



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness  
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# APLICACIÓN DE CRITERIOS PEDAGÓGICOS Y ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA APREHENSIÓN SIGNIFICATIVA DE LOS CONCEPTOS DE LA ASIGNATURA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS I

Alexander Gómez Bello

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia  
Sogamoso, Colombia

## Resumen

En el marco de implementar acciones pedagógicas que favorezcan el proceso de enseñanza–aprendizaje en ingeniería y a partir de un problema real, se planteó un trabajo de investigación que tiene por finalidad establecer una estrategia didáctica para la aprehensión significativa de los conceptos de la asignatura de circuitos eléctricos I -del programa de ingeniería electrónica de la Uptc Sede Sogamoso- a la luz de criterios pedagógicos que favorezcan el proceso de enseñanza–aprendizaje. Se planteó el trabajo de investigación debido a que la asignatura presenta un porcentaje de repitencia alto y se desconoce claramente las variables que la han provocado, además en el programa hay interés por dar respuesta a las dificultades de aprendizaje de los estudiantes en esta asignatura.

La investigación se ha enfocado desde la importancia que tienen los conceptos como instrumentos del conocimiento para alcanzar un pensamiento cada vez más abstracto y general; y desde la necesidad de hacer explícitos en el proceso de enseñanza-aprendizaje los vínculos entre el mundo de los modelos/teorías y el mundo de los eventos.

**Palabras clave:** criterios pedagógicos; aprehensión significativa; conceptos circuitos eléctricos en DC

## *Abstract*

*In the framework to implementation of pedagogical actions that are conducive to the process of teaching and learning in engineering and from a real problem was proposed this research work. It has by aims to establish a teaching strategy for the significant apprehension concepts of the subject of electrical circuits I, the program of electronic engineering of the Uptc al Sogamoso, in the light of pedagogical criteria that helps the teaching-learning process. The work was raised for research due to the fact that the subject presents a high repetition rate and it is not known how clearly the variables that have caused, in addition to the program there is interest in response to the difficulties of learning of the students in this subject.*

*The research has been approached since the importance of concepts as instruments of knowledge to achieve an increasingly abstract and general thought; additionally from the need to make explicit in the teaching-learning process the links between the models/theories world and the events world.*

**Keywords:** *pedagogical criteria; significant learning; concepts electrical circuits in DC*

## 1. Introducción

El ejercicio docente, por la responsabilidad social que implica, sugiere la reflexión continua sobre las condiciones en que está siendo desarrollado; una reflexión personal e institucional entorno a las consecuencias del ejercicio docente. Los criterios pedagógicos que se presentan son precisamente el resultado de la reflexión que se ha dado en torno al quehacer del docente, desde varios puntos de vista, y son la base para el diseño de una nueva dinámica de enseñanza-aprendizaje para la asignatura de circuitos eléctricos I. El primer criterio pedagógico que se establece, invita al docente a mantener una inquietud latente que lo impulse a ser más estratégico, y lo lleve a analizar “de qué modo mejorar su práctica para ayudar a que sus alumnos aprendan su materia”, es una actitud de “todo profesional que valora la docencia” (Daura, 2011, p. 79).

Para comprender de manera concisa el trabajo de investigación desarrollado se socializa en este artículo: una síntesis del marco teórico y del estado del arte que lo fundamentó, los criterios pedagógicos que propuestos desde el punto de vista del autor favorecen la construcción y aprehensión significativa, el microcurrículo diseñado junto con los respectivos recursos y procedimientos sugeridos para llevar a la práctica los criterios pedagógicos propuestos, y finalmente se presenta los principales resultados con la aplicación de la estrategia en los cursos, del primer semestre de 2013, de circuitos eléctricos I del programa de Ingeniería Electrónica de la Uptc Sede Sogamoso y de circuitos DC en el programa de tecnología en electrónica de Uniminuto sede Principal.

## 2. Marco Teórico

### El aprendizaje significativo

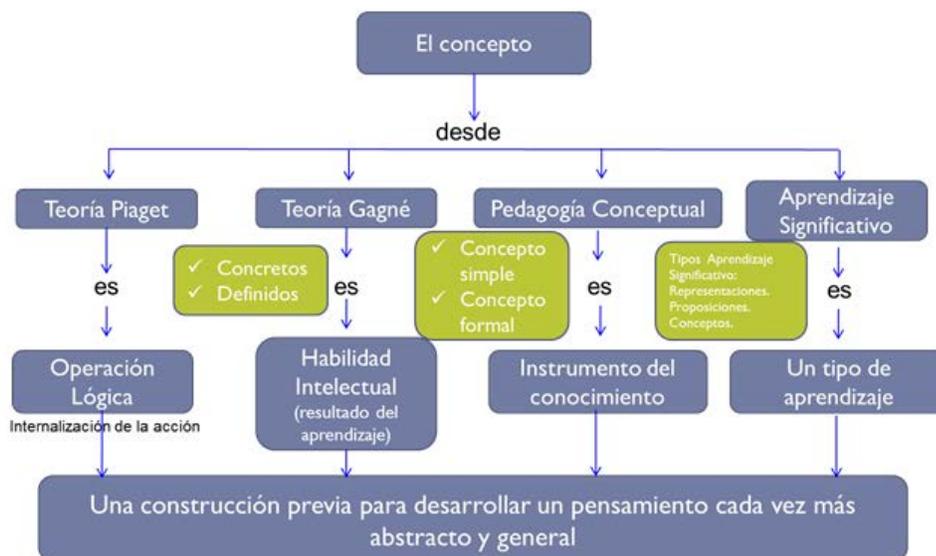
Ausubel, percibe que la naturaleza del aprendizaje escolar está dada por los conceptos, principios y teorías; se trata de cuerpos organizados de conocimiento, de grandes cuerpos de significado, que son probables de ser aprendidos significativamente en el entorno escolar. El aprendizaje significativo es el producto del proceso mediado que relaciona nueva información con los conocimientos (subsumidores o ideas anclaje) que están incorporados en la estructura cognoscitiva de la persona. En el campo escolar el proceso se da cuando el estudiante al intentar comprender algo acude a los conocimientos anteriormente adquiridos para organizar y darle sentido a la nueva información. Rodríguez, *et al.* (2010) aclaran que no se trata tan solo de una unión o asociación entre ideas previas y nuevas, sino de una transformación de la estructura cognoscitiva de la persona, pues con el proceso los nuevos contenidos adquieren significado y los subsumidores se tornan progresivamente “más diferenciados, elaborados y estables” (p. 11). En últimas este proceso de transformación conduce a la capacidad de atribuir significados más potentes ó nuevos, que serán la base para futuros eventos de aprendizaje. En síntesis el modelo Ausubeliano ha impulsado el interés por conocer las ideas previas del sujeto que aprende, de tal manera que se pueda enseñar convenientemente

en un ambiente de funcionalidad, como lo propuso Piaget y Comenio, aprender de la práctica, de la acción. Además, Ausubel da relevancia al carácter secuencial (jerárquico) o progresivo del material o nuevo conocimiento que se pretende enseñar, de tal manera que no se dé espacio a vacíos –de información, conceptos, conocimientos- en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Finalmente como señalan Gimeno, *et al.* (1992) un material aprendido de manera significativa es menos sensible al olvido a corto plazo y a la interferencia con el conocimiento previo al proceso. Este tipo de aprendizaje favorece la transferencia de los significados, del conocimiento a diversas situaciones (p.48).

### El concepto como instrumento del conocimiento

En la figura 1 se presenta de forma muy abreviada la trascendencia dada al concepto desde los trabajos realizados por Piaget, Gagné, la pedagogía conceptual y el aprendizaje significativo. En síntesis estas teorías determinan que el concepto es un resultado relevante en el proceso de aprendizaje, y a su vez, es el vehículo que posibilita el tránsito hacia estadios de conocimiento complejos, sabios, y prácticos para la vida.

Figura 1. La trascendencia del concepto desde diferentes teorías



En particular, para alcanzar un pensamiento formal, se requiere del desarrollo de ciertas operaciones intelectuales –Inducción, Deducción, Analogías– que progresivamente llevarán a la construcción de un instrumento de conocimiento específico: los conceptos formales. Este instrumento de conocimiento, será resultado de la movilidad y construcción previa de otros instrumentos del conocimiento como son los conceptos, las proposiciones, las nociones y los primitivos conceptos sensorio-motrices. Así mismo para el hombre de ciencia es necesario el construir progresivamente dos instrumentos de conocimiento más: precategorias y categorías, que lo lleve a desarrollar un pensamiento categorial.

### Estrategias didácticas

Entendiendo el término estrategias de enseñanza como equivalente de estrategias didácticas, se comprende que son “los recursos y procedimientos que los enseñantes utilizan para regular sus acciones y las variables del contexto con el objeto de promover aprendizajes significativos en los estudiantes (Díaz Barriga Arceo y

Hernández rojas, 2006: 430)” (Daura, 2011, p.79). Para Herrán y Vega las estrategias didácticas son las “-fases seguidas en una secuencia de enseñanza-, fundamentadas –es decir, sustentadas en desarrollos teóricos- y validadas –puestas en práctica y valoradas desde el punto de vista de los resultados obtenidos,-” (2006, p.35). Por su parte, Sirvent (s.f), expone que la estrategia didáctica es “la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje para la cual el docente elige las técnicas y actividades que puede utilizar a fin de alcanzar los objetivos de su curso.” En el ejercicio del diseño de la planificación infero que, Sirvent, sugiere tener presente tres componentes: el tipo de persona, sociedad y cultura de la institución educativa (Misión); la estructura curricular; las posibilidades cognitivas de los alumnos.

### 3. Estado del arte

Aproximadamente desde mediados de la década del setenta se inició el desarrollo de diferentes estudios enfocados a determinar las dificultades que se presentan en la instrucción y el aprendizaje de la teoría relacionada con circuitos eléctricos. Por la información recabada se puede clasificar en dos tendencias los puntos de vista adoptados para justificar la dificultad: en primer lugar la teoría de preconceptos, y en segundo, los vínculos entre el mundo de los modelos/teorías y el mundo de los eventos.

La denominación de preconceptos hace referencia a las concepciones, explicaciones e ideas propias de los estudiantes sobre un tema particular ó fenómeno físico antes de recibir instrucción; concepciones previas que están en la estructura cognoscitiva y de las cuales algunas son acertadas. Diferentes investigaciones, presentadas en las referencias, han llegado a comprobar que: primero, estos preconceptos no cambian inclusive después de la instrucción, lo que indica que la instrucción no es efectiva; segundo, los estudiantes desarrollan un conocimiento de tipo operativo y algorítmico que les permite responder bien a los problemas cuantitativos, pero no transferir ese conocimiento al enfrentarse a situaciones de tipo cualitativo y práctico. En resumen los estudiantes desarrollan un conocimiento que no está asociado con los conceptos científicos.

Con respecto a la segunda tendencia, las conexiones entre los conceptos, las representaciones formales, y el mundo real son frecuentemente escasas en la instrucción clásica (Carstensen & Bernhard, 2007, p. 1). Ahora bien, en ocasiones el docente presenta estos dos mundos, pero se hace ante los ojos de los estudiantes normalmente sin vínculo alguno. La situación es aún más compleja cuando el estudiante recibe en cursos separados el componente matemático, conceptual, y práctico (sesiones de laboratorio), y se espera que en el proceso el estudiante establezca los vínculos. En esencia, Carstensen *et al.* enfatizan en la importancia de hacer que los estudiantes comprendan la relación entre el mundo de la teoría/los modelos, y el mundo de los objetos/eventos (el mundo real), estableciendo vínculos explícitos entre los dos mundos; con el objetivo que los estudiantes adquieran un conocimiento funcional de los circuitos eléctricos.

### 4. Criterios pedagógicos

Continuando la reflexión que se ha propuesto en torno al quehacer del docente, se presentan los demás criterios pedagógicos establecidos:

b) Pasmanik y Cerón (2005) recuerdan que el desarrollo del ser humano es concebido desde el enfoque sociocultural como “un proceso determinado socialmente. El desarrollo cognitivo, en particular, sería posible gracias a la interacción con otros individuos con mayor conocimiento y experiencia (Vygotski

1979)” (p. 3). Los docentes que se hacen cercanos para sus estudiantes tienen la posibilidad de emprender procesos de enseñanza-aprendizaje que quedan inscritos en el estudiante, en el ser.

c) Consciente de que “Lo único que se puede transmitir entre dos seres humanos es información codificada” (Duque, 2006, p. 8), el docente se esfuerza por adecuar el ambiente de aprendizaje de tal forma que el objeto de estudio se presente ante quien aprende como un objeto que enseña, un objeto del cual puede aprender. El docente hace una transposición didáctica del saber sabio de tal manera que sus estudiantes puedan decodificarla.

d) La comprensión conceptual y el cambio conceptual del estudiante exige la inversión de tiempo en la administración del curso: menor cantidad de contenidos en busca de mayores niveles de comprensión (Andrés, 1990, p. 236).

e) Considerando algunos elementos de la propuesta de Ortiz y Aguilera (2005) se expresa: primero, la importancia de diseñar estrategias didácticas que estén “dirigidas a desarrollar determinadas habilidades o competencias profesionales en los estudiantes, las cuales son fundamentales para el futuro profesional” (p. 6). Segundo, se incluyan explícitamente en el diseño curricular y en plan de estudios de la asignatura aquellas estrategias de carácter general que han sido provechosas para el proceso de enseñanza-aprendizaje, y al mismo tiempo, se deje abierta la posibilidad para diseñar estrategias particulares a las condiciones de los estudiantes de cada curso. Esto último debido a que cada grupo revela unos estilos de aprendizaje particulares de modo que llevan al docente a proponer estrategias para no estar en contravía con los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

f) “Para aprender se requiere que el aprendiz esté “activo” intelectual y físicamente. Lo que se aprende debe tener sentido. Adicionalmente, la motivación juega un rol central en el aprendizaje, particular en el aprendizaje duradero (National Research Council, 2000)” (Duque, 2006, p. 9). Una pregunta constante del docente ha de ser ¿Qué debo proponer para mantener activo intelectual y físicamente a mis estudiantes? Como dicen los pedagogos clásicos: nadie aprende lo que no le interesa aprender, por tanto la labor del docente juega un papel importante desde la primera sesión de clase, pues puede originar mayor interés en el estudiante.

g) El docente como individuo con mayor conocimiento y experiencia está en capacidad de organizar el espacio y ambiente de aprendizaje que demanda el saber a socializar, de forma que estimule la actividad y el desarrollo del pensamiento del estudiante. Ausubel, Piaget, Comenio, Cartensen *et al.* entre otros consideran relevante el que se pueda enseñar en un ambiente de funcionalidad; se favorece el aprendizaje significativo al aprender de la práctica, de la acción. Son indispensables los espacios de experimentación: contextualizados y naturales, (se pueden diseñar o rediseñar los ejercicios tradicionalmente presentados en los textos de circuitos eléctricos, para posibilitar su montaje práctico y permitir que el estudiante compare y analice los resultados experimentales, analíticos y los obtenidos en la simulación. En síntesis, “El espacio de aprendizaje nos dice lo que es posible aprender en una cierta situación” (Carstensen & Bernhard, 2007, p. 3).

h) El estudiante y el docente deben conocer los preconceptos, patrones de razonamiento e ideas no científicas que se tienen antes de iniciar el curso, y a medida que se avanza, el reto del docente es lograr que sus estudiantes desarrollen una estructura conceptual coherente con las teorías científicas. Lo anterior implica el diseño de pruebas de entrada para conocer el tipo de instrumento del conocimiento (nociones, proposiciones, conceptos y teorías) con el que llega el estudiante al iniciar la asignatura.

i) Al estudiante “se le prepare para adquirir un conocimiento sólido y verdadero, no falso y superficial... que sea capaz de penetrar hasta la medula de las cosas y conocer de ellas su verdadera significación y empleo” (Comenio, 1998, p. 30). La implementación de estrategias didácticas no debe distorsionar el saber sabio, por el contrario, ha de situar, a quién se dispone a aprender, sobre la línea de horizonte que lleva por caminos más amplios del conocimiento.

j) Teniendo en cuenta los resultados de las investigaciones de Carstensen, *et al.* (2007) es importante hacer explícito, a los estudiantes, los vínculos entre el mundo de los modelos y el mundo de los eventos. Estos vínculos se han de hacer explícitos con palabras, ejemplos contextualizados, desarrollo de actividades prácticas (laboratorios y/o simulaciones) y situaciones problema que forcé la necesidad del modelamiento matemático y de la simulación, para lograr unos eventos específicos. Lo anterior, lleva apoyándonos en términos del profesor Gabriel Restrepo, a que el estudiante vea como traducciones recíprocas los códigos del mundo de las teorías y los códigos del mundo de los eventos.

k) “El cerebro no se parece a una memoria de computador” (Duque, 2006, p. 8). El docente es conocedor que cada estudiante tiene un estilo de aprendizaje y sus propios ritmos mentales. Lo anterior implica que para estimar lo que sabe el estudiante: “evaluar”, es pertinente implementar un proceso de evaluación continuo, flexible, variado y formativo. En cuanto al proceso de evaluación continuo, es evidente en el programa de Ingeniería electrónica de la Uptc-Sogamoso el valor del trabajo con cada estudiante, como recalca el Ing. López, “ese es un aprendizaje significativo para el estudiante”, refiriéndose a los momentos dedicados para estimar de manera personalizada las dificultades y conceptos asimilados por cada estudiante. Sobre la evaluación flexible, se propone al docente permitir presentar pruebas cuando el estudiante considere estar preparado, también de común acuerdo establecer con el estudiante momentos posteriores de evaluación especialmente ante los desaciertos en las pruebas. A cerca de la evaluación formativa, cada recurso que emplea el docente para la valoración del aprendizaje, ha de ser un evento de aprendizaje para el estudiante. Finalmente, el diseño de exámenes escritos ha de ser diseñado con problemas de nivel bajo, medio y alto, de tal manera que el estudiante que ha comprendido lo básico lo pueda demostrar; el diseño de exámenes con esta metodología permite determinar el nivel de asimilación en el que se encuentra el estudiante.

l) Se retoma el concepto de Comenio al definir la didáctica como el artificio universal para enseñar a todos todas las cosas. Este criterio se incluye debido a la realidad que se observa en los cursos que se dirigen: estudiantes en su mayoría con muchos vacíos a nivel emocional, intelectual y personal, pero con el sueño de desarrollar un proyecto de vida, y pocos estudiantes con conocimientos previos sólidos e intelectualmente sobresalientes; el mismo panorama observado por Comenio en su época. Ante esta realidad el docente tiene una responsabilidad social: “hacer del hombre un hombre” (Comenio, 1998, p.41) a través de la enseñanza. Lo anterior implica un esfuerzo para lograr que todos aprendan bien lo pertinente a la materia que se enseña, el docente debe evitar, como señala Lutero, que sus estudiantes huyan de los estudios. Para lograrlo, todos, docentes y estudiantes, tenemos un potencial incalculable en nuestro ser.

m) Teniendo en cuenta a Pruzzo (2007), se recomienda no generalizar a todos los grupos y todos los ambientes de aprendizaje, los diseños didácticos elaborados (p.62).

## 5. Microcurrículo diseñado

Una estrategia didáctica se pone de manifiesto con la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje, sin llegar a tomarse como una receta; se plantea qué cuerpos de conocimiento estudiar y para qué (competencias que forman), el cómo será el acercamiento a los objetos de estudio, en qué orden y con cuantas sesiones, que ambiente de aprendizaje se requiere, como se valorará el aprendizaje, entre otros elementos. El microcurrículo diseñado integra la planificación de contenidos, competencias, procedimientos y recursos, para las 32 sesiones, de forma tal que se desarrolle en la práctica los criterios pedagógicos propuestos. En la figura 2 se presenta a manera de ejemplo la planificación para las sesiones 17, 18 y 19.

La dinámica propuesta para la asignatura inicia con la contextualización y motivación del estudiante, en la primera sesión debe conocer las competencias que ha de alcanzar, las aplicaciones, las palabras clave, la metodología de trabajo, las fuentes de consulta y el microcurrículo que propone el docente. También es la oportunidad para aplicar una prueba de entrada para conocer los preconceptos de los estudiantes que van a cursar la asignatura.

Figura 2. Ejemplo de planificación de sesiones de clase

Semana	Sesión	Actividades	Contenidos	Competencias a desarrollar	Recursos	Trabajo autónomo del estudiante	Horas presenciales	Horas de aprendizaje autónomo
3	sesión 17	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Desarrollar por superposición un ejercicio de los presentados en sesiones anteriores.</li> <li>*Diseño de dos puntos para el taller No 3</li> <li>*Envío al aula de la guía de práctica de laboratorio No 4: Aplicación del Teorema de Thévenin y Teorema de Norton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Linealidad y principio de superposición</li> <li>*Fuentes de tensión ideales y prácticas.</li> <li>*Modelo práctico de un fuente de tensión</li> <li>*Modelo práctico de un fuente de corriente</li> <li>*Técnica de transformación de fuente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>16. Aplicar el principio de superposición para encontrar la magnitud de las cantidades eléctricas a partir de unas condiciones dadas de circuito.</li> <li>17. Aplicar la técnica de transformación de fuente para simplificar las condiciones de análisis de circuito.</li> </ul>	*Ejercicios taller No 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Compruebe mediante simulación el principio de superposición.</li> <li>*Desarrollar los ejercicios propuestos en el taller No 3. (Fecha de entrega sesión 25)</li> <li>*Leer y comprender la guía de laboratorio No 4: Aplicación del Teorema de Thévenin y Teorema de Norton</li> <li>*Presentar preinforme para la siguiente sesión con el desarrollo del trabajo Individual y grupal propuesto en la guía de laboratorio No 4 (¡remítala; ¡activa tus ideas!)</li> </ul>	2	3
	sesión 18	Práctica de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Circuito equivalente de Thévenin</li> <li>*Circuito equivalente de Norton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>18. Aplicar el teorema de Thévenin para obtener el circuito equivalente de una red dada, analizando las magnitudes eléctricas de la carga conectada a la red y el comportamiento del sistema ante la variación de la carga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Documento guía práctica de laboratorio No 4.</li> <li>*Aula de laboratorio con instrumentos de medición.</li> <li>*Software libre ó propietario para simulación de circuitos, por decir, LiveWire, Circuit Maker, Circuit Spice.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Culmine en práctica libre el laboratorio propuesto en la guía No 4.</li> <li>*Elaborar informe de laboratorio de la práctica No 4 (elabore un informe que para usted sea útil. Fecha de entrega: próxima sesión de clase.</li> </ul>	2	3
10	sesión 19	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustentación de observaciones y conclusiones de la práctica de laboratorio No 4.</li> <li>Mientras se recibe las sustentaciones se propone a los estudiantes que obtengan el equivalente de Thévenin y de Norton a uno de los circuitos analizados en clases anteriores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Circuito equivalente de Thevenin</li> <li>*Circuito equivalente de Norton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>18. Aplicar el teorema de Thévenin para obtener el circuito equivalente de una red dada, analizando las magnitudes eléctricas de la carga conectada a la red y el comportamiento del sistema ante la variación de la carga.</li> <li>19. Aplicar el teorema de Norton para obtener el circuito equivalente de una red dada, analizando las magnitudes eléctricas de la carga conectada a la red y el comportamiento del sistema ante la variación de la carga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Documento guía práctica de laboratorio No 4.</li> <li>*Aula de laboratorio con instrumentos de medición.</li> <li>*Software libre ó propietario para simulación de circuitos, por decir, LiveWire, Circuit Maker, Circuit Spice.</li> <li>Bibliografía de la asignatura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Desarrolle ejercicios propuestos en los libros de referencia de la asignatura.</li> </ul>	2	4

Otro punto relevante en esta propuesta, como se puede observar en el microcurrículo planteado es la actividad práctica de laboratorio, sugerida por los estudiantes en las encuestas aplicadas. Con el presente trabajo se diseñaron cuatro guías de laboratorio. La primer guía, “Medición de Voltaje y Corriente en Circuitos de CC y CA” para adquirir las competencias con respecto al manejo de los instrumentos de laboratorio. Las guías, dos: “Deducción de la Ley de Ohm”, tres: “Deducción de las Leyes de Kirchhoff”, y cuatro: “Aplicación del Teorema de Thévenin y Teorema de Norton” trabajan la mayoría de los conceptos y principios que fueron mencionados como los de mayor importancia para el análisis de circuitos eléctricos, desde el punto de vista de los docentes que han dirigido la asignatura. Se resalta que estas guías están diseñadas de forma tal que el trabajo de los estudiantes lleve a descubrir los conceptos básicos y los principios mencionados, este aprendizaje basado en la experiencia es fortalecido con la presentación posterior de la teoría formal, de la cual no se debe prescindir en el proceso.

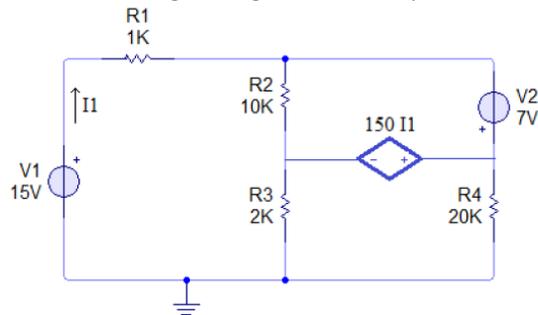
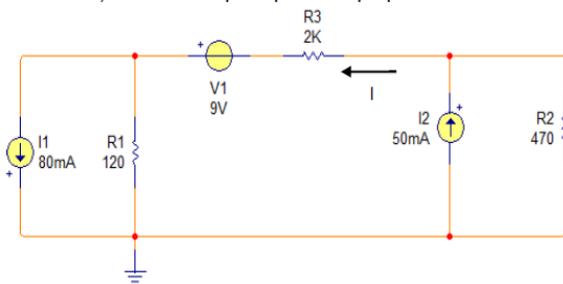
Con respecto a la guía de práctica de laboratorio, el capítulo de procedimiento inicia con la actividad denominada *¡activa tus ideas!*, donde se motiva al estudiante a un trabajo individual para que conozca sus preconceptos con respecto a los posibles resultados en el circuito dispuesto para la práctica; en la sección *¡activa tus ideas!* de las guías se incluyó también consultas y una situación problema. La sección *¡activa tus*

*ideas!* finaliza proponiendo la puesta en acuerdo, de los integrantes del grupo de trabajo, en las respuestas para las preguntas planteadas en la sección. El capítulo de procedimiento también propone, a partir del circuito dispuesto para la práctica, actividades de simulación, implementación en protoboard y de medición de resistencia, corrientes y voltajes. La guía en la sesión de análisis de datos lleva a que el estudiante organice y analice los datos, establezca relaciones, dé explicaciones a los resultados experimentales e infiera resultados ante cambios; en conclusión se busca que conceptualice a partir de la experiencia. Al final de la guía se incluye la vuelta sobre el cuestionario *¡activa tus ideas!* con el objeto de determinar que preconceptos cambiaron y cuales se confirmaron; además cada integrante del grupo debe cuestionarse sobre lo que considera le hace falta aprender o tener claro con respecto al desarrollo del trabajo práctico propuesto en la guía y los conceptos que está construye.

Como se señaló entre los criterios pedagógicos y se reflejó en la planeación, es significativo que se propongan y analicen circuitos eléctricos implementables físicamente y que sean legítimos para los simuladores. Por consiguiente, una de las tareas de los docentes, en la cual también pueden ayudar los estudiantes, es el diseño de este tipo de circuitos. En la figura 3, se presenta a manera de ejemplo dos de los circuitos diseñados bajo esta premisa.

Figura 3. Ejemplo de los circuitos eléctricos diseñados

Determine la corriente  $I$  para el circuito: a) utilizando transformación de fuentes. b) utilizando el principio de superposición. Para el circuito de la siguiente figura determine la potencia sobre  $R_4$ .



## 8. Principales resultados percibidos

En cuanto a los resultados de las 161 pruebas de entrada aplicadas, se determinó que para las preguntas 2 y 6: sobre circuito equivalente, y sobre las condiciones de voltaje y corriente en circunstancias de circuito abierto, el nivel de acierto fue bajo, 15% y 31% respectivamente. Para las preguntas 1, 4 y 5 el porcentaje de acierto fue 47%, 61% y 61%. Con respecto a las respuestas desacertadas un 38% de los estudiantes tiene el preconcepto que en un circuito abierto la tensión es 0V, un 20% revela que hay tensión en un corto y 11% considera que la corriente en un corto circuito es de 0A. Con respecto al modelo de circulación de la corriente un 28% de los estudiantes tiene un modelo de atenuación, la corriente es menor después de atravesar un elemento; un 21% un modelo concurrente y un modelo unipolar un 4%. Con respecto al valor de la tensión en una segunda resistencia de un circuito serie, un 17% de los estudiantes tiene un preconcepto a corregir con respecto a la conexión de elementos en paralelo, pues observaron que  $R_2$  estaba en paralelo con  $B_1$ ; un 21% considero que como  $R_1$  es mayor se opone mucho más al paso de la corriente que  $R_2$ , por tanto en  $R_2$  se tendrá mayor voltaje. Con respecto a la pregunta 5, un 22% de los estudiantes considera que en circuitos con elementos conectados en paralelo la corriente es la misma por cada rama, independientemente del valor de la resistencia; además un 10% considera que la corriente es mayor en las ramas cercanas a la fuente de tensión; un 6% que la corriente será siempre mayor por la rama con mayor

resistencia. En cuanto a la pregunta por la posibilidad de reducción de un circuito eléctrico por un equivalente, de los 24 estudiantes que respondieron correctamente solo 11 justifican apropiadamente la respuesta, 11 de 56 pruebas marcadas por estudiantes que cursaban la asignatura por segunda y tercera vez. El criterio más común entre los estudiantes que respondieron que los circuitos no eran equivalentes es la comparación de presencia o ausencia de elementos de circuito, al no estar presente una fuente de tensión en la red equivalente presentada, los estudiantes concluye que los dos circuitos no son equivalentes.

El análisis cualitativo a la pregunta por el concepto de corriente eléctrica, voltaje y la relación entre estas cantidades, se realizó a 75 estudiantes, de la Uptc sede Sogamoso (34), Uptc sede principal Tunja (29) y Uniminuto sede principal (12), que cursaron en el primer semestre de 2013 la asignatura. Teniendo en cuenta los instrumentos de conocimiento mencionados en el marco teórico, se clasificó los preconceptos de cada uno de los estudiantes. Al analizar los resultados se observó que alrededor del 25% de los estudiantes no revela, o revela sutilmente, los preconceptos que tiene sobre corriente eléctrica, voltaje y la relación entre estas dos cantidades eléctricas. Se descubre que aproximadamente un 33% de los preconceptos revelados se pueden clasificar como nociones, un 19% como proposiciones, un 6% como proposiciones expresadas en lenguaje matemático, apenas un 1% como conceptos, y un 16% son preconceptos que expresan la dificultad del estudiante para distinguir entre la definición de corriente eléctrica y voltaje. Con respecto a las nociones se encuentran algunas expresadas como definiciones en función de la utilización <<es para>>, en términos de Piaget “bajo la doble influencia del finalismo y la dificultad de justificación” (p.43, 1964/1994). Dentro de las proposiciones es evidente que en algunos casos el estudiante recurre a la ley de Ohm para establecer el concepto de corriente y voltaje, por tanto se hace necesario que ellos incorporen a su estructura cognoscitiva proposiciones construidas a partir de las explicaciones de la física eléctrica. En el proceso que cada estudiante lleva es importante hacer el esfuerzo para que consoliden buenas nociones y proposiciones que sirvan como vehículo hacia la construcción de conceptos.

El trabajo realizado con los estudiantes evidencio un progreso continuo en la comprensión de los conceptos, principios, leyes y técnicas para el análisis de circuitos eléctricos, dándose resultados acentuados hacia el final del curso y en especial en la prueba de salida aplicada; todos los estudiantes hasta los más rezagados en el proceso, mostraron avances significativos en la comprensión del análisis de circuitos eléctricos. La mayoría de los estudiantes consideraron que la comprensión se dio gracias al trabajo de laboratorio, simulaciones, a la realimentación personalizada a cada estudiante de los resultados de las pruebas presentadas, al trabajo autónomo y a la evaluación continua y flexible adoptada por el docente.

## 9. Conclusiones

El aprendizaje significativo de cuerpos organizados de conocimiento indudablemente está sujeto en pocas palabras al ambiente de aprendizaje que cree las instituciones de educación, los programas y específicamente los docentes a cargo de la socialización de estos cuerpos. Lo anterior implica que las diferentes variables que participan en la creación de un ambiente específico de aprendizaje deben ser reguladas (orientadas) por estrategias didácticas y por la observancia de criterios pedagógicos. Precisando, las variables que han de ser reguladas son: los códigos de comunicación oral y escrita, los preconceptos del estudiante, los procedimientos (acciones) de acercamiento a los objetos de estudio, los recursos pedagógicos, los intereses del docente y estudiantes, los modos y tiempos de valoración de los conocimientos alcanzados por los estudiantes, entre otros. Por lo tanto, se ha buscar que la mayor cantidad de variables del ambiente de aprendizaje favorezcan -en quien se dispone a aprender- un aprendizaje

significativo, favorezca cambios cognitivos estables que sean vehículos a estadios más amplios del conocimiento.

El porcentaje de repitencia de la asignatura circuitos eléctricos I (Circuitos DC), de los programas de Ingeniería electrónica de la Uptc y de Tecnología en electrónica de Uniminuto se reduce con la aplicación y observancia de los criterios pedagógicos establecidos, y con el desarrollo de las estrategias didácticas expuestas en el presente trabajo. Lo anterior es producto de la dinámica diseñada para favorecer la construcción y aprehensión significativa de los conceptos de la asignatura, pues los estudiantes se relacionan con el objeto de estudio por medio de eventos de aprendizaje concretos y no abstractos, como regularmente se enseña. Además la dinámica logra que el estudiante desarrolle o mejore las habilidades prácticas, vincule el mundo de los objetos/eventos con el mundo de los modelos/teorías, esté normalmente motivado por la asignatura, entre otros provechos. El estudiante aprende circuitos con la dinámica diseñada.

Esta propuesta pedagógica alcanza sus objetivos bajo la organización de cursos de máximo 20 estudiantes, pues hay que garantizar a los actores del proceso, estudiantes y docente, los tiempos, los espacios y los recursos para la planificación, experimentación, el diseño, la valoración, la realimentación y la reflexión de uno y del otro.

El estudiante ha de tener presente el compromiso de dedicar tiempo al trabajo autónomo, para encontrarse con los momentos de conceptualización a partir de la experiencia, observación reflexiva y experimentación activa que lo lleven en primer lugar, a transformar los preconceptos equivocados o imprecisos, y, en segundo lugar lo lleven a construir conceptos cargados de significados potentes, que lo habiliten para el análisis de problemas cualitativos y cuantitativos de circuitos eléctricos, es decir que construya conceptos transferibles.

## 10. Referencias

- Andrés, M. M. (1990). Evaluación de un plan instruccional dirigido hacia la evolución de la concepción de los estudiantes acerca de circuitos eléctricos. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, pp. 231-237.
- Ausubel, D. (1976). Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo. Trillas, México.
- Carstensen, A.-K., & Bernhard, J. (2007). Critical aspects for learning in an electric circuit theory course –an example of applying learning theory and design– based educational research in developing engineering education. 1st International Conference on Research in Engineering Education, Honolulu, HI: ASEE, pp. 1-12.
- Comenio, J. A. (1998). Didáctica magna. México: Porrúa.
- Daura, F. (2011). Las estrategias docentes al servicio del desarrollo del aprendizaje autorregulado. Estudios pedagógicos XXXVII, N° 2, pp. 77-88.
- Duque, M. (2006). Competencias, Aprendizaje Activo E Indagación: Un Caso Práctico En Ingeniería. Revista educación en ingeniería, N° 2, pp. 7-18.
- Gagné, R. M. (1975). Principios básicos del aprendizaje para la instrucción. Diana, S.A. México.
- Gimeno, J. & Pérez, G. S. (1992). Comprender y transformar la enseñanza. Ed. Morata, Madrid - España.
- Gutiérrez, R. (1987). Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel. Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas, pp. 120.

- Herrán, C. A., & Vega, C. F. (2006). Uso del ABP como estrategia didáctica para lograr aprendizaje significativo del diseño de ingeniería. *Revista educación en ingeniería*, pp. 33-44.
- Mahmud, M., & Gutiérrez, O. (2010). Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Formación Universitaria*, pp. 11-20.
- Mestre, U., Fuentes, H. & Álvarez, I. (2004). Didáctica como ciencia: una necesidad de la educación superior en nuestros tiempos. *Praxis educativa*, pp. 18-23.
- National Science Foundation (NSF). (2007). *Moving Forward to Improve Engineering Education*. Arlington, Virginia: NSF.
- Ortiz, E., & Aguilera, E. (2005). Los estilos de aprendizaje de los estudiantes universitarios y sus implicaciones didácticas en la educación superior. *Revista Pedagogía Universitaria*, Vol. X, No. 5, pp. 1-9.
- Pasmanik, D., & Cerón, R. (2005). Las prácticas pedagógicas en el aula como punto de partida para el análisis del proceso enseñanza-aprendizaje: un estudio de caso en la asignatura de química. *Estudios Pedagógicos*, XXXI, N 2, pp. 71-87.
- Piaget, J. (1964/1994). *Seis Estudios de Psicología*. Labor, S. A., Colombia.
- Pruzzo, V. (2006). La didáctica: su reconstrucción desde la historia. *Praxis educativa*, pp. 39-49.
- Pruzzo, V. (2007). Las tensas relaciones entre Didáctica y "las" Didácticas. *Praxis educativa*, pp. 57-73.
- Rodríguez, M<sup>a</sup>. L. (2010). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Barcelona: Octaedro, S.L.
- Sirvent, M. D. (s.f.). Slideshare. Consultado el 9 de agosto de 2011 en [http://www.slideshare.net/no\\_alucines/tcnicas-y-estrategias-didcticas-presentation](http://www.slideshare.net/no_alucines/tcnicas-y-estrategias-didcticas-presentation)
- Solano, F., Gil, J., Pérez, A., & Suero, M. I. (2002). Persistencia de Preconcepciones sobre los Circuitos Eléctricos de Corriente Continua. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, pp. 461-470.
- Suárez Mantilla, C. C. (2005). *La Inteligencia, el Aprendizaje y el Pensamiento creativo*. Bogotá D.C.: La Serpiente Emplumada E.U.
- Varela, P., Manrique de Campo, M. J., & Favieres, A. (1988). Circuitos eléctricos: una aplicación de un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en las ideas previas de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, pp. 285-290.

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)