

Desarrollo de un prototipo didáctico como alternativa pedagógica para la enseñanza del concepto de inducción electromagnética

Julio Enrique Duarte*

Guerly José Gutiérrez**

Flavio Humberto Fernández Morales***

Artículo recibido: 6-6-2006 y aprobado: 2-5-2007

Development of a didactic prototype as a pedagogic alternative to teaching the induction electromagnetic concept

■ **Resumen:** En la enseñanza de las ciencias y la tecnología es importante el empleo de prácticas pedagógicas que aprovechen la creatividad de los estudiantes, a la vez que los motivan a profundizar los conceptos subyacentes. En este sentido, se sugiere la utilización de material didáctico que permita la interacción del estudiante con los principios involucrados y sus respectivas aplicaciones. En el presente trabajo se describe el desarrollo de un prototipo didáctico como herramienta pedagógica para la enseñanza del concepto de inducción electromagnética. Como resultado del proceso de diseño y fabricación se obtuvo un prototipo compacto, de bajo costo y fácil de operar, que sirve para ilustrar el principio de funcionamiento de un generador eléctrico. Con este prototipo también es posible profundizar conceptos propios de los circuitos eléctricos, a través de la medición de parámetros como la corriente y tensión generadas. En la metodología propuesta para la aplicación del material desarrollado se enfatizan: el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje significativo y el aprendizaje cognitivo, donde los estudiantes manipulan el fenómeno físico y deducen los conceptos involucrados, mientras que el docente se convierte en el orientador del proceso.

Palabras claves: prototipo didáctico, innovación pedagógica, enseñanza de ciencia y tecnología, inducción electromagnética.

■ **Abstract:** In the teaching of Science and Technology, it is important to bear in mind the use of pedagogical practical works that take advantages of the students' creativity which at the same time motivate them to deepen in the subjacent concepts. In this sense, the use of a didactic material is recommended to make possible the students' interaction with the involved principles and their respective applications. In this paper, the development of a didactic prototype is described as a pedagogical tool for teaching the concept of electromagnetic induction. As a result of the designing and fabrication process, a compact prototype was obtained. It was produced at a low cost and, it is easy to operate and it serves to illustrate the working system of an electric generator. It is also possible to deepen concepts referring the electric circuits through the measurement of parameters as the current and generated voltages. In reference to the methodology proposed for the application of the material developed, the following approaches are emphasised: Learning by Discovery, Meaningful Approach and Cognitive Approach where the students operate the physical phenomena and deduce the involved concepts while the teacher is considered as a guide of the learning process.

Key words: didactic prototype, pedagogical innovation, teaching of science and technology, electromagnetic induction.

* Profesor titular y Doctor en Física de la Universidad de Barcelona. Coordinador del grupo de Didáctica para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en niños, DECTEN. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama. julioenriqueduarte@latinmail.com

** Profesor asociado, Licenciado en Ciencias de la Educación y Especialista en Informática para la Docencia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama. Grupo de Didáctica para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en Niños, DECTEN.

*** Profesor asociado y Doctor en Ingeniería Electrónica de la Universidad de Barcelona. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama. Grupo de Didáctica para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en Niños, DECTEN. flaviofm1@gmail.com

Introducción

La principal meta de la educación es proporcionar a los jóvenes una formación básica e integral, coherente con las necesidades y los retos de una sociedad en permanente evolución. Una formación de estas características abarca tanto aspectos humanísticos como matemáticos, científicos y tecnológicos, que han de ser introducidos, de un modo racional y progresivo, desde los niveles básicos de enseñanza (Rosado y García, 2005). A la hora de analizar la enseñanza habitual, es necesario tener en cuenta que la introducción de un concepto responde a un proceso de discusión y reelaboración a partir de una problemática concreta. En este sentido, una de las principales características de la naturaleza de la ciencia es el papel protagonista de los problemas como motor del desarrollo de las teorías, que permiten pasar a otras nuevas de mayor poder explicativo de los fenómenos considerados (Furió y Guisasola, 2001).

La sociedad reclama ciudadanos con un grado de cultura científica y tecnológica que permita tomar decisiones de forma responsable y con conocimiento de causa respecto a la adaptación y adopción de nuevas tecnologías, a la vez que les permita comprender el impacto que estos cambios tecnológicos generan en su cotidianidad (Acevedo *et al.*, 2006).

De otro lado, existe una preocupación mundial por el poco interés de los estudiantes a ingresar en programas universitarios de ciencia y tecnología debido, entre otras causas, a los bajos salarios que devengarán, una vez sean profesionales, comparados con otras profesiones, y a la poca difusión que

las instituciones de educación superior realizan en los colegios (Kam, 2005).

Otro aspecto que influye negativamente en el interés por la ciencia y la tecnología es el empleo de didácticas tradicionales que no han evolucionado para integrar nuevas herramientas que estimulen y faciliten el estudio y comprensión de temáticas que, en principio, pueden parecer complejas; así como la apatía de los docentes a mantenerse actualizados en sus temáticas de trabajo (Leventon, 2005). Colombia no es ajena a esta problemática y una muestra de ello es que en las pruebas Saber Ciencias, programadas por el Ministerio de Educación Nacional, se han detectado, reiteradamente, deficiencias en la formación en las áreas de ciencia y tecnología en Educación Básica.

Varios autores han planteado la necesidad de incluir en los programas de física de secundaria y bachillerato el concepto de campo a pesar de que ello siempre ha resultado difícil, tanto para profesores como para alumnos (Martín y Solbes, 2001). La importancia del concepto de campo (en particular campo de fuerzas) tanto desde un punto de vista científico como técnico es indiscutible. El impacto que el descubrimiento de las ondas electromagnéticas ha tenido sobre la física es muy profundo (Feynman, 1972). Ellas le han impuesto una segunda revolución conceptual, mientras que, desde un punto de vista técnico, el nacimiento de la electrotecnia, la transmisión de señales y la revolución en las comunicaciones nos han llevado a la nueva era de la información.

Basados en lo anterior, el grupo de Didáctica para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en Niños, DECTEN,

dentro de sus líneas de investigación trabaja en el desarrollo de prototipos didácticos como herramientas pedagógicas para la enseñanza de ciencia y tecnología, con el fin de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje y, por consiguiente, mejorar la calidad de la educación e incentivar una cultura científica e investigativa dentro de la población estudiantil.

Por esta razón, en el presente trabajo se plantea el desarrollo de un prototipo didáctico para la enseñanza del concepto de inducción electromagnética a través de su aplicación como principio del generador eléctrico. A continuación se describe la metodología para el desarrollo del prototipo, así como la propuesta de su aplicación pedagógica en el aula.

Metodología sugerida para el desarrollo del prototipo

A la hora de enseñar ciencias se cuenta con elementos importantes como la creatividad, motivación, curiosidad y la experiencia cotidiana de los estudiantes, los cuales pueden ser explorados fácilmente, de una manera lúdica y didáctica, con el desarrollo de prototipos didácticos. Otro elemento a favor de los docentes, es que la ciencia y la tecnología dan campo a la experimentación y al trabajo en el laboratorio; permitiendo de esta manera pasar de la vieja retórica en clase a una metodología de aprender haciendo.

El diseño e implementación de un prototipo didáctico para la enseñanza de conceptos científicos y tecnológicos, en general, deberá involucrar como mínimo los siguientes componentes pedagógicos:

- Identificar el concepto científico o el problema pedagógico a resolver, para el cual se va a implementar la ayuda didáctica.
- Se debe tener en cuenta para qué y para quién es el prototipo; es decir, identificar el objetivo pedagógico de la ayuda y el tipo de usuario con el que se desea trabajar.
- Establecer los preconceptos de los estudiantes en la temática científica y/o tecnológica que se desea profundizar.
- Los conceptos y las ideas que se quieren transmitir.
- Que sea llamativo e impactante.
- Que, en lo posible, los conceptos estudiados se integren en la comprensión de los fenómenos físicos inmersos en su actividad cotidiana.
- Brindar seguridad a la hora de su manipulación.

En combinación con los componentes pedagógicos mencionados, la construcción deberá contemplar las siguientes etapas:

- Revisión bibliográfica con el fin de conocer los contenidos teóricos y conceptuales necesarios para su construcción.
- Desarrollo del prototipo propiamente dicho, el cual comprende diseño, construcción, prueba y puesta a punto.

Una vez disponible el prototipo se procede a diseñar la metodología necesaria para su utilización en el laboratorio, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Elaboración del plan de clase y las guías para su utilización.
- Aplicación de las guías a los estudiantes mediante una prueba piloto.

- Análisis de los resultados obtenidos en la prueba piloto.
- Ajustes de la pedagogía, la metodología y las didácticas aplicadas para optimizar la comprensión del concepto científico por parte del estudiante.

Diseño y construcción del prototipo

Con el diseño y la construcción del prototipo, basado en el concepto de inducción electromagnética, se busca la comprensión del tema por parte de estudiantes de los grados tercero a quinto de Educación Básica (7 a 11 años). Mediante la observación y manipulación de este prototipo se desarrolla un sencillo experimento y, basados en el modelo de aprendizaje seleccionado por el docente, es posible que cada estudiante asimile los conceptos involucrados y los integre de modo que puedan ser utilizados en circunstancias diferentes dentro y fuera del aula. De esta manera, cada niño observa, mide, formula hipótesis, se asombra ante el hallazgo de una manera lúdica y satisface sus expectativas, conjugando la acción-comprensión.

Descripción física

En este caso el tema de estudio seleccionado es el de inducción electromagnética, el cual se relaciona con otro más complejo como es el concepto de campo electromagnético. Una de las aplicaciones del principio de inducción electromagnética consiste en generar energía eléctrica a partir de un campo magnético, cuando las líneas de campo son cortadas por un conductor en forma de bobina. De esta manera el generador emplea un principio físico completamente diferente al de las pilas y

acumuladores, cuya fuente de energía se debe a unas reacciones químicas (Soler y Negro, 1973).

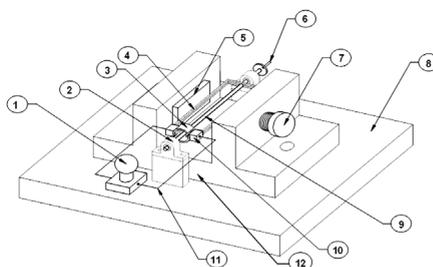


Figura 1. Partes del generador: 1) bombilla de linterna; 2) rodamientos; 3) colector, anillo de bronce de 2 cm de diámetro; 4) bobina de alambre de cobre calibre 28; 5) imanes permanentes; 6) manivela de hierro, cabo de madera; 7) tornillos portapolos de hierro; 8) base de madera de 30 cm x 40 cm; 9) eje del rotor; 10) escobillas metálicas; 11) cables de conexión; 12) plataforma en aluminio (Fernández, 1996).

En el generador propuesto (véase figura 1) se desglosan sus partes constitutivas; así, los imanes permanentes forman un campo magnético constante, el cual es atravesado por la bobina conductora, que está montada sobre un eje que gira libremente por acción de la manivela movida por el estudiante. Como carga del circuito se utiliza una bombilla de linterna, que se enciende por efecto de la corriente eléctrica inducida en la bobina, la cual es extraída de allí a través del anillo colector en contacto con las escobillas metálicas. Todo este conjunto está anclado a una base metálica de aluminio para darle la estabilidad suficiente y para hacerlo fácil de transportar. En la figura 2 se observa la configuración final del prototipo y todas sus partes constitutivas referenciadas en la figura 1.

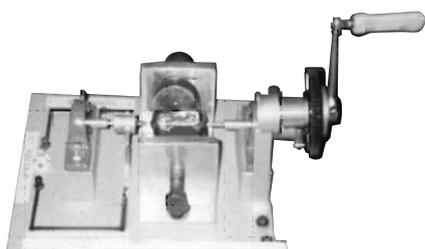


Figura 2. Configuración final del prototipo.

Para verificar la ocurrencia de la inducción electromagnética es necesario instalar un dispositivo externo que cierre el circuito eléctrico y actúe como carga, que en este caso es la bombilla. Al girar la manivela fluye la corriente eléctrica encendiendo la bombilla lo cual se puede apreciar en la figura 3 (González, 2003).

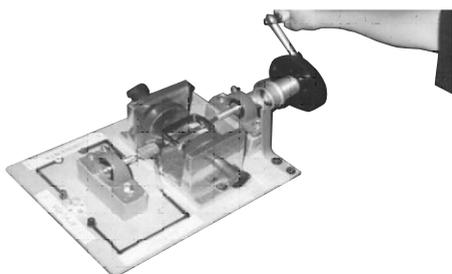


Figura 3. Generador en funcionamiento.

Con este prototipo también es factible profundizar conceptos propios de los circuitos eléctricos y la medición de sus parámetros. Por ejemplo, es posible utilizar multímetros para medir la tensión y la corriente generadas, relacionando estos parámetros con la velocidad de giro de la manivela y con el número de espiras de la bobina.

Acción pedagógica

Antes de utilizar el prototipo con los estudiantes, el docente deberá establecer la metodología y programar su utilización.

El planeamiento de la clase se efectúa previendo las capacidades y logros que se podrán obtener de la aplicación del prototipo.

La siguiente es una secuencia de actividades sugerida para el óptimo aprovechamiento del prototipo en el desarrollo del concepto de inducción electromagnética.

1. El imán produce líneas de campo: para entender este concepto, se manipulará un imán permanente sobre el que se coloca una hoja de papel y sobre ella se esparcen limaduras de hierro para visualizar las líneas de campo creadas por el imán.
2. Identificación de los polos magnéticos: previa ilustración del profesor acerca de la existencia del polo norte y del polo sur, y con la ayuda de un par de imanes, el papel y las limaduras de la actividad anterior, se describirán las líneas de campo creadas por dos polos enfrentados: polo norte frente al polo sur.
3. La bobina: está construida de un material conductor, por ejemplo, alambre de cobre, el cual contiene electrones dispuestos a moverse dentro de la misma.
4. Utilización del prototipo: en esta actividad se verificará que las líneas de campo magnético, cuando son atravesadas por una bobina conductora, generan una corriente eléctrica sobre ella, siendo este el principio de inducción electromagnética.

A partir de estas actividades empieza la lúdica con el prototipo, en el sentido de que se puede analizar la luminosidad de la bombilla en función de la velocidad de giro de la manivela ejecutada por el estudiante. También, se puede cambiar

el número de espiras de la bobina y establecer su influencia en la luminosidad de la bombilla.

Adicionalmente se pueden utilizar aparatos de medida, como el galvanómetro y el voltímetro, que permiten obtener resultados cuantitativos que sirven para complementar y contrastar la información cualitativa mediante la observación.

Con los estudiantes de 10 y 11 años se sugiere la tabulación e interpretación de resultados, mediante la elaboración de una tabla con los valores obtenidos experimentalmente, lo cual permitirá construir gráficas con las variables involucradas: revoluciones por minuto de la manivela, número de espiras de la bobina, luminosidad de la bombilla, corriente y tensión.

Conclusiones

Como resultado del proceso de diseño y fabricación se obtuvo un prototipo de bajo costo, fácil de operar, basado en el concepto teórico de inducción electromagnética, que se ilustra a través del principio de funcionamiento de un generador. Con este prototipo también es posible introducir conceptos propios de los circuitos eléctricos, mediante la medición de sus parámetros de operación.

La implementación de prácticas pedagógicas que permiten la interacción del estudiante con los fenómenos físicos, a través de prototipos didácticos,

desarrolla su creatividad, curiosidad y motivación hacia los conceptos científicos involucrados y sus respectivas aplicaciones.

Además, la utilización del prototipo aquí presentado es muy enriquecedora, pues induce al estudiante a practicar el método científico, y permite definir variables, manipularlas, medirlas, tabular sus valores, graficarlas e interpretarlas.

Igualmente, es innegable que desarrollar una clase de ciencia y tecnología con la utilización de didácticas innovadoras, que involucren la lúdica como un componente básico en la construcción del conocimiento, facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje y brinda más posibilidades de éxito, ya que se mantiene expectante al estudiante durante la realización del experimento.

Desde el punto de vista pedagógico, en la utilización del prototipo se resalta que la manera de descubrir el conocimiento tiene que ver directamente con los estudiantes, quienes realizan el trabajo de comprender a su manera, a medida que realizan el experimento, mientras que el maestro actúa como guía del proceso.

Con el uso de nuevas didácticas es posible acercar temáticas científicas y tecnológicas a la población en edad escolar, contribuyendo así a la formación de usuarios cultos de la tecnología, que podrán tomar decisiones más conscientes y acertadas en cuanto a la adopción y adaptación de nuevas tecnologías. ▲

Bibliografía

- Acevedo, J.; Vázquez, A.; Martín, M.; Oliva, J.; Acevedo, P.; Paixao, M. y Mansanero, M. (2006). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana: Una revisión crítica. *Revista Eureka para la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140.
- Fernández, R. G. (1996). *Construyamos un motor*. Barcelona: Labor Bolsillo Juvenil, Editorial Labor.
- Feynman, R. F. (1972). *Lectures on Physics*, Vol. II. México: Editorial Fondo Educativo Interamericano.
- Furió, C. y Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 319-334.
- González Barbosa, B. Y. (2003). *Diseño y construcción de un prototipo didáctico para la enseñanza del campo electromagnético en niños*. Trabajo de grado, Licenciatura en Educación Industrial. Duitama: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama.
- Kan, M. (2005). Pre-college engineering education presents an epic challenge. *The Interface IEEE*, 1, 1-3.
- Leventon, W. (2005). Teaching teachers technology. *IEEE The Institute*, 29(1), 11-13.
- Martín, J. y Solbes, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo en física. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 393-403.
- Rosado, L. y García, A. (2005). Razones didácticas y epistemológicas de la introducción de nociones de física de semiconductores en educación secundaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3). Consultado en: www.sauum.uvigo.es/reec.
- Soler, P. y Negro, A. (1973). *Física práctica básica*. Madrid: Editorial Alambra.