

La folclorización de las ciencias. Una experiencia didáctica

Antonio Alexi Anteliz J*

*“Establecer un vínculo entre la realidad científica y la
cotidianidad es parte de la docencia”*

RESUMEN

Esta experiencia de aula es el resultado de una investigación pedagógica que plantea la necesidad de mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje a través del uso de mediaciones didácticas que estimulen al estudiante a ser constructor de su propio aprendizaje y, a los docentes a buscar alternativas de enseñanza diferentes a la clase tradicional. En la primera parte de este artículo se plantean las dificultades en el aprendizaje, en la segunda una breve síntesis teórica de los procesos de aprendizaje y en la parte final se presenta el desarrollo de la implementación en el aula, por lo que se describen cada una de sus etapas y un ejemplo particular aplicado en la asignatura de Máquinas Eléctricas II, ubicada en el quinto semestre del programa de Tecnología en Electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander.

Palabras clave: aprendizaje, mediación, conocimiento pedagógico, pedagogía en el aula, contextualización, indagación, abstracción, aplicación.

SUMMARY

This classroom experience is the result of a pedagogical investigation that arises the necessity to improve the education and learning processes, through the use of didactic mediations that stimulate student to be constructors of their own learning and the teachers to look for different alternatives of education from the traditional class. In the first part of this article the difficulties in the learning processes are shown, in the second part there is a brief theoretical synthesis of the learning processes and the third part the mediation is developed by presenting each of its stages as well as a particular applied example in the subject of Electrical Machines II located in the fifth semester of Technology in Electromechanical program of the Unidades Tecnológicas de Santander.

Keywords: learning, mediation, pedagogical knowledge, pedagogical in the classroom, contextualization, investigation, abstraction, application.

*Ingeniero Electricista. Docente del programa de Tecnología en Electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander. E-mail: anteliz3@hotmail.com

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Enseñar y aprender, una dicotomía inseparable en la educación desde tiempos inmemoriales. En este último siglo hemos visto nacer corrientes de pensamiento que muestran diferentes perspectivas desde las cuales se intenta explicar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Esta discusión no es nueva, ya en el siglo I de nuestra era, Petronio, escritor latino, en su obra “El Satiricón” comentaba que: *“la razón por la que los jóvenes salen tan ignorantes de las escuelas es porque no han tenido contacto con nada de utilidad en la vida diaria”*; queda claro que el enseñar y el aprender han sido siempre temas de discusión dentro de la comunidad académica y fuera de ella.

La “folclorización de la ciencia” como en varias ocasiones me he referido al proceso de enseñanza aplicado en la asignatura de “Máquinas Eléctricas II”, es una estrategia didáctica que parte de la vida cotidiana, del mundo con el cual interactuamos continuamente, para desde allí tender un puente que nos lleve al aprendizaje del conocimiento científico estimulando en el estudiante el deseo de ser el protagonista de su propia enseñanza, comprometiéndolo con el aprender a aprender, y sobre todo estableciendo vínculos concretos entre las cosas cotidianas y la realidad científica de la teoría de las máquinas eléctricas.

La enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior siempre ha sido motivo de análisis desde el punto de vista pedagógico. Establecer un contacto entre el saber científico y su manifestación en la cotidianidad ha sido una aspiración de la pedagogía moderna para renovar los procesos de enseñanza y aprendizaje en las diversas

disciplinas. Entre las dificultades que encuentran los estudiantes, en el aprendizaje de la asignatura de “Máquinas Eléctricas”, están la falta de comprensión puesto que es un campo disciplinar que se apoya en concepciones teóricas que fácilmente confunden al estudiante en su proceso cognitivo; el contenido teórico y el lenguaje tecnológico usado para explicar los diferentes conceptos que se manejan en la asignatura; en síntesis hay falencia en el manejo de los conceptos. Además, los diversos fenómenos electromagnéticos son poco perceptibles por nuestros sentidos físicos y, el esfuerzo intelectual para comprender la asignatura se hace más complejo debido a que los textos de enseñanza utilizan símbolos y esquemas para representar las máquinas que poco aportan a la comprensión de la asignatura misma. De manera general podemos concluir que las dificultades para el aprendizaje de las máquinas eléctricas están altamente relacionadas con los siguientes aspectos:

- Comprensión de los conceptos abstractos de la asignatura
- Comprensión del lenguaje tecnológico
- Comprensión de los símbolos y esquemas
- Relación entre la realidad científica (el aprendizaje en el aula) y la cotidianidad

Posiblemente esta problemática que presentan los estudiantes, se deriva de la poca o nula relación que se establece entre el nuevo conocimiento, sus concepciones previas, la vida cotidiana y las experiencias laborales. Es por esto que se hace necesario e importante para su avance, dedicar esfuerzos encaminados a ofrecer experiencias de aprendizaje que favorezcan la construcción significativa de los conocimientos científicos

mediante actividades sencillas que permitan al estudiante ir avanzando paulatinamente según los distintos niveles de complejidad y abstracción que exija cada temática. De ahí el objetivo de esta experiencia esté orientado a: Construir una propuesta de mediación pedagógica que permita generar ambientes de aprendizaje significativos desde los cuales el conocimiento científico se relacione con la cotidianidad a través de experiencias concretas.

MARCO DE REFERENCIA

Esta propuesta pedagógica y didáctica se fundamenta en la vertiente filosófica del constructivismo originado a partir de Jean Piaget, Lev Vigotsky, Jerome Bruner, Dienes Zoltan, Edgar Morin y Lee S. Shulman, entre otros. Si bien el constructivismo se ha ramificado de diversas formas, conviene hacer un desarrollo general de sus principales postulados.

Desde el Constructivismo Cognoscitivista de Piaget^{1*}, se estudia el desarrollo humano y postula una teoría acerca del desarrollo cognitivo basado en un enfoque global u holístico, donde el conocimiento adquirido por un niño es percibido a través de diversos medios: la lectura, la escucha, la exploración y experiencia en su medio ambiente. Piaget establece cuatro fases en el proceso cognitivo: la sensora, la preoperacional, las operaciones concretas y las operaciones formales y, tres mecanismos esenciales para el desarrollo cognitivo: asimilación, acomodación y equilibrio. Así mismo, proporciona orientaciones precisas acerca del proceso de formación en el aula, en donde el rol del docente debe estar orientado

a proveer un ambiente desde el cual se pueda experimentar de manera natural; los salones de clase deben generar auténticas oportunidades que motiven a los estudiantes, donde ellos tengan la libertad de construir los significados a su propio ritmo a través de experiencias individuales y colectivas. Lo anterior teniendo en cuenta que las estrategias de enseñanza y de aprendizaje propuestas al estudiante deben ser la vía a la motivación. El aprendizaje es visto como un proceso activo y social desarrollado en ambientes tan naturales como sea posible. Desde el punto de vista epistemológico la pregunta que intenta resolver Piaget es ¿cómo, en la relación sujeto-objeto, el sujeto adquiere la estructura con la cual se enfrenta al objeto?

Lev Vigotsky^{2**} desde sus postulados sociales, hace énfasis en el desarrollo de una teoría en donde el conocimiento está íntimamente relacionado con los contextos sociales y culturales. Aporta un proceso cognitivo basado en un modelo “de descubrimiento” del aprendizaje, en el cual se destaca la participación activa del docente, mientras que los estudiantes desarrollan de manera natural sus habilidades mentales a través de varios “camino” de descubrimiento donde la mediación ocupa un papel primordial. Los principios básicos de esta escuela son:

- La comunidad y el entorno social afectan significativamente la forma como el estudiante concibe el mundo.
- Deben existir instrumentos adecuados (material concreto) para el desarrollo cognitivo dado que

¹ Jean Piaget, psicólogo suizo autor de “The language and thought of the child” New American Library, New Cork 1955 , y, “La equilibración de las estructuras cognitivas” Madrid: Siglo XXI 1978

²Filósofo y psicólogo ruso, autor de “El desarrollo de los procesos psicológicos superiores”, Barcelona, 1979. y del “Pensamiento y Lenguaje” (Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas), La Pleyade, Buenos Aires, 1985

ellos determinan el cambio en el proceso de aprendizaje.

- Los adultos son esenciales dentro del proceso de aprendizaje pues ellos ejercen fuertes influencias en los estudiantes.
- Aspectos del medio como la cultura y el lenguaje son esenciales para el aprendizaje.

Al igual que Piaget, Vigotsky nos ofrece algunas recomendaciones para la práctica en el aula, entre ellas están:

El aprendizaje y el desarrollo son actividades sociales y colaborativas que operan de manera individual, permitiendo a cada estudiante construir su propia comprensión. En el aula se deben crear situaciones apropiadas que contribuyan al aprendizaje significativo; tales situaciones deben estar inmersas dentro de contextos significativos lo más cercano posible a la aplicación específica del entorno laboral.

Para Vigotsky, la acción humana utiliza instrumentos mediadores como el lenguaje y las herramientas, por esto la acción “mediada” es más importante que la simple acción. Las estructuras cognoscitivas se modifican a través del uso de las herramientas psicológicas, siendo el lenguaje la principal de ellas; por eso Vigotsky consideró al lenguaje como el principal instrumento mediador; entre otras herramientas destaca la mnemotécnica, los símbolos algebraicos, obras de arte y símbolos convencionales. En la “concepción de la historia de los signos como mecanismo mnemotécnico y medios de cálculo, así como en su explicación de las relaciones de pensamiento y lenguaje, Vigotsky concibió un principio de desarrollo que etiquetaré como principio de descontextualización de los instrumentos de

mediación”³

La mediación cultural se destaca con mayor profundidad en el pensamiento de Vigotsky que, en el de Piaget, pero ambas corrientes se complementan y convergen hacia un mismo fin. Vigotsky señala, que para entender al individuo⁴ se hace necesario entender las relaciones sociales en las que se desenvuelve; igualmente en el desarrollo interpsicológico e intrapsicológico juega un papel fundamental el contexto social del individuo; de ahí que “(...) las funciones psicológicas superiores aparecen inicialmente en su forma externa puesto que constituyen procesos sociales.”⁵

Mediación pedagógica o material concreto: En la década de los 60’s, Zoltan Dienes⁶ y Jerome Bruner⁷ hacen aportes importantes sobre la operativización del constructivismo. El enfoque de “representaciones múltiples” de Zoltan Dienes generó la aparición de los “bloques lógicos” que, finalmente, se llevaron a la práctica a través de la creación de estructuras materiales que permiten la adquisición de conocimientos abstractos a partir de situaciones concretas; el trabajo de Zoltan se desarrolla en torno a la enseñanza de las matemáticas en los niveles iniciales. Por su parte, Jerome Bruner considera que el aprendizaje es un proceso activo donde la acción pedagógica parte de conocimientos pasados y presentes de los estudiantes (pre-saberes) para ir construyendo nuevas ideas y conceptos a partir de situaciones concretas desde donde se manifiesta de manera natural una transformación de una realidad cotidiana a un esquema o modelo

³ WERTSCH V. James-Vygotsky y la formación social de la mente. Barcelona: Paidós. 1988, p. 49, 50

⁴ Ibid., p.75

⁵ Ibid., p.79

⁶ DIENES, Zoltan. Las seis etapas del aprendizaje en matemática. Barcelona: Teide. 1977

⁷ LINAZA, José Luis (compilador). Jerome, Bruner. Acción pensamiento y lenguaje. Madrid: Alianza, 1984

mental, de esta manera el docente se convierte en un mediador donde su tarea es traducir la realidad científica en un formato apropiado para el estudiante de tal forma que éste se sienta cómodo y motivado para comprenderla.

Lee S. Schulman⁸ hace referencia a la pedagogía del aula, señala la relación existente entre el contenido temático de un saber científico en particular (asignatura) y la pedagogía que el profesor tiene de esa misma realidad científica para hacer que otros la comprendan y la relacionen con la cotidianidad. Schulman plantea desde su perspectiva que el docente está inmerso dentro de tres tipos de conocimientos:

Conocimiento del contenido temático de la asignatura, el cual se refiere al conocimiento de la realidad científica que pretende enseñar; a la cantidad, calidad y organización que posee en su mente de esta realidad y a los hechos, conceptos y principios básicos de este saber específico; Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC). Y por último el Conocimiento curricular, el que está representado por el abanico de asignaturas de cada programa que están orientadas a cumplir con un objetivo de formación específico.

El conocimiento pedagógico del contenido, es el que más atención ha recibido tanto desde la investigación como desde la práctica; es el conocimiento que va más allá de un tema en particular y que entra en la dimensión del conocimiento específico para la enseñanza, es el conocimiento científico traducido en un formato adecuado accesible al proceso

cognitivo del estudiante. Diversas formas para representar estos conocimientos son las analogías, ilustraciones, explicaciones, ejemplos, demostraciones etc. cuyo fin último es hacer comprensible el objeto de enseñanza, romper la tradicional frase que se escucha en boca de muchos estudiantes, “ese profesor sabe mucho, el problema es que sabe para él solo”; es el compromiso de los procesos de formación que actualmente se vive.

DISEÑO METODOLÓGICO

La experiencia se desarrolla mediante la Investigación Participativa; ésta centra su accionar en el establecimiento de un vínculo entre la teoría y la práctica, de tal forma que los procesos de enseñanza y aprendizaje deben girar en torno al “aprender a aprender” generando posiciones críticas y reflexivas frente a situaciones específicas. La construcción del conocimiento se estructura a partir de fenómenos físicos tomados de la vida cotidiana y desde allí se inicia un tránsito hacia el conocimiento científico.

Inicialmente se estructura el lenguaje y las representaciones simbólicas relacionadas con la experiencia en particular, acto seguido se articula la experiencia con las concepciones teóricas establecidas, los principios y leyes que rigen el comportamiento de esos fenómenos y finalmente se relaciona ese conocimiento con los dispositivos eléctricos comerciales utilizados en los procesos productivos, de tal forma que el proceso pedagógico se plantea desde la perspectiva del aprendizaje por descubrimiento y se diferencia del proceso de enseñanza tradicional en donde normalmente se parte de conocimientos ya determinados que se explican desde concepciones filosóficas

⁸SCHULMAN, Lee S. Examining Pedagogical Content Knowledge. 1961. The Construct. Foreword en Gess-Newsome, J., Lederman, N. G. En: Garriz, Andoni y Trinidad-Velasco, Rufino. El conocimiento pedagógico del contenido. [en línea] http://garriz.com/andoni_garriz_ruiz/documentos/garriz-trinidad.pdf

establecidas, sin dar la oportunidad al estudiante de observar el camino recorrido para formular dichas concepciones teóricas.

Esta propuesta didáctica se ha venido trabajando en los últimos 4 semestres con los estudiantes del programa de Tecnología en Electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander, jornada diurna y nocturna, en la asignatura de Máquinas Eléctricas II, con una población estudiantil en promedio de 100 estudiantes por semestre; distribuidos en grupos de aproximadamente 35 estudiantes; pertenecientes en su mayoría a los estratos 1, 2 y 3 y con edad promedio de 20 años.

Desde esta experiencia se buscó una constante interrelación entre docente, estudiante y los fundamentos de la asignatura; el proceso se desarrolla en cuatro etapas así: contextualización, indagación, abstracción y aplicación, las tres primeras etapas de la experiencia pedagógica se desarrollan en forma colectiva, normalmente grupos de dos o tres alumnos y la cuarta etapa es de carácter individual; en cada etapa se deben elaborar informes, exposiciones y evaluaciones unas de carácter grupal y otras individuales.

PROCEDIMIENTO SEGÚN LAS ETAPAS

Etapas I: Contextualización:

En el proceso de formación es necesario tener en cuenta que el aula no sólo es ese espacio cerrado, rígido y exclusivo donde se adquiere el conocimiento, sino que cualquier otro espacio nos sirve como medio para desarrollar procesos de enseñanza; es necesario expandir el aula de clase hasta los hogares, las cafeterías, los salas de Internet, las calles y la vida misma.

Desarrollar los contenidos curriculares a partir del mundo real en el cual se encuentra inmerso el estudiante se ha convertido en una necesidad de nuestro tiempo para generar transformaciones cognitivas que enamoren al estudiante del conocimiento científico, este es el objetivo de esta primera etapa dentro de la experiencia pedagógica planteada.

Contextualización de la asignatura Máquinas Eléctricas II

Los fundamentos de la teoría de las máquinas eléctricas se conciben en torno a los campos eléctricos y magnéticos. Vivimos sumergidos en un campo magnético que determina en gran medida nuestros procesos biológicos, este campo magnético es el de la tierra. Nosotros mismos somos seres bioeléctricos que funcionamos debido a impulsos eléctricos y magnéticos. Adicionalmente, los desarrollos tecnológicos y científicos de los últimos años han poblado el espacio con un sinnúmero de ondas electromagnéticas usadas en comunicaciones de radio y televisión, y estamos inmersos en un mundo electromagnético que nuestros sentidos no puede percibir adecuadamente. Tomar conciencia del mundo electromagnético que nos rodea y de su influencia en el desarrollo de la evolución humana nos permite establecer un vínculo inicial entre la realidad científica y la cotidianidad, de tal forma que los procesos de enseñanza y de aprendizaje se den con niveles de conciencia, expectativas y motivaciones superiores a los enfoques tradicionales empleados en el desarrollo de esta asignatura. El establecimiento de un primer vínculo entre el quehacer cotidiano y la realidad científica se define a partir del siguiente experimento que nos sirve de contextualización:

En la experiencia denominada existencia de campo magnético, se trabajó con los

siguientes materiales: aguja de coser, imán, recipiente plano, papel y agua.

Desarrollo de la experiencia:

Vierta un poco de agua en el recipiente plano y deje caer un pedazo de papel de tal forma que flote en el agua; a continuación tome la aguja y frótela con el imán. Una vez hecho esto cuidadosamente, coloque la aguja sobre el papel asegurándose que aguja y papel floten libremente en el agua. Observando lo que sucede, responda las siguientes cuestiones:

- ¿Por qué la aguja se orienta en una misma dirección? Modifique la dirección de la aguja y ella automáticamente volverá a alinearse. Acerque un imán a la aguja que flota en el agua y observe qué sucede. Invierta la cara del imán y analice el comportamiento de la aguja.
- Argumente una respuesta a la siguiente pregunta ¿cómo explicar esta experiencia si se estuviese en la edad media (plena inquisición), desde diferentes creencias: católica, budista, materialista y científica?

Etapa II: Indagación:

En esta etapa se propone establecer vínculos entre los hechos observados, la explicación científica y las aplicaciones en otras disciplinas que utilizan los mismos fenómenos físicos pero aplicados en contextos particulares; se busca en esta etapa una generalización del conocimiento científico de tal forma que el estudiante perciba de manera global la aplicabilidad de las concepciones teóricas establecidas;

es en este punto donde el lenguaje científico y las representaciones simbólicas de ese mismo lenguaje se comienzan a establecer, el lenguaje cotidiano se transforma paulatinamente en un lenguaje tecnológico que nos va a permitir acceder con mayor facilidad a los textos científicos, lo mismo sucede con las representaciones simbólicas de los fenómenos cotidianos.

Indagación específica en la asignatura de Máquinas Eléctricas II

Comprender que se está sumergido en un campo magnético, lo cual se ha puesto en evidencia a través de la experiencia realizada en la etapa I, conduce a plantear diversas inquietudes de orden práctico y teórico. El propósito de esta etapa es encontrar explicaciones científicas a los hechos observados e identificar aplicaciones de los campos electromagnéticos en otras disciplinas. Para el logro del propósito señalar las siguientes inquietudes permiten orientar un camino de solución:

- ¿Cómo se produce el campo magnético terrestre?
- ¿Cuál es la naturaleza de la manifestación de la fuerza que aparece entre la aguja y el imán?
- ¿Cómo identificar la polaridad de los imanes con base en la brújula elemental que se ha construido?
- ¿Por qué nuestros sentidos físicos no perciben el campo magnético? Consulte si existen animales en la naturaleza que perciben los campos magnéticos.
- ¿Cuál es la influencia del campo magnético terrestre en los seres humanos? Consultar

la frecuencia Schumann o frecuencia de resonancia de la tierra.

- ¿Cuáles equipos de diagnóstico médico funcionan con base en campos electromagnéticos?
- ¿Qué tipo de enfermedades o desordenes biológicos son tratados con terapias de campos electromagnéticos?

Etapa III: Abstracción:

En esta etapa se busca desarrollar procesos mentales y funciones cognitivas que permitan al estudiante establecer relaciones y explicaciones concretas de un fenómeno particular desde una concepción científica específica. Abstractar la esencia de la experiencia, apropiarse de los conceptos, fundamentos, principios y leyes involucradas en la explicación de estos hechos es el propósito fundamental de esta etapa.

Abstracción específica en la asignatura de Máquinas Eléctricas II

Comprender la existencia de los campos magnéticos y su manipulación es fundamental para el desarrollo de la asignatura, dado que el principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas está en función del campo magnético. Bajo esta premisa se propone a continuación el diseño y la construcción de un electroimán que permitirá comprender las características físicas y los parámetros eléctricos que definen la creación de un campo electromagnético aplicando las leyes fundamentales involucradas en este desarrollo.

En la experiencia denominada diseño y construcción de un electroimán, se emplearon materiales como alambre de cobre esmaltado calibre 26 o similar, fuente de voltaje (batería), swiche y pedazos de

hierro, acero, madera, plástico, entre otros.

Desarrollo de la experiencia: Construya tres bobinas de igual diámetro pero de diferente número de vueltas 20, 40, y 60, usando el alambre de cobre esmaltado.

Para hacer la construcción es necesario realizar las siguientes acciones:

- Calcular la inductancia de cada bobina (teórica y experimental)
- Calcular la resistencia eléctrica de cada bobina (teórica y experimental)
- Estructurar su representación simbólica (matemática).
- Armar el circuito eléctrico conectado en serie, compuesto por fuente, interruptor y bobina; calcule los siguientes parámetros técnicos: voltaje en la fuente antes y después de cerrar el swiche. Compare estas dos lecturas y explique la diferencia, corriente que fluye por el circuito, campo magnético generado por la bobina (teórico y experimental).
- Ubicar en el centro de la bobina el pedazo (núcleo) de hierro y calcular nuevamente el campo magnético. Repita este procedimiento para los otros materiales.
- Calcular la reluctancia del núcleo para diversos materiales.
- Repita este procedimiento con las otras bobinas.

Esta experiencia nos muestra la aplicación de ley de Ampere y la ley de Ohm que son pilares fundamentales para explicar el

funcionamiento de las máquinas eléctricas. Se pretende vincular a través de esta experiencia el conocimiento científico con la experiencia cotidiana y ver cómo la teoría y la práctica se complementan y estructuran mutuamente.

Etapa IV: Aplicación:

El objetivo de esta etapa es establecer una experiencia unificadora del conocimiento científico aplicado a una problemática en particular, de tal forma que de las partes se llegue a un todo, de lo sencillo a lo complejo, de lo cotidiano a lo científico, del hecho físico a la concepción teórica; generando un aprendizaje significativo, de autoconstrucción del conocimiento e incentivando sentido crítico frente a la realidad científica.

Aplicación específica en la asignatura de Máquinas Eléctricas II

Las máquinas eléctricas, en especial los motores eléctricos, han acompañado a la humanidad durante el último siglo, se han convertido en elementos fundamentales de los procesos productivos y han facilitado el desarrollo de actividades complejas de realizar. Se propone en esta parte construir un motor elemental.

En la experiencia sobre construcción de motor elemental de energía directa, se utilizaron los siguientes materiales: bobinas de 20, 40 y 60 espiras, imanes o electroimán, fuente, swiche, eje, estructura de soporte y conectores.

Desarrollo del experimento: Ubique en paralelo una bobina sobre el eje de tal forma que esté simétricamente distribuida. Asegúrela sobre el eje. Ubique los terminales de cada bobina sobre el eje teniendo el cuidado de que estén opuestos uno del otro. Coloque

este sistema sobre una base (estator) de tal forma que pueda girar libremente. Ubique el imán en la parte inferior de la bobina (lo más cercano posible, pero sin tocarla). Una vez se tenga listo esto, suministre energía desde la fuente a través de los terminales de la bobina. En este momento el rotor empieza a girar por efectos de campos magnéticos opuestos (campo del rotor y campo en el estator).

Los estudiantes deben realizar las siguientes acciones:

- Medir el voltaje en la fuente antes y después de cerrar el swiche. Comparar las dos lecturas y explicar la diferencia
- Calcular la velocidad de giro del motor (teórica y experimental)
- Identificar pérdidas mecánicas, eléctricas y magnéticas.
- Explicar el principio de funcionamiento del motor desde las leyes matemáticas que definen su funcionamiento.
- Realizar control de velocidad y de torque del motor.

De otro lado, a partir de la construcción del motor el estudiante debe explicar los siguientes fenómenos que se presentan:

- La producción de chispas en los terminales de la bobina, con argumentos desde el punto de vista científico.
- La disminución de la velocidad de giro en el motor cuando se disminuye el campo (alejar el imán), que es contrario a la teoría, donde un motor aumenta su velocidad cuando se disminuye el campo magnético (Ley de

Faraday). Es importante explicar esta aparente contradicción entre teoría y práctica.

- El cambio del sentido de giro del motor al cambiar la cara del imán por su opuesta. Es necesario exponer una explicación razonable para este caso.
- Definir el comportamiento del motor para otras situaciones.

Los informes que deben entregar sobre la construcción del motor son: manual de especificaciones técnicas, manual de operación y manual de mantenimiento; además la consulta bibliográfica se orienta hacia la biografía de Nicolás Tesla, el desarrollo histórico de los motores y generadores.

RESULTADOS

A partir de la evaluación que los estudiantes han realizado sobre la metodología utilizada para la enseñanza de la asignatura “Máquinas Eléctricas II”, se encontró que para ellos se hace más fácil el aprendizaje de los conceptos y de los principios de funcionamiento de los dispositivos eléctricos.

El desarrollo de la metodología de investigación en el aula ha permitido:

- Cambiar la actitud de los estudiantes frente a una asignatura que normalmente presenta dificultades en el aprendizaje, lo cual ha sido uno de los mayores logros de esta experiencia didáctica.
- Ha llevado a participar a los estudiantes de manera activa en su proceso de aprendizaje, experiencia que ha sido realmente gratificante.

Igualmente está mostrando que el conocimiento científico y la cotidianidad están íntimamente relacionados; esto ha permitido centrar el proceso de aprendizaje en el estudiante de tal forma que es él quien construye el conocimiento desde sus propias habilidades cognitivas.

De otro lado, ha sido posible generar un aprendizaje consciente donde el estudiante relaciona de manera significativa los fenómenos físicos involucrados con sus propias concepciones y con concepciones teóricas establecidas. Algunos aspectos para destacar, relacionados con los resultados obtenidos dentro del transcurso del aprendizaje, son los siguientes:

- Cambio de actitud del estudiante ante la asignatura.
- Mayor motivación e interés por la asignatura con el desarrollo de las experiencias realizadas.
- Mejor comprensión de la relación teoría – práctica
- El asombro ante la manifestación de la teoría en hechos concretos (práctica).
- El aprendizaje significativo se obtiene a partir de las experiencias.
- Fomento de la creatividad al construir diferentes prototipos de motor elemental.
- Se ha venido avanzando en la capacidad de trabajo en equipo.
- El establecimiento de una relación clara entre el lenguaje científico y el lenguaje cotidiano (desarrollo de habilidades lingüísticas Ver tabla 1). A manera de ejemplo: cuando se habla de campos magnéticos en el contexto de máquinas eléctricas,

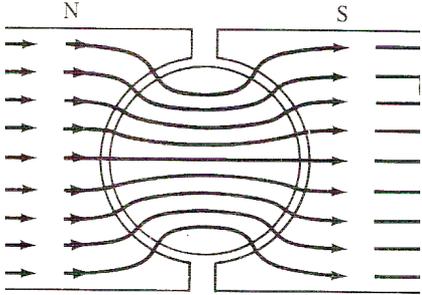
siempre se refiere a él como devanado de campo, pero desde el punto de vista físico es un imán, de esta manera hace más comprensible el concepto para el estudiante.

- Comprensión de las representaciones simbólicas: la representación de los dispositivos eléctricos en los textos

científicos es muy distante al dispositivo real; el mostrar el dispositivo físico y de ahí construir su representación científica, mejoró notablemente la comprensión del lenguaje simbólico de los textos especializados en el área. Algunas de estas representaciones se muestran en la tabla 2.

Lenguaje folclórico (cotidiano)	Lenguaje Tecnológico (científico)
Imán	Campo magnético Devanado de campo Estator
Caras del imán	Polo norte Polo sur
Rotor	Devanado de Armadura Inducido
Terminales de bobina	Delgas Colector
Contactos	Escobillas
Calentamiento de la bobina	Efecto Joule Resistencia eléctrica.
Fricción	Perdidas por rozamiento
Vuelta de alambre	Espira Bobina
Distancia de separación entre el imán y bobina	Entrehierro (gap).
Giro	Torque o Par
Chispas	Ionización de aire Descarga por efecto corona.

Tabla 1. Habilidades lingüísticas

Dispositivo real	Representación científica
<p data-bbox="333 391 396 418" style="text-align: center;">Imán</p> 	<p data-bbox="753 360 967 387" style="text-align: center;">Campo magnético</p> <p data-bbox="665 424 756 451">Polo sur</p> <p data-bbox="942 424 1058 451">Polo norte</p> <p data-bbox="665 496 1068 596"> $\times \quad \times \quad \times \quad \times$ $\bullet \quad \bullet$ $\times \quad \times \quad \times \quad \times$ $\bullet \quad \bullet$ </p> <p data-bbox="652 697 1077 724">campo magnético atravesando un rotor</p> 

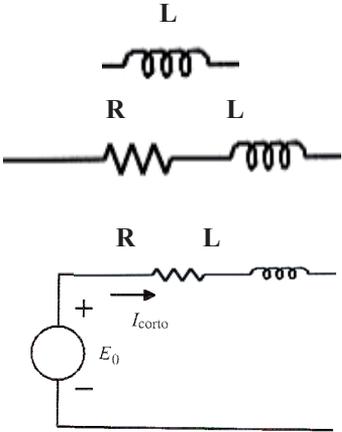
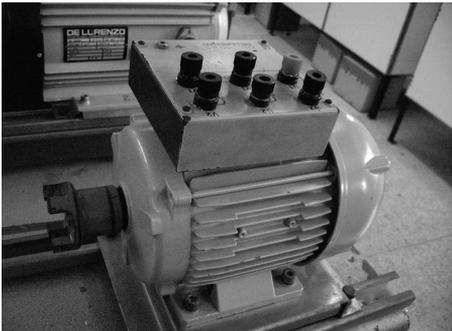
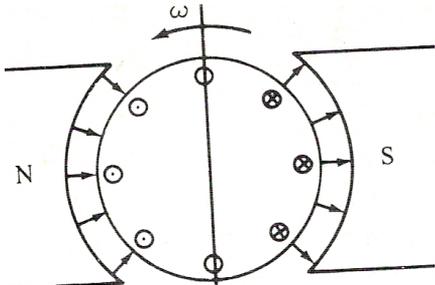
<p style="text-align: center;">Bobinas</p> 	
<p style="text-align: center;">Motor</p> 	<p style="text-align: center;">Esquema técnico de un motor</p> 

Tabla 2. Representaciones simbólicas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de esta experiencia pedagógica es posible:

- Lograr una transformación natural de un fenómeno físico en un esquema o modelo mental y explicarlo desde las teorías establecidas.
- Establecer relaciones entre la teoría y la práctica.
- Generar un aprendizaje conciente en el estudiante que involucre aprender a aprender, aprendizaje significativo, aprendizaje activo y aprendizaje por descubrimiento.
- Cambiar la actitud del estudiante ante una realidad científica, puesto que

se utilizan estrategias pedagógicas que permiten su participación activa en el proceso de construcción del conocimiento.

Recomendaciones.

- El docente debe ser un mediador donde su tarea es traducir la realidad científica en formatos apropiados de

tal forma que el estudiante se sienta motivado a construir su propio aprendizaje.

- El docente debe relacionar de manera sencilla el conocimiento científico y el conocimiento pedagógico de esa realidad científica para hacer que otros la comprendan y la vinculen con la cotidianidad.

BIBLIOGRAFÍA

CHAPMAN, Sthepen J. Máquinas Eléctricas. Mc Graw Hill. 2004. 655 p.

CHEVALLARD, Y. La transposición didáctica. Buenos Aires. Aique. 1997. 331 p.

DIENES, Zoltan P. Las seis etapas del aprendizaje en matemática. Barcelona: Teide. 1977. 74 p.

FRAILE, M. Jesús. Máquinas Eléctricas. Mc Graw Hill, 2004. 757 p.

LINAZA, José LUIS (compilador). Jerome Bruner acción pensamiento y lenguaje. Madrid: Alianza, 1984, 240 p.

PIAGET, Jean, “La equilibración de las estructuras cognitivas” Siglo XXI, Madrid, 1978. 208 p.

SHULMAN, L. S. (eds.), Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct. Foreward en Gess-Newsome, J., Lederman, N. G. 305 p.

VIGOTSKI, Lev. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona, 1979. 226 p.

VIGOTSKI, Lev. Pensamiento y Lenguaje (Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas). Buenos Aires. La Pléyada, 1985. 181 p.

WERTSCH V. James-Vygotsky y la formación social de la mente. Barcelona: Paidós. 1988, 264 p.