

Estrategia de aprendizaje basado en problemas para aprender circuitos eléctricos

Diego Fernando Becerra Rodríguez
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, IPN
Universidad Pedagógica, Colombia

Resumen

En el transcurso de los años, algunos investigadores han comprobado que cuando los docentes desarrollan sus clases de una manera tradicional –entendiendo esta manera de enseñanza como la ejecución de clases centradas netamente en el docente y la repetición continua de ejercicios y problemas de aplicación por parte de él– los estudiantes no interiorizan los conceptos expuestos, sino que solo memorizan procesos matemáticos que no permiten contextualizar ese conocimiento en situaciones diferentes a las que han memorizado. En ese sentido, se diseñó y ejecutó, en cinco sesiones de clase, una estrategia de aula que se considera innovadora, pues emplea una variante de la metodología del aprendizaje basado en problemas, para complementar el proceso de enseñanza/aprendizaje de la construcción y el análisis de circuitos eléctricos. Se usaron las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), un tablero inalámbrico de bajo costo y un *software* de tipo experimental a los que se atribuye una contribución a la mejora del aprendizaje y la calidad de la enseñanza. La estrategia, con sus componentes, son herramientas que, si se les da un buen enfoque pedagógico, permiten generar en los estudiantes confianza, motivación y dar espacio para un proceso activo y continuo en el desarrollo de su conocimiento.

Palabras clave

Aprendizaje basado en problemas, TIC, circuitos eléctricos.

Problem-based learning strategy for studying electric circuits

Abstract

Throughout the years, some researchers have confirmed the fact that when teachers give traditional classes (e.g. teacher-centered lessons, continuous repetition of exercises and implementation problems) students do not embrace the explained concepts, but only memorize mathematical processes that do not allow them to contextualize knowledge in situations that differ from the one they have memorized. Following these studies, a teaching strategy has been designed and executed in five class sessions: It is considered innovative because it introduces a variation from the problem-based learning methodology. It complements the teaching/learning process on the subject of building and analysing electric circuits through information and

Keywords

Problem-based learning, information and communication technologies, electric circuits.

Recibido: 05/10/2013
Aceptado: 11/12/2013

communication technologies. Most notably the strategy used a low-cost wireless board and experimental software that have been regarded as contributing to learning improvement and higher teaching quality. The strategy and its component parts are tools that, under an appropriate pedagogical approach, inspire students with confidence and motivation – allowing an active and continuous knowledge development process

Introducción

Este es un trabajo de investigación en el que se muestra una estrategia de aula que se considera innovadora en cuanto a la orientación de un proceso de enseñanza/aprendizaje que involucra el uso de dos herramientas tecnológicas: un tablero inalámbrico de bajo costo y un *software* educativo de tipo experimental. El propósito de la estrategia es generar en los estudiantes confianza, motivación y permitir mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje del tema de circuitos eléctricos. También se pretende aproximar a los estudiantes al manejo y comprensión de los conceptos básicos de la naturaleza de la electricidad, las magnitudes eléctricas y los circuitos eléctricos, entre otros.

Este trabajo se ejecutó en el Colegio Universidad Cooperativa de Colombia, que está ubicado en la Av. Caracas núm. 37-63 en Bogotá D. C., Colombia. Se trabajó con los estudiantes del grado 11 de la institución durante cinco sesiones en las que, inicialmente, se identificaron los conocimientos previos de los estudiantes y, posteriormente, hubo un desarrollo de diferentes actividades en el aula.

Acerca de la innovación educativa

La palabra innovación proviene del sustantivo latino *innovatio*; etimológicamente, es *novus*, que constituye la base de un campo léxico extenso conformado por: *novus*, *novitas*, *novius*, entre otros. Rivas (2000) comenta que es interesante resaltar la existencia en latín del verbo *novus* (*novare*), sin prefijo, cuyo significado equivale al de los verbos innovar y renovar. Por otro lado, la educación para la UNESCO (1996) es un instrumento indispensable para que la humanidad pueda progresar hacia los ideales de paz, libertad y justicia social. La educación se fundamenta en cuatro grandes pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser.

La innovación educativa puede comprenderse de diversas maneras dependiendo de los contextos socio-culturales y económicos que rodeen la región en la que se centre un estudio o una aplicación. Aunque son diversas las definiciones de innovación

educativa, Cañal De León y colaboradores (2002) la entienden como:

Un conjunto de ideas, procesos y estrategias, mediante los cuales se tratan de introducir y provocar cambios en las prácticas educativas vigentes. La innovación no es una actividad puntual sino un proceso, un largo viaje que se detiene a contemplar la vida en las aulas, la organización y dinámica escolar, así como la cultura profesional del profesorado. Su propósito es alterar la realidad vigente, modificando concepciones y actitudes, alterando materiales, métodos e intervenciones y mejorando o transformando, según los casos, los procesos de enseñanza y aprendizaje. La innovación, por tanto, va asociada al cambio y tiene un componente explícito u oculto ideológico, cognitivo, ético y afectivo. Porque la innovación apela a la subjetividad del sujeto y al desarrollo de su individualidad, así como a las relaciones teoría práctica inherentes al acto educativo. (pp. 11-12)

Por otro lado, Imberñón (1996) afirma que la innovación educativa es una actitud, así como el proceso de indagación de ideas, propuestas y aportaciones nuevas en un ambiente escolar. Estas acciones deben ser ejecutadas en conjunto, para poder dar solución a situaciones problemáticas de la práctica educativa, lo que implicará un cambio en los contextos y en la práctica institucional de la educación. Asimismo, Pascual (1988) comenta que la innovación educativa simboliza una batalla contra la realidad de un ambiente social tal cual es, o sea, una batalla contra lo mecánico, rutinario y usual (p. 86). Entonces, se supone una apuesta por lo que colectivamente se ve como deseable, por la imaginación creadora para transformar lo existente. La innovación equivale a un determinado clima en todo el sistema educativo que desde la administración, los profesores y alumnos genere y propicie la disposición a indagar, descubrir, reflexionar y criticar con el fin de cambiar para bien.

En conclusión, la innovación educativa implica ejecutar acciones vinculadas con actitudes y procesos de investigación para la solución de problemas que generen un cambio en la práctica educativa. Rimari (2002) muestra que el objetivo principal de los procesos de innovación es mejorar la calidad de la educación, pero que también tiene otros objetivos, entre los que se encuentran:

- ▶ Promover actitudes positivas en toda la comunidad educativa en función de un comportamiento permanente, abierto a la necesidad del cambio y sus implicaciones, a la adecuación del currículo y a las necesidades e intereses de los estudiantes.
- ▶ Crear espacios y mecanismos en las instituciones educativas para identificar, valorar, sistematizar, normalizar, aplicar y

difundir las experiencias novedosas que contribuyan a la solución de problemas educativos que estén afectando la calidad de los aprendizajes de los estudiantes.

- ▶ Animar el desarrollo de propuestas educativas válidas que respondan a la realidad de nuestro país y que rescaten la creatividad, la riqueza humana y los recursos naturales y culturales que provee nuestro medio.
- ▶ Promover transformaciones curriculares flexibles, creativas y participativas acordes con las necesidades de los sujetos y de su comunidad, procurando una educación de calidad y de aprendizajes significativos.

Por su parte, Barrantes (2001), en su publicación sobre la innovación educativa, cuenta que los campos de acción de la misma se centran en:

1. Los planes y programas de estudio.
2. El proceso educativo.
3. El uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC).
4. Las modalidades alternativas para el aprendizaje.
5. En el Gobierno, la dirección y la gestión.

En ese sentido, esta investigación es innovadora en el ambiente escolar donde se llevó a cabo, ya que en él los procesos de enseñanza se han venido desarrollando de manera tradicional, entendida esta manera de enseñanza como las clases centradas netamente en el docente y la repetición continua de ejercicios y problemas de aplicación por parte de él. Asimismo, la investigación es innovadora en el sentido de que la institución cuenta con algunos materiales disponibles para hacer posible el funcionamiento del tablero inalámbrico y las computadoras para ejecutar el *software* educativo.

En la investigación se hizo una fusión entre los números 3 y 4, citados arriba, debido a que la propuesta fusiona en un mismo escenario pedagógico tres herramientas pedagógicas, como lo son: en el aspecto disciplinario, el estudio, análisis y construcción de circuitos eléctricos; en lo tecnológico, la incorporación de un tablero inalámbrico de bajo costo, sumado con un *software* educativo de tipo experimental; y, en lo pedagógico, el aprendizaje basado en problemas. En este caso, se intenta generar cambios sobre diversas variables que entran en juego en un proceso de enseñanza/aprendizaje, ya que implica involucrar aspectos administrativos, de organización escolar y áreas del conocimiento con objetos permanentes de reflexión para adecuarse a un determinado sentido escolar. Aquí se intersectan elementos teóricos de la física, en la medida en que pueda resolver la problemática interna que se plantea.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta las afirmaciones que hacen Díaz y colaboradores, para quienes es necesario considerar diversos factores de índole personal que condicionan las actitudes de los profesores para participar en procesos de innovación y que, en consecuencia, dificultan el progreso profesional. Los argumentos y resistencias ante cualquier estrategia de cambio se pueden considerar como barreras que se utilizan para no implicarse personalmente en procesos de formación y, por consiguiente, implican elementos negativos en relación con el desarrollo; asimismo, se considera pertinente tener en cuenta para la orientación de la propuesta los comentarios de García y Redondo (2010), quienes recomiendan no equivocarse cuando se concibe la innovación como el proceso de utilizar las TIC solo por utilizarlas, mientras se sigue haciendo lo mismo, sólo que con nuevos recursos tecnológicos. Se debe innovar utilizando los logros que va consiguiendo la pedagogía en relación con la ciencia, la tecnología y la sociedad. Innovar no es un proceso sencillo, se requiere algún tiempo de planeación y mucha constancia para que pueda hacerse realidad.

Problemática

Durante el ejercicio docente se han evidenciado en los estudiantes errores conceptuales relacionados con la comprensión y construcción de diagramas esquemáticos de circuitos eléctricos. En la institución, se hizo una observación detallada sobre los aspectos teóricos y prácticos del tema de dichos circuitos. Estas observaciones corroboran los resultados de la investigación hecha por McDermott y Shaffer (1992), quienes encontraron que los estudiantes cometen errores y tienen dificultades con conceptos relacionados con diferencia de potencial, resistencia eléctrica y corriente eléctrica. Asimismo, los estudiantes demostraron dificultad para aplicar conceptos formales de circuitos eléctricos, relacionar representaciones formales y mediciones numéricas en circuitos eléctricos.

También se confirmaron las afirmaciones hechas por Fredette y Lockhead (1980), quienes afirman que los estudiantes resuelven exitosamente problemas mediante la aplicación de leyes, como la ley de Ohm y Kirchhoff, entre otras; sin embargo, no desarrollan una estructura conceptual coherente con las teorías científicas, pues se comprueba que al presentarle a los estudiantes situaciones cualitativas responden erróneamente. Estos errores conceptuales, según Campos (2009), pueden ser el resultado de todos los conceptos que derivan de la experiencia informal a lo largo de la vida.

Por otro lado, en la visita previa que se realizó a la institución se hizo un ejercicio de observación orientado a las actitudes de

los estudiantes. En dicho ejercicio se percibió poca motivación y aburrimiento en la clase de física, y en las prácticas experimentales propuestas se observó temor de dañar y hacerse daño con los materiales del laboratorio. Algunos estudiantes resuelven ejercicios de aplicación de la ley de Ohm y de las leyes de Kirchhoff, sin embargo, al presentarles una situación problema no muestran una estructura conceptual que asocie la teoría con la práctica para enfrentarla. Lo que originó la pregunta central de este trabajo y otras preguntas complementarias fue: ¿cuál es la incidencia de una estrategia de aula que integre un tablero inalámbrico y el editor de circuitos Circuit Maker 2000 en la construcción de una buena estructura conceptual para la solución apropiada de situaciones problemáticas de circuitos eléctricos? En los estudiantes del grado 11 del Colegio Universidad Cooperativa, ¿cuál es el mejor método de uso de un *software* para complementar el estudio y aprendizaje del tema de los circuitos eléctricos? y ¿cuál sería la ventaja de usar las nuevas herramientas tecnológicas en el aprendizaje y la enseñanza de circuitos eléctricos?

Justificación

Se considera necesario que los maestros desarrollen trabajos en el aula, innovadores y llamativos, para complementar las clases y la construcción de conceptos por parte de los estudiantes. Para aproximarnos a la solución de la problemática nos propusimos diseñar y desarrollar una estrategia de aula que integrara dos herramientas tecnológicas: un tablero inalámbrico de bajo costo y el editor de circuitos eléctricos Circuit Maker 2000, con la intención de que el estudiante mostrara interés, mejor manejo conceptual y mayor capacidad de relacionar la teoría y la práctica en la construcción y análisis de circuitos eléctricos.

El tablero inalámbrico está basado en tecnologías que permiten la transmisión de datos por medio de frecuencias, como el Bluetooth y los emisores y receptores de infrarrojos; el tablero ofrece la posibilidad de lograr clases más llamativas, llenas de movimiento, y posibilitan el incremento del interés y la motivación por aprender; del mismo modo, el uso de los tableros digitales brinda facilidad para reforzar las explicaciones utilizando imágenes, simulaciones o videos. Por otro lado, el editor de circuitos Circuit Maker 2000 es un *software* de uso libre disponible en la Web; es una herramienta que permite diseñar circuitos eléctricos análogos y digitales de manera sencilla; con el *software* es posible simular el comportamiento de circuitos con dispositivos electrónicos, además, permite medir datos, como el voltaje y la corriente, lo cual permite desarrollar un análisis de dichos circuitos sin necesidad de implementarlos en la vida real.

Material y métodos

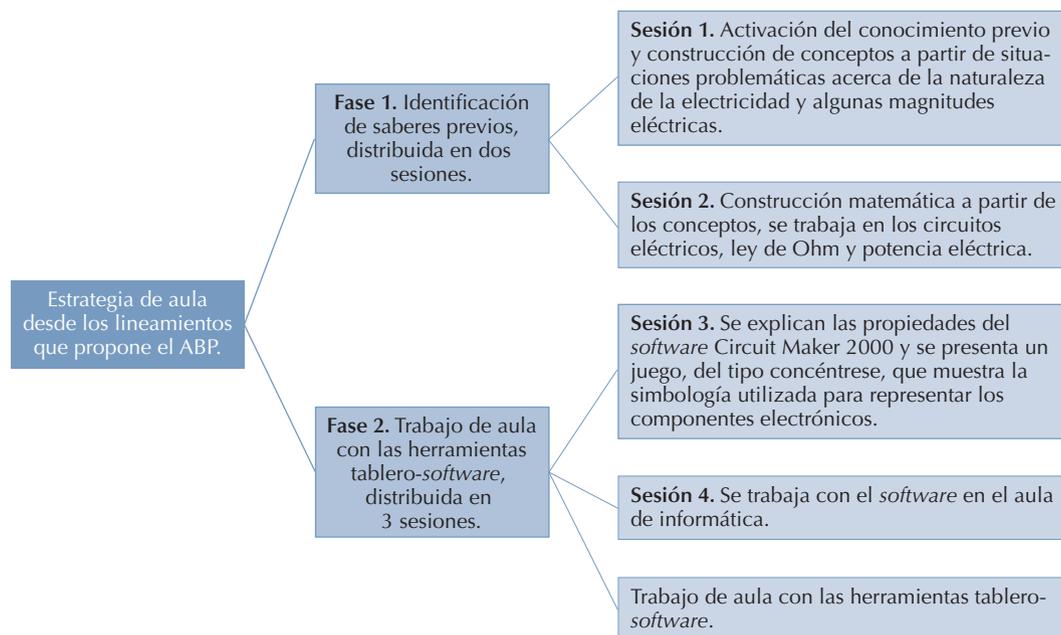
Estrategia de aula

Objetivos de la estrategia de aula:

- ▶ Generar confianza, motivación y permitir mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje en circuitos eléctricos.
- ▶ Aproximar a los estudiantes al manejo y la comprensión de los conceptos básicos de la naturaleza de la electricidad, las magnitudes eléctricas, los circuitos eléctricos y sus subtemas, y conocer los componentes básicos utilizados en la electrónica.
- ▶ Llevar a los estudiantes a que aprendan, identifiquen y reconozcan los diagramas esquemáticos representativos de los circuitos eléctricos.
- ▶ Construir y organizar circuitos eléctricos siguiendo diagramas esquemáticos.

Componentes de la estrategia de aula

Adquirida la certeza de que los estudiantes cuentan con un conocimiento previo acerca del armado de circuitos eléctricos, se plantea una estrategia de aula que tiene la siguiente estructura pedagógica:



Las sesiones fueron de dos bloques de 55 minutos cada una, ya que así es como manejan el horario en la institución educativa. Se comenzó con dos sesiones de identificación de saberes previos y fundamentación teórica, que tienen como principal objetivo conceptualizar al estudiante en lo referente a:

- ▶ Sesión 1: Principios de la electricidad y magnitudes eléctricas.
- ▶ Sesión 2: Circuitos eléctricos, ley de Ohm y potencia eléctrica.

Se pretende que de manera interactiva el estudiante trabaje tres sesiones con las herramientas tablero-*software* y construya circuitos eléctricos sin temor a dañar o hacerse daño con los componentes eléctricos y los circuitos eléctricos. Los contenidos de estas sesiones son:

- ▶ Sesión 3: se explican las propiedades y el entorno de trabajo del *software* Circuit Maker 2000. Luego, se propone a los estudiantes que interactúen con el tablero inalámbrico jugando un concéntrese (juego de memoria) para que interioricen las representaciones que se dan a los componentes eléctricos. Esta actividad se plantea con el fin de que los estudiantes adquieran habilidad y agilidad para manejar el tablero inalámbrico.
- ▶ Sesión 4: en esta sesión los estudiantes construirán circuitos eléctricos en la sala de informática utilizando el *software* Circuit Maker 2000.
- ▶ Sesión 5: los estudiantes construirán circuitos eléctricos con el *software* Circuit Maker 2000, pero esta vez desde el tablero inalámbrico.

Descripción de la población y la institución escogidas para la implementación

El Colegio Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá D. C., sólo imparte educación a los grados 10 y 11 de forma presencial, en una jornada completa de 7:00 am a 2:00 pm. Los estudiantes son, en promedio, de los estratos 2 y 3. La institución tiene como objetivo formar personas integrales, comprometidas con la transformación de la sociedad en los conceptos de solidaridad, autonomía y libertad, y que desarrollen actitudes críticas para analizar y proyectar la situación sociopolítica y económica del país.

El Colegio Universidad Cooperativa de Colombia es una unidad integradora, solidaria e interdisciplinaria, que formenta el trabajo en equipo, con identidad y compromiso social, que busca la calidad en la investigación proyectada a la comunidad y está

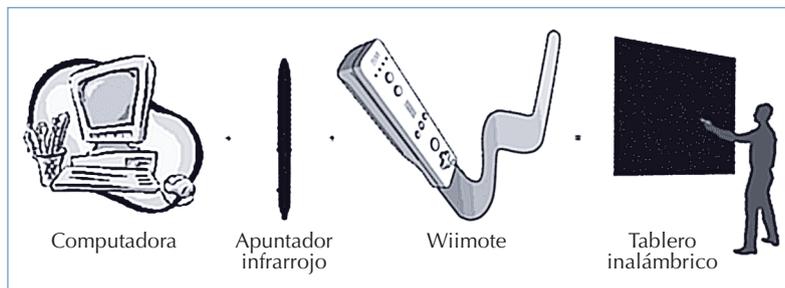
abierta a los nuevos retos que plantea la humanidad. El colegio fundamenta su labor en los principios y valores institucionales, ejerce su acción educadora sobre personas a quienes reconoce y cuya individualidad y libertad de culto respeta. Imparte a sus estudiantes una formación integral que abarca la totalidad de la dimensión humana en lo científico, físico, mental y espiritual, permitiéndoles convertirse en agentes activos de su propia formación y partícipes del mejoramiento de la estructura social económica del país. Persigue garantizar la autenticidad institucional y propende por la acción unificada y la convivencia pacífica de la comunidad educativa para lograr una excelente formación del educando.

Tablero inalámbrico (Wiimote Whiteboard)

Los tableros inalámbricos convierten cualquier proyección de una computadora en interactiva, lo cual permite que el docente manipule la proyección como si estuviera trabajando directamente en la pantalla de su computadora. Esto genera la posibilidad de crear un ambiente de aprendizaje interactivo, en donde se pueden ejecutar distintos programas que representan un enriquecimiento de los procesos de enseñanza/aprendizaje. El uso de los tableros inalámbricos hace más atractiva e interactiva la experiencia de enseñanza/aprendizaje. Una ventaja que ofrecen este tipo de tableros es la motivación que despierta en los estudiantes; Bernal, en su artículo sobre los tableros inalámbricos, considera que ese interés y esa motivación no se irá perdiendo con el tiempo gracias a las numerosas y variadas funciones de las que disponen los tableros interactivos, y que las características innovadoras que éstos ofrecen propician que los docentes hagan un uso efectivo del tiempo en clase junto con una colaboración significativa y motivacional de los estudiantes.

Carrilero (2011) diferencia los tipos de tableros inalámbricos de acuerdo con la tecnología que utilizan: el que se utilizó en esta investigación funciona con infrarrojos; este tipo de tableros utiliza un puntero que emite una señal infrarroja que al entrar en contacto con la superficie llega a un receptor ubicado a cierta distancia; este receptor traduce la ubicación del punto infrarrojo a coordenadas cartesianas, las cuales se usan para posicionar el ratón.

En el año 2008, Johnny Lee –doctorado del Human-Computer Interaction Institute de la Universidad Carnegie Mellon y programador del Microsoft-Applied Sciences– desarrolló su trabajo titulado “Low-Cost Multi-point Interactive Whiteboard using the Wiimote”, el cual es un tablero inalámbrico que tiene como componentes una computadora, un apuntador infrarrojo y un control de Nintendo Wii (Wiimote). El video de funcionamiento del tablero inalámbrico de bajo costo está disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=5s5EvHy7eQ>.



El Wiimote (control de Nintendo Wii) es uno de los dispositivos de entrada de computadora más comunes en el mundo y uno de los más sofisticados; contiene una cámara que puede rastrear puntos infrarrojos que estén apuntando hacia él, convertirlos en señales de Bluetooth y enviarlas a una computadora que esté acoplada a él. Por medio de una interfaz de libre uso (que se encuentra en la página Web <http://johnnylee.net/projects/wii/>) se puede calibrar la percepción de dichos puntos y acceder a tableros interactivos de bajo costo.

El control de Nintendo Wii (Wiimote) utiliza dos baterías AA para su funcionamiento; en su cara principal presenta los botones “Power”, los indicadores de dirección “A”, “-”, “Home”, “+”, “1” y “2”; también posee unas luces enumeradas que, en este caso, indicarán si el Wiimote está o no encendido. El Wiimote posee una cámara receptora de infrarrojos, de aproximadamente 2.2 cm de ancho y 1.2 cm de alto. Esta cámara sirve de puntero o mira para señalar objetos en la pantalla mediante unos dispositivos internos llamados acelerómetros y giroscopios, que transforman las percepciones infrarrojas en señales Bluetooth. De esta manera, es posible comunicarse directamente con la computadora para calibrar su posición respecto de la pantalla. Para que el Wiimote reciba las señales infrarrojas y las convierta en señales Bluetooth es necesario que un generador de infrarrojos esté apuntado directamente hacia él, ya que las frecuencias del infrarrojo no permiten la penetración a través de objetos que estén interrumpiendo la señal; por tanto, es necesario que no haya interrupciones entre el emisor de infrarrojos y el Wiimote. En cuanto a la transmisión de datos por medio de Bluetooth, trabaja a una frecuencia de 2.4 GHz. Las conexiones que se realicen con él no deben tener una distancia mayor de 10 metros y, a diferencia del infrarrojo, no se bloquea por interrupciones de su señal.

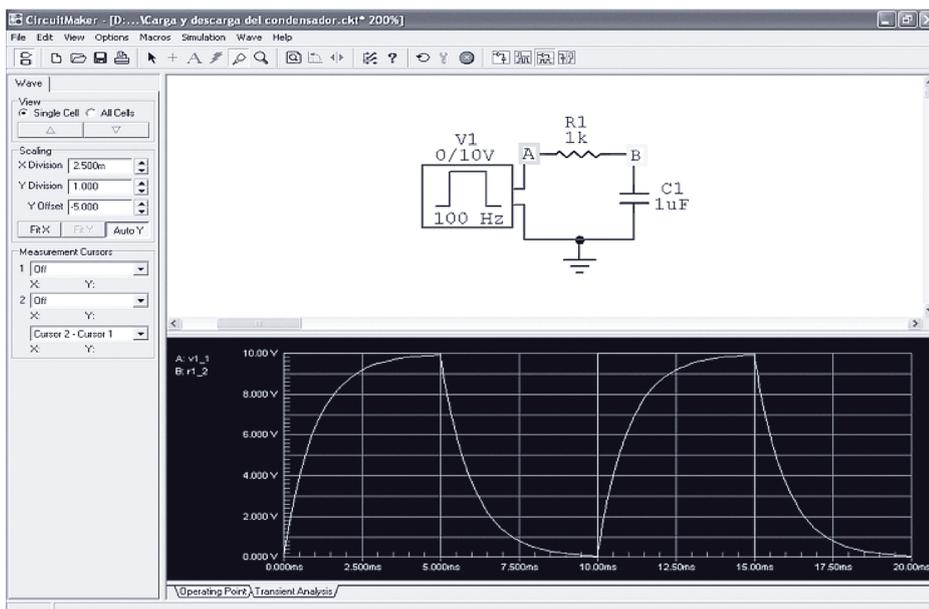
Software editor de circuitos: Circuit Maker 2000

Para implementar la estrategia de aula se usó la versión libre del *software* Circuit Maker 2000. Éste es un laboratorio electrónico

virtual que permite realizar la simulación de circuitos eléctricos contruidos de manera esquemática y analizar el funcionamiento de dicho circuito. Para que el *software* funcione, la computadora necesita las siguientes especificaciones básicas:

- ▶ Sistema operativo: Microsoft Windows 95, 98, 2000, XP.
- ▶ Memoria RAM de 32 Mb.
- ▶ 40 Mb de espacio libre en el disco duro.

Circuit Maker 2000 utiliza en su interfaz estructuras de menú, barras de herramientas y cuadros de diálogo, con el fin de proporcionar un entorno de edición esquemático fácil de aprender y de usar. Utilizando los menús es posible configurar el diseño del título, los colores de la pantalla, las rejillas, las preferencias generales y componentes electrónicos que se desean usar en la edición del circuito a construir. Con este *software* se eligen y ubican en el área de trabajo los componentes que se van a utilizar para la creación de circuitos; es posible asignar accesos directos a los dispositivos más utilizados y, luego, colocarlos en el área de trabajo presionando una sola tecla. Proporciona una serie de características que incluyen una interfaz de usuario optimizada para la herramienta de construcción esquemática del circuito, una función de búsqueda para la rápida selección de dispositivos y componentes electrónicos; una buena herramienta que proporciona es la opción de visualizar, en tiempo real y en forma de onda, la simulación del comportamiento del circuito, como si éste estuviese conectado a un osciloscopio.



Marco teórico tomado en cuenta para la implementación en el aula

El marco teórico que se abordó en este trabajo se basó en dos ejes fundamentales: el disciplinario y el componente pedagógico. En el eje disciplinario se relacionan los conceptos y principios que hacen parte del tema de los circuitos eléctricos; se abordan, también, la parte tecnológica presente en los materiales necesarios para la construcción del tablero inalámbrico y las herramientas que brinda el *software*. En la implementación de la estrategia se trabajaron conceptos básicos para el análisis de los circuitos eléctricos y la ley de Ohm; conceptos relacionados con magnitudes eléctricas, como la intensidad de corriente, el potencial eléctrico y la diferencia de potencial, resistencia eléctrica y circuitos eléctricos; además de la frecuencia y longitud de onda de los infrarrojos (IR) vistos desde la perspectiva de la teoría electromagnética, entre otros. Dichos conceptos se consideraron importantes debido a que dan cuenta del diseño y la teorización de las herramientas que se llevaron al aula; el funcionamiento del *software* y los materiales utilizados en la construcción del tablero inalámbrico, tales como el diodo emisor de luz (LED), hacen parte del funcionamiento tecnológico de éstos.

En el segundo eje, el componente pedagógico, se tuvieron en cuenta los principales modelos para la orientación pedagógica de la estrategia de implementación en el aula. Para la orientación del componente pedagógico el proyecto se basó y guió en la propuesta didáctica explícita en el aprendizaje basado en problemas (ABP), siguiendo su metodología y reconociendo, también, un contexto que le da sentido al acto de aprender.

El aprendizaje basado en problemas (ABP)

Tarazona (2005) relata los inicios del ABP: se manifestó en 1950 y se aplicó en los primeros años de enseñanza en el Case Western Reserve University School of Medicine; su primera aplicación general en un programa de formación médica se realizó en la Universidad de McMaster de Canadá, en 1969. Posteriormente, se ha implementado en universidades de Estados Unidos de América, tales como Nuevo México, Michigan, Tufts y Harvard. Los fundamentos teóricos que sustentan la efectividad del ABP son múltiples; algunos de los más importantes son los siguientes: el concepto de aprendizaje dentro de un contexto, que parte de la premisa de que cuando se aprende dentro de un contexto en el cual posteriormente se va a utilizar el conocimiento se facilitan el aprendizaje y la habilidad para usar la información; en el ABP el conocimiento se adquiere en un proceso que se inicia con la activación del conocimiento previo y termina con la construcción del

conocimiento propio, mediante un proceso de incorporación del entendimiento y la elaboración del conocimiento.

Echeverry (2004), en su estudio, se pregunta: ¿qué se considera un problema? Y lo define como: comprender un fenómeno complejo es un problema. Resolver una incógnita, una situación, para las cuales no se conocen caminos directos e inmediatos es un problema. Encontrar una forma mejor de hacer algo es un problema. Hacerse una pregunta o plantearse un propósito sobre posibles relaciones entre variables es un problema (p. 2).

El camino que toma el proceso de aprendizaje convencional se invierte en el ABP: en la enseñanza tradicional primero se expone la información y, posteriormente, se busca aplicarla en la resolución de un problema; en el caso del ABP, primero se presenta el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y, finalmente, se regresa al problema; en el recorrido que viven los estudiantes, desde el planteamiento original del problema hasta su solución, trabajan de manera colaborativa en pequeños grupos; los problemas deben estar diseñados para motivar la búsqueda independiente de la información por todos los medios disponibles para el estudiante y, además, generar discusión en el grupo, para compartir en esa experiencia de aprendizaje la posibilidad de practicar y desarrollar habilidades.

En la solución de problemas suelen utilizarse diferentes tipos de problemas de acuerdo con su grado de estructuración. Los problemas intencionalmente mal estructurados, abiertos o no muy claros en cuanto a la solución precisa que se pide suelen denominarse brunerianos; para resolverlos la capacidad de descubrimiento del estudiante se exige al máximo. Los problemas estructurados en los cuales se señala lo que el estudiante debe hacer para resolverlos adecuadamente suelen llamarse problemas no brunerianos, porque la búsqueda es guiada y el descubrimiento es menos intenso. Kolmos (2004) dice que la educación tradicional, desde los primeros años de estudio hasta el nivel de posgrado, ha formado a estudiantes que comúnmente tienen poca motivación y se sienten incluso aburridos con su manera de aprender: se los obliga a memorizar una gran cantidad de información, la cual en su mayoría se vuelve irrelevante en el mundo exterior a la escuela, o bien en muy poco tiempo se presenta en los alumnos el olvido de mucho de lo que aprendieron, y gran parte de lo que logran recordar no puede ser aplicado a los problemas y tareas que se les presentan en el momento de afrontar la realidad.

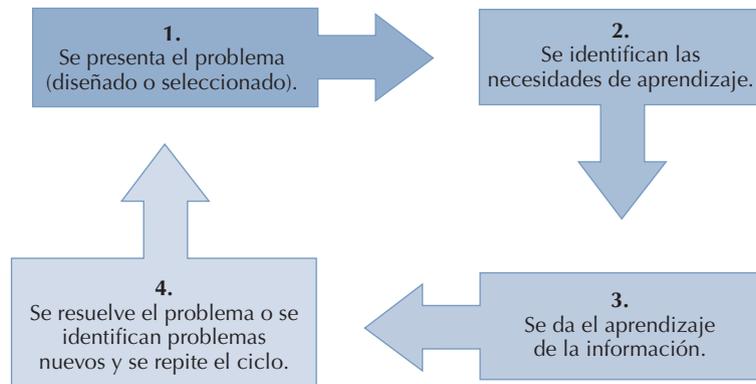
Las características y objetivos principales del ABP son:

- ▶ El método se orienta hacia la solución de problemas seleccionados o diseñados para lograr el aprendizaje de ciertos objetivos de conocimiento; pretende fomentar el razonamiento

crítico, en particular las habilidades para resolver problemas e investigar.

- ▶ El aprendizaje se centra en el estudiante y no en el profesor ni solo en los contenidos, el maestro se convierte en un facilitador o tutor del aprendizaje, y busca transferir conocimientos y habilidades a la solución de nuevos problemas.
- ▶ Los cursos con este modelo de trabajo se abren a diferentes disciplinas del conocimiento.

Pasos del proceso de aprendizaje en el ABP:



Por otra parte, Restrepo (2005) caracteriza los atributos necesarios que debe tener un tutor que siga los lineamientos del ABP:

- ▶ Trabajar con metas y métodos del programa y, a su vez, saber manejar la interacción de grupos.
- ▶ Servir como coordinador de autoevaluación y de otros métodos para evaluar la solución de problemas y el desarrollo de habilidades del pensamiento.
- ▶ Motivar, reforzar, estructurar, facilitar pistas o sintetizar información.

El aprendizaje utilizando las computadoras

En un estudio realizado por Schank (1997) se da por entendido que algunos maestros se limitan a instruir, y en muchos casos sólo imparten clases catedráticas y los estudiantes no recuerdan mucho de lo que se enseñó. Se considera mejor idea que los estudiantes aprendan por medio de la acción y la práctica continua, ya que un buen aprendizaje se lleva a cabo mediante la acción y la experimentación. En ocasiones no existe el aprendizaje sin el fracaso, ya que al fracasar se puede usar esa experiencia pos-

teriormente para lograr una determinada meta. También hay que tener en cuenta que muchos de los estudiantes desisten de aprender cuando cometen errores en público, así que es necesario convertir, de una u otra forma, el aula de clase en un lugar en el que se sientan seguros para aprender sin miedo alguno.

Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

Es importante resaltar que para hablar de innovación educativa es bueno tener en cuenta las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), ya que pueden ofrecer caminos distintos y herramientas que según su uso pueden potenciar el proceso de aprendizaje. Para Cabero (2008), las TIC impactan en diferentes ámbitos de la sociedad; estas tecnologías, también llamadas canales de comunicación, han ido penetrando poco a poco en la educación, es decir que se han tomado como herramientas incluso para las experiencias formativas, y han ido evidenciando su incidencia en la formación de los estudiantes. Aclaramos, sin embargo, que son solo herramientas que forman parte de componentes curriculares y que su uso, éxito o fracaso depende netamente de la persona que las utiliza y la correcta articulación que les den el docente y el estudiante en un proceso de enseñanza/aprendizaje. Asimismo, los nuevos canales de comunicación no pretenden deslegitimar códigos, contextos sociales y herramientas como los libros de texto, simplemente ofrecen nuevos caminos, nuevas posibilidades para tener acceso a información y comunicación que también se puede lograr por otros medios.

Es necesario tener en cuenta que el uso de las TIC no se debe incluir deliberadamente en los procesos de formación, y mucho menos incluirlas solo por incluirlas: se considera necesaria la reflexión continua y explorar en qué medida la inclusión de estas tecnologías potencian y optimizan determinados procesos de formación. Aun cuando en los procesos educativos se pretende hacer una renovación didáctica incorporando las TIC, según Coll y colaboradores (2008) el aprendizaje de los estudiantes depende de la calidad de las prácticas en las que participan dentro del aula. Por tanto, surge la necesidad de plantear y desarrollar estrategias y herramientas de calidad educativa que conlleven la utilización de recursos didácticos como las TIC. Por otro lado, Coll (2005) recalca el hecho de que la incorporación de las TIC a la educación contribuye y mejora el aprendizaje y la calidad de la enseñanza, aclarando que el acceso a la información se transforma automáticamente en aprendizaje y, asimismo, la información como tal no necesariamente es conocimiento.

Análisis de la implementación

Con el fin de reconocer si la manera en la que se orientaron los procesos de planeación y ejecución fue adecuada, durante el periodo de implementación se buscó cumplir con los objetivos planeados en la estrategia de aula, tratando de seguir la ruta planeada y siendo consecuentes con el modelo pedagógico escogido.

Análisis de la sesión 1

En el documento de trabajo planeado para que los estudiantes trabajarán en la sesión 1 se hicieron preguntas que plantearan problemas, con el fin de saber cuáles eran los conocimientos e ideas previas que tenían los estudiantes acerca de la naturaleza de la electricidad y algunas magnitudes eléctricas y, a partir de esto, hacer una introducción y definir estas temáticas. El análisis respectivo se muestra en el siguiente cuadro.

| Objetivo | Pregunta problema | Resultados esperados | Resultados obtenidos | Análisis de la diferencia entre resultados |
|--|--|---|--|--|
| Reconocer cuáles eran los conocimientos e ideas previas que tenían los estudiantes acerca de la naturaleza de la electricidad y algunas magnitudes eléctricas. | ¿Cómo cree usted que se puede cargar eléctricamente un cuerpo? | Que los estudiantes reconozcan la naturaleza de la electricidad. Un cuerpo se puede cargar de diferentes maneras: por contacto, por fricción o por inducción, etc. | <p>Por fricción, por el rozamiento o la transferencia de energía.</p> <p>Un cuerpo se puede cargar solamente teniendo contacto con algo que tenga energía y con cualquier cosa tecnológica.</p> <p>A punta de estática y el ambiente, cuando uno pasa lo electrifica de cierta manera a un cuerpo.</p> <p>Con corriente, con pilas y cuando uno camina o corre, etc.</p> | Se pudo observar que la mayoría de los estudiantes alguna vez han escuchado y tienen cierto manejo de la manera en que se puede cargar eléctricamente un cuerpo. Debido a que sus respuestas eran muy acercadas a los resultados esperados no fue necesario hacerlos trabajar mucho en la naturaleza de la electricidad. |
| | Cuando camina, ¿de qué modos ha percibido usted la electricidad? | Que los estudiantes manifiesten que cuando caminan y tocan algún objeto o persona perciben la electricidad. También se espera que los estudiantes digan que perciben la electricidad en los artículos electrónicos que observan cuando caminan. | <p>La he percibido al tener movimiento y se crea algo así como corriente al tocar algo o alguien.</p> <p>En la suela de mis zapatos, le llega corriente a mis pies.</p> <p>Cuando se prenden las luces que están programadas por sensores.</p> | Los estudiantes en su mayoría coincidieron en sus respuestas y con los resultados esperados, ya que manifiestan haber tenido algún tipo de experiencia al caminar o realizar alguna actividad. Por otro lado, hubo estudiantes que respondieron cosas como "no camino" o con "estática". |

| Objetivo | Pregunta problema | Resultados esperados | Resultados obtenidos | Análisis de la diferencia entre resultados |
|---|--|---|--|---|
| Reconocer cuáles eran los conocimientos e ideas previas que tenían los estudiantes acerca la naturaleza de la electricidad y algunas magnitudes eléctricas. | ¿Cuándo cree usted que hay diferencia de cargas entre dos cuerpos? | Cuando un cuerpo, que ha pasado por algún proceso, posee más electrones que otro. | <p>Cuando uno toca los cuerpos unos pasan corriente y otros no, esto es debido a que uno tiene carga y el otro no.</p> <p>Depende del voltaje con que se carguen, por ejemplo, las baterías de celular tienen otra carga que las pilas de los controles.</p> <p>Cuando llueve se nota que el cielo y la tierra tienen cargas distintas, porque los rayos caen hacia la tierra.</p> | Los estudiantes no reconocen puntualmente el concepto de diferencia de potencial; sin embargo, al analizar los resultados obtenidos se nota alguna cercanía para dar cuenta de este concepto, ya que hablan de diferencia de cargas entre dos puntos del espacio. |

Procesos de la primera sesión

| | |
|---|--|
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Recolección de las perspectivas de los estudiantes. • Introducción y definición del concepto de voltaje y diferencia de potencial. • Introducción y definición del concepto de corriente eléctrica. • Introducción y definición del concepto de resistencia eléctrica. |
| Actividades propuestas | <ul style="list-style-type: none"> • A partir de las preguntas problema, y con la participación de los estudiantes, se propone introducir los conceptos anteriormente mencionados. • Se pide a los estudiantes que en una actividad extra clase escriban las características técnicas que se encuentran inscritas en la placa adhesiva en la parte posterior de los artículos eléctricos que estén a su alcance. |
| Actividades desarrolladas por los estudiantes | <ul style="list-style-type: none"> • Luego de haber dividido a los estudiantes en grupos y de haber distribuido las hojas de trabajo a cada grupo los estudiantes lanzaron hipótesis y tuvieron una participación activa en clase. Por medio del desarrollo de las preguntas problema, con la ayuda de los estudiantes y la mediación del docente, se introdujeron los conceptos previstos. |
| Análisis de los resultados | <p>Inicialmente, la clase fue diseñada para presentar las preguntas problema y, a partir de ellas, introducir los conceptos anteriormente escogidos. Dicha construcción se hizo con la participación de los estudiantes, quienes lanzaban hipótesis y también debatían sus ideas y opiniones en clase para que de este modo el docente las fuera guiando, tal como lo propone el aprendizaje basado en problemas, modelo pedagógico escogido para la implementación.</p> <p>Se puede decir que los objetivos planteados para la sesión fueron cumplidos, ya que los estudiantes, durante el desarrollo de la misma, se mostraron participativos en la construcción de sus conocimientos, cumpliendo con la introducción de los conceptos preparados para desarrollar en la sesión.</p> |

Análisis de la sesión 2

Para el desarrollo de la sesión 2 se plantearon preguntas problema con el fin de saber cuáles eran los conocimientos e ideas previos que tenían los estudiantes acerca de los circuitos eléctricos y las leyes de Ohm y Kirchoff, y, a partir de esto, hacer una introducción y definir estas temáticas. El análisis respectivo se muestra en el siguiente cuadro.

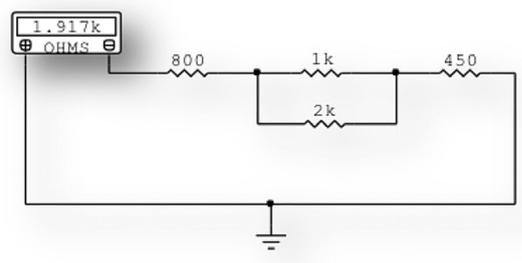
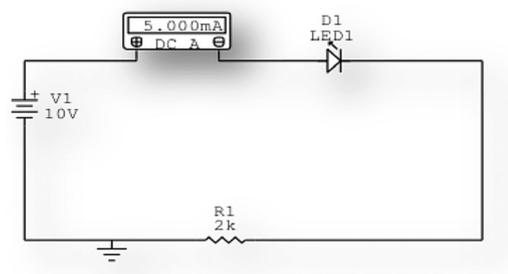
| Objetivo | Pregunta problema | Resultados esperados | Resultados obtenidos | Análisis de la diferencia entre resultados |
|--|---|---|---|--|
| Reconocer cuáles eran los conocimientos e ideas previos que tenían los estudiantes acerca de los circuitos eléctricos y las leyes de Ohm y Kirchoff. | ¿Por qué razón un radio puede funcionar con pilas o corriente eléctrica? | Porque la pila genera energía eléctrica y cuando se conecta a un circuito, por éste circula corriente eléctrica, lo cual hace que funcionen estos artículos. | <p>Porque el radio necesita energía eléctrica para hacer funcionar sus circuitos y maquinaria.</p> <p>Porque está hecho de conductos eléctricos y esto es lo que hace que funcione.</p> <p>Porque la cantidad de electricidad que necesita no es mucha y la pueden generar unas pilas o una toma de corriente.</p> | Se pudo observar que la mayoría de los estudiantes alguna vez ha escuchado y tiene cierto manejo acerca de los circuitos eléctricos, y que éstos funcionan debido a la energía eléctrica, cuando por ellos circula una corriente eléctrica. |
| | ¿Cómo se imagina o cómo cree que es un circuito eléctrico sencillo? y ¿de qué se compone? | Que dijeran que los circuitos eléctricos son una serie de componentes electrónicos comunicados entre sí, y que se componen de: una fuente de alimentación, un conductor y unos receptores de energía. | <p>Un circuito es un aparato que conduce corriente; se compone de una fuente de electricidad, un cable y un bombillo.</p> <p>De una fuente eléctrica (pila), cable conductor y un elemento de reacción (como parlante o bombillo).</p> <p>Es un componente pequeño, cuya funcionalidad es manejar el funcionamiento de cualquier aparato.</p> | La mayoría de los estudiantes conocía los componentes de los circuitos eléctricos y unos asociaban sus funciones con el paso de la corriente eléctrica. Se puede decir que estas respuestas coincidieron con los resultados esperados y que, por ende, fue más sencillo continuar con las actividades planeadas. |

Procesos de la segunda sesión

| | |
|---|---|
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Recolección de las perspectivas de los estudiantes. • Aproximar a los estudiantes al manejo y comprensión de los conceptos básicos de los circuitos eléctricos y las leyes de Ohm y Kirchhoff. |
| Actividades propuestas | <ul style="list-style-type: none"> • A partir de las preguntas problema, y con la participación de los alumnos, se propone introducir los conceptos anteriormente mencionados. • Una vez explicados estos conceptos se le pide a cada grupo de estudiantes que dibuje un diagrama esquemático de un circuito en serie y uno en paralelo, utilizando resistencias y un bombillo. |
| Actividades desarrolladas por los estudiantes | <ul style="list-style-type: none"> • Luego de haber dividido a los estudiantes en grupos y de haber distribuido las hojas de trabajo a cada grupo, los estudiantes lanzaron hipótesis y participaron activamente en clase, y mediante el desarrollo de las preguntas problema, con la ayuda de los estudiantes y la mediación del docente, se introdujeron los conceptos previstos. • Los estudiantes presentaron sus representaciones de los diagramas esquemáticos de un circuito en serie y uno en paralelo utilizando resistencias y un bombillo, las cuales no eran muy ajenas a lo que se esperaba. |
| Análisis de los resultados | <p>Inicialmente, la clase fue diseñada para presentar las preguntas problema y a partir de ellas introducir los conceptos anteriormente escogidos. Dicha construcción fue más complicada que la de la primera sesión, sin embargo, con la participación de los estudiantes, quienes lanzaban hipótesis y también debatían sus ideas y opiniones en clase, se logró. De esta manera, el docente fue guiando al grupo, tal como lo propone el aprendizaje basado en problemas, modelo pedagógico escogido para la implementación.</p> <p>Por tanto, se puede decir que los objetivos planteados para la sesión se cumplieron, ya que los estudiantes se mostraron participativos en la construcción de sus conocimientos. Se cumplió con la introducción de los conceptos preparados para desarrollar en la sesión.</p> |

Análisis de la sesión 3

En la sesión 3 se plantearon problemas para desarrollarlos y analizarlos en conjunto (de manera colaborativa), con el fin de afianzar los conocimientos adquiridos en las sesiones anteriores. Asimismo, se pretendió observar si los estudiantes simplemente resuelven ecuaciones o si han asimilado e interiorizado los conceptos y leyes trabajados anteriormente. El análisis respectivo se mostrará en el siguiente cuadro. También, los estudiantes armaron en la computadora los siguientes circuitos:



| Objetivo | Pregunta problema | Resultados esperados | Resultados obtenidos | Análisis de la diferencia entre resultados |
|---|---|---|--|--|
| <p>Plantear ejercicios de aplicación para desarrollarlos y analizarlos en conjunto, con el fin de afianzar los conocimientos adquiridos en las sesiones anteriores. Asimismo, se pretende observar si los estudiantes simplemente resuelven ecuaciones o si han asimilado e interiorizado los conceptos y leyes trabajados anteriormente.</p> | <p>Luego de presentar un problema en el que los estudiantes hallaban el valor del voltaje en un circuito en serie, se les preguntó: ¿de qué depende que este valor aumente o disminuya?</p> | <p>Que los estudiantes manifiesten que el valor del voltaje depende de si aumentan el valor de la corriente y/o la resistencia, ya que éstos tienen una relación directamente proporcional.</p> | <p>En general, los grupos de estudiantes respondieron que el valor del voltaje depende de que el valor de la corriente o/y la resistencia disminuyan.</p> | <p>Se pudo observar que la mayoría ya interiorizó el concepto explícito en la ley de Ohm, puesto que realizaron bien el ejercicio en cuanto a las formulaciones matemáticas, pero también le dan un sentido a la relación entre estas variables. Al finalizar la actividad los estudiantes reconocieron los distintos elementos que componen un circuito eléctrico sencillo.</p> |
| | <p>Luego de presentar el problema a los estudiantes, se les preguntó: ¿cuál es el valor de la potencia disipada por el circuito eléctrico? y ¿de qué depende que ese valor aumente o disminuya?</p> | <p>Se esperaba que los estudiantes respondieran bien el valor de la potencia disipada por el circuito eléctrico, sin embargo, también se esperaba que manifestaran que el valor del voltaje depende de si aumentan el valor del voltaje y/o la corriente, ya que éstos tienen una relación directamente proporcional.</p> | <p>En general, los grupos de estudiantes respondieron que la potencia que disipa el circuito depende de que el valor de la corriente o/y el voltaje disminuyan o aumenten.</p> | <p>Se pudo observar que la mayoría ya interiorizó el concepto de potencia eléctrica, ya que realizó bien el ejercicio en cuanto a las formulaciones matemáticas, pero también le dan un sentido a la relación entre estas variables. Esto se evidenció cuando los estudiantes manifestaban, verbalmente, que la potencia disipada por el circuito aumentaría de manera lineal si se aumentaba el valor del voltaje y la corriente; igualmente, reconocieron que aunque no esté en la formulación matemática el valor de la resistencia también influye en el aumento de la potencia.</p> |

Procesos de la tercera sesión

| | |
|---|--|
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Generar confianza, motivación y permitir mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje en circuitos eléctricos. • Trabajo y construcción del circuito propuesto. • Trabajo con las herramientas tablero-<i>software</i>. • Actividad concéntrese. |
| Actividades propuestas | <ul style="list-style-type: none"> • A partir del problema propuesto se pide a los estudiantes que lo analicen y resuelvan. • El docente presenta el <i>software</i> Circuit Maker 2000, con el que los estudiantes van a trabajar en las siguientes sesiones, y explica su estructura, entorno de trabajo y funcionamiento. • Los estudiantes juegan concéntrese con el tablero inalámbrico y el <i>software</i>, con el fin de que interioricen la simbología utilizada en el <i>software</i>. |
| Actividades desarrolladas por los estudiantes | <ul style="list-style-type: none"> • Luego de haber presentado el problema del circuito eléctrico a los estudiantes, ellos lo resolvieron y dieron cuenta satisfactoriamente de su proceso y de los conceptos involucrados. • Los estudiantes aprendieron a manejar el tablero inalámbrico y jugaron concéntrese con él, observando y reconociendo la simbología representativa de los componentes electrónicos que iban a usar en las siguientes sesiones. |
| Análisis de los resultados | <p>Un objetivo de la clase era aproximar a los estudiantes a conocer los componentes básicos utilizados en la electrónica; asimismo, la clase fue diseñada para presentar a los estudiantes un problema, con el fin de examinar qué tan efectivas habían sido las sesiones anteriores. También se cumplió con la interacción de los estudiantes con el tablero inalámbrico y las actividades propuestas.</p> <p>De esta manera, se puede decir que los objetivos planteados para la sesión fueron cumplidos, ya que los estudiantes realizaron las actividades propuestas y demostraron interés en cuanto al manejo y funcionamiento del tablero. Por otro lado, los estudiantes también jugaron entusiasmados el concéntrese y observaron el entorno de trabajo en el <i>software</i> Circuit Maker 2000.</p> |

Análisis de la sesión 4

Se planteó la construcción de varios circuitos eléctricos para, desde allí, plantear problemas a desarrollar y analizar en conjunto, con el fin de afianzar los conocimientos adquiridos que se habían venido desarrollando. Asimismo, se pretende observar si los estudiantes simplemente resuelven ecuaciones o si han afianzado los conceptos y leyes trabajados anteriormente. El análisis respectivo se mostrará en el siguiente cuadro.

| Objetivo | Pregunta problema | Resultados esperados | Resultados obtenidos | Análisis de la diferencia entre resultados |
|---|---|--|---|--|
| Construir y analizar diagramas esquemáticos de diferentes circuitos, en la sala de informática, con | La actividad 1 de esta sesión era: construir un circuito eléctrico con una fuente de voltaje, | Se esperaba que los estudiantes dijeran que el LED brillaría con más intensidad si aumentaban el | Cuando el circuito tiene una menor resistencia. | Los estudiantes manifestaron que el aumento de la corriente depende de que el valor de |

| Objetivo | Pregunta problema | Resultados esperados | Resultados obtenidos | Análisis de la diferencia entre resultados |
|---------------------------------|---|--|--|--|
| el software Circuit Maker 2000. | una resistencia y un LED. A partir de este montaje se les preguntó a los estudiantes: ¿en qué tipo de configuración el LED podría brillar con más intensidad? ¿Por qué? | valor del voltaje suministrado por la fuente, o bien si el valor de la resistencia disminuía, ya que de este modo el valor de la corriente aumentaba y el LED brillaría con más intensidad. | El LED más, si hay una menor resistencia. | la resistencia disminuya; no obstante, ninguno manifestó que también depende de que aumente el valor del voltaje proporcionado por la fuente. Sin embargo, no manifestaron el porqué de la situación. |
| | De la actividad 1 también se les preguntó: ¿cómo se comportaría el circuito si se aumenta o disminuye el valor de la resistencia? | Se esperaba que los estudiantes dijeran que si se aumenta o disminuye el valor de la resistencia variará de la misma forma la corriente y, por lo tanto, el brillo del LED. | El brillo del LED y el valor de la corriente aumentan o disminuyen. Que a mayor resistencia la intensidad de la corriente se hace menor. | Los estudiantes manifestaron que, si en el circuito se varía el valor de la resistencia, de la misma manera variaría la intensidad de la corriente y el brillo del LED. |
| | La actividad 2 de esta sesión era: construir un circuito eléctrico, con el fin de profundizar en la ley de Kirchoff. A partir de este montaje se les preguntó a los estudiantes: ¿cree usted que las mediciones mostradas en el multímetro variarían dependiendo de la distribución de las resistencias y el cambio en sus propiedades? ¿Por qué? | Que dieran cuenta de cómo se comportan las resistencias según estén acopladas en serie o en paralelo. | Sí varían las mediciones de acuerdo con el valor de las resistencias y de si éstas se encuentran organizadas en serie o en paralelo. Sí, ya que la ubicación de las resistencias determina las mediciones, dependiendo si están organizadas en serie o en paralelo. | Los estudiantes dieron cuenta satisfactoriamente de lo que se les preguntó, y manifestaron que “no necesitamos hacer las operaciones, porque el computador nos da los resultados, lo cual permite hacer de manera más rápida el análisis del comportamiento de los circuitos que se quieren estudiar”. |
| | La actividad 3 de esta sesión era: construir un circuito eléctrico con una fuente de voltaje, y unas resistencias. A partir de este montaje se les preguntó a los estudiantes: ¿cuál cree que es el valor de la corriente en ese circuito? y ¿de qué depende que ese valor aumente o disminuya? | Que los estudiantes obtuvieran el valor correcto de la corriente que circula por ese circuito y que manifestaran que el valor de la corriente depende de si aumentan el valor del voltaje y disminuye si aumenta el valor de la resistencia. | En general, los grupos de trabajo respondieron que si la resistencia aumenta, disminuye el valor de la corriente; y si aumenta el voltaje, aumenta la corriente. | Lo observado en las respuestas de los estudiantes es que la mayoría está afianzando más el concepto explicito en la ley de Ohm, ya que realizaron bien el ejercicio en cuanto a las formulaciones matemáticas, pero también le dan un sentido a la relación que hay entre estas |

| Objetivo | Pregunta problema | Resultados esperados | Resultados obtenidos | Análisis de la diferencia entre resultados |
|--|--|---|---|---|
| Construir y analizar diagramas esquemáticos de diferentes circuitos, en la sala de informática, con el <i>software</i> Circuit Maker 2000. | | | | variables. Esto es posible evidenciarlo, ya que los estudiantes comprenden que el aumento del voltaje genera un aumento también en la corriente eléctrica y, además, manifiestan que existe una relación lineal entre la corriente y el voltaje. |
| | De la actividad 3 también se les preguntó: ¿cuál es el valor de la potencia disipada por el circuito eléctrico? y ¿de qué depende que ese valor aumente o disminuya? | Se esperaba que los estudiantes respondieran de manera acertada el valor de la potencia disipada por el circuito eléctrico. Sin embargo, también se esperaba que manifestaran que el valor del voltaje depende de si aumenta el valor del voltaje y/o la corriente, ya que estos tienen una relación directamente proporcional. | En general, los grupos de trabajo respondieron que depende de que aumente el valor del voltaje, además de que la corriente disminuya o aumente. | Se pudo observar que la mayoría está afianzando el concepto de potencia eléctrica, ya que realizaron bien el ejercicio en cuanto a las formulaciones matemáticas, pero también le dan un sentido a la relación lineal que existe entre estas variables. |

Procesos de la cuarta sesión

| | |
|---|---|
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Construir y organizar circuitos eléctricos siguiendo diagramas esquemáticos. • Analizar los circuitos construidos en el <i>software</i> Circuit Maker 2000. |
| Actividades propuestas | <ul style="list-style-type: none"> • A partir de los distintos circuitos eléctricos propuestos se pretende que los estudiantes los ejecuten y hagan predicciones acerca de las mediciones mostradas en el programa y discutan sus observaciones. |
| Actividades desarrolladas por los estudiantes | <ul style="list-style-type: none"> • Luego de haber presentado el problema del circuito eléctrico a los estudiantes, ellos los resolvieron y dieron cuenta satisfactoriamente de su proceso y los conceptos involucrados. • Los estudiantes demostraron mejor manejo del <i>software</i> encontrando los componentes con facilidad para construir los circuitos planteados. |

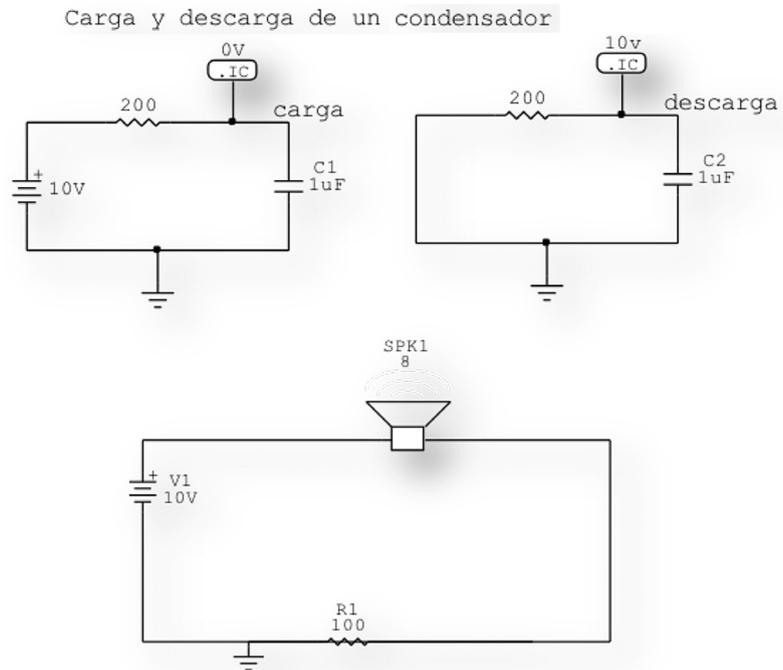
Los estudiantes manifestaban que no tenían temor de hacerse daño o dañar algún componente electrónico, ya que construir circuitos eléctricos desde una computadora generaba más seguridad.

La clase fue diseñada para presentar a los estudiantes circuitos eléctricos y plantear problemas, asimismo, se pudo observar que manejan bien los conceptos trabajados durante las sesiones.

De esta manera, se puede decir que los objetivos planteados para la sesión fueron cumplidos, ya que los estudiantes realizaron las actividades propuestas y demostraron buen manejo conceptual de los procesos implicados. Por otro lado, los estudiantes también construyeron los circuitos planteados con más facilidad en el *software* Circuit Maker 2000

Análisis de la sesión 5

Se plantearon actividades con las herramientas *tablero-software* Circuit Maker 2000 y problemas para desarrollarlos y analizarlos en conjunto, con el fin de afianzar los conocimientos adquiridos en las sesiones anteriores. Los circuitos planeados para esta sesión tratan del proceso de carga y descarga de un condensador, un circuito simple para observar el funcionamiento de un parlante, un tercer circuito para revisar la ley de Ohm y la potencia eléctrica, y, finalmente, se les dio un ejercicio de aplicación para trabajar la ley de Ohm. Los estudiantes construyeron, entre otros, los siguientes circuitos utilizando el tablero y el *software*.



| | |
|---|--|
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Construir y organizar circuitos eléctricos siguiendo diagramas esquemáticos. • Analizar los circuitos construidos en el tablero inalámbrico por medio del <i>software</i> y del Circuit Maker 2000. |
| Actividades propuestas | <ul style="list-style-type: none"> • A partir de los distintos circuitos eléctricos propuestos se pretende que los estudiantes los ejecuten, hagan predicciones acerca de las mediciones mostradas en el programa y discutan sus observaciones. |
| Actividades desarrolladas por los estudiantes | <ul style="list-style-type: none"> • Luego de haber presentado los circuitos eléctricos y los problemas desprendidos de éstos, los estudiantes los resolvieron y dieron cuenta satisfactoriamente de su proceso y los conceptos involucrados. • Los estudiantes demostraron mejor manejo del conjunto tablero-<i>software</i>; encontraron los componentes con facilidad y lo manejaron con agilidad para construir los circuitos planteados. |
| Análisis de los resultados | <p>Los estudiantes manifestaron que construir circuitos eléctricos desde el tablero les generaba más ganas de trabajar, ya que era algo novedoso que no habían tenido la oportunidad de observar ni de experimentar. También seguían manifestando que no tenían temor de hacerse daño o dañar algún componente electrónico con el que habían trabajado, ya que construir circuitos eléctricos desde el conjunto tablero-<i>software</i> generaba más seguridad.</p> <p>La clase fue diseñada para presentar a los estudiantes circuitos eléctricos y plantear problemas para poder observar si tienen un buen manejo de los conceptos trabajados durante las sesiones.</p> <p>Durante el transcurso de la implementación los estudiantes mostraron gran motivación e interés al participar activamente en las actividades propuestas. Asimismo, los resultados obtenidos cumplieron con las expectativas esperadas en cuanto a la construcción y análisis de los circuitos eléctricos. De este modo, se puede decir que los objetivos planteados para la sesión y la estrategia de aula se cumplieron, ya que los estudiantes realizaron las actividades propuestas y demostraron una mejora en cuanto al manejo conceptual propuesto.</p> |

Conclusiones

- ▶ La estrategia de aula realizada e implementada bajo los lineamientos propuestos por el aprendizaje basado en problemas permitió que durante el desarrollo de las sesiones los estudiantes se involucraran en un proceso activo y continuo en el desarrollo de su conocimiento. También fue posible evidenciar, en el desarrollo de las sesiones, cómo debatían sus ideas y saberes sin desmotivarse cuando cometían errores en la construcción de los circuitos.
- ▶ Durante la implementación se introdujeron al aula los conceptos a partir de situaciones problemáticas, y a partir de estos conceptos se hizo la formulación matemática correspondiente. Como se puede evidenciar en el análisis de las sesiones, esto permitió aproximar a los estudiantes a una buena comprensión

de conceptos presentes en la enseñanza de los circuitos eléctricos, llevándolos de esta manera a conocer los componentes básicos utilizados en la electrónica. Así, se fue guiando al grupo, tal como lo propone el aprendizaje basado en problemas, modelo pedagógico escogido para la implementación, en donde el docente reconoce y deja que el estudiante sea protagonista en la construcción de su conocimiento.

- ▶ En este trabajo es posible resaltar el uso del tablero inalámbrico y el *software* educativo como herramientas innovadoras que, si se les da un buen enfoque pedagógico, son bastante útiles para resolver el problema de desmotivación en el aula y para generar confianza en los estudiantes, ya que al no interactuar en primera instancia con materiales reales no tendrán miedo de hacerse daño con ellos.
- ▶ Se considera que en este tipo de trabajos se puede seguir profundizando e innovando, ya que el tablero inalámbrico es una buena herramienta para acompañar *softwares* educativos de tipo experimental.

Referencias

- Barrantes, R. (2001) *Las innovaciones educativas: escenarios y discursos de una década en Colombia*. Recuperado el 23 de septiembre de 2013, de: <http://portales.puj.edu.co/didactica/PDF/EstadosdeArte../InnovacionesEducativasRaulBarrantes.pdf>
- Bernal, F. (2011). *Tecnología. De la tiza a los tableros interactivos*. Recuperado el 2 de diciembre de 2013, de: <http://www.practicamedicina.com/pdf/esp/2012/No%201/Tecnologia%201-4.pdf>
- Cabero Almenara, J. (1998). Las aportaciones de las nuevas tecnologías a las instituciones de formación continuas: reflexiones para comenzar el debate. Ponencia presentada en el *V Congreso Interuniversitario de Organización de Instituciones Educativas*. (pp. 1143-1149). Madrid, Es.: ISBN 84-600-9507-X.
- Campos Salazar, M. A. (2009). Conceptos errados en circuitos eléctricos “Dificultades relacionadas con la corriente eléctrica en un circuito de corriente continua”. *Revista Ciencia Ahora* 24, 1-15.
- Cañal de León, P. et al. (2002). *La Innovación Educativa*, Madrid, Es.: Akal.
- Carrilero, T. C. (2011). Uso didáctico de la pizarra digital interactiva. *Revista Digital Sociedad de la Información*, 27, 1-5. Recuperado el 1 de diciembre de 2013, de: http://www.sociedadelainformacion.com/27/PDI_clemente.pdf
- Coll, C. et al. (2008). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación socio-cultural. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, ISSN 1607-4041
- Coll, C. (2005). *Ayudar a Aprender con las TIC: sobre los usos de la tecnología en la educación formal*. Ponencia presentada en el *V Congreso Multimedia Educativa: Els reptes educatius de la societat digital*. 29 de junio-1 de julio 2005. Universidad de Barcelona.
- Díaz, M. et al. (1996). *El desarrollo profesional docente y las resistencias a la innovación educativa desarrollo profesional docente*. Oviedo, Es.: Universidad de Oviedo.

- Recuperado el 21 de septiembre de 2013, de: http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Especialidad/TecnologiaEducativaG13/Modulo4/unidad_1/lec_2_innov-educ_y_des_profes.pdf
- Echeverry, C. A. (2004). *El aprendizaje basado en la solución de problemas*. Diplomado en Didáctica Universitaria. Medellín, Col.: Universidad de Medellín.
- Fredette, N., y Lockhead, J. (1980). Students conceptions of simple circuits. *The Physics Teacher*, 18(3), 194-198.
- García, J, y Redondo, R. (2010). De profesor tradicional a profesor innovador. *Revista Digital para profesionales de la enseñanza*. ISSN 1989-4023 Dep. Leg.: GR 2786-2008.
- Imbernón, F. (1996). *En busca del discurso perdido*. Buenos Aires, Ar.: Editorial Magisterio del Río de la Plata.
- Kolmos, A. (2004). Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos. *Educar*, 33, 77-96. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/Educar/article/viewFile/20789/20629>
- McDermott, L., y Shaffer. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60(11), 994-1003.
- Pascual, R. (1998). *La gestión educativa ante la innovación y el cambio*. Madrid, Es.: Editorial Narcea.
- Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8, 9-19.
- Rimari, W. (2002). *La innovación educativa. Un instrumento en desarrollo*. Recuperado el 30 de septiembre de 2013, de: http://www.uaa.mx/direcciones/dgdp/defaa/descargas/innovacion_educativa_octubre.pdf
- Rivas, M. (2000). *La innovación educativa*. Madrid, Es.: Síntesis.
- Schank, R. (1997). *Aprendizaje virtual*. México, D. F.: McGraw Hill.
- Tarazona, J. (2005). Reflexiones acerca del aprendizaje basado en problemas. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 56(2), 147-154.
- UNESCO (1996). *La educación encierra un tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI, presidida por Jacques Delors. Madrid, Es.: Santillana/Ediciones UNESCO.