a nivel de la educación media. Por tal razón, consideramos de suma importancia que los docentes de éste nivel estén preparados para organizar y dirigir tales actividades.

Bibliografía

1. G. D. FREIER and F. J. ANDERSON, *A demonstration Handbook for Physics*, A.A.P.T. (1981).
2. H. MEINERS, ed. *Physics Demonstrations Experiments*, New York, Ronald Press (1985).
3. R. EHRLICH, *Turning the World Inside Out*, Princeton University Press, New Jersey (1990).