



**Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE PENSAMIENTO RELACIONAL EN EL ESTUDIANTE

Hernán Paz Penagos

**Escuela Colombiana de Ingeniería
Bogotá, Colombia**

Resumen

El aprendizaje de un estudiante de Ingeniería se manifiesta, tanto por la realización correcta de operaciones mentales –comparaciones, análisis, síntesis- que posibilitan la interiorización y codificación del conocimiento, como por la cualificación de las funciones cognitivas –percepción, definición, representación, comprensión, resolución, comunicación clara y explícita de la solución del problema- que subyacen en la actividad cognitiva. En esas realizaciones y cualificación de sus funciones juega un papel principal el pensamiento relacional; este se define como una habilidad que parte de la diferenciación de las partes, busca la interacción entre ellas, para lograr la integración del conocimiento. Este contribuye en la comprensión de una situación problemática y a su resolución, mediante el examen y la búsqueda de conexiones o correspondencias entre términos, conceptos o principios involucrados.

El propósito de este trabajo fue resolver la pregunta de investigación *¿Qué aportes hace la representación gráfica de un problema sobre acoples de impedancia que se busca resolver, en el desarrollo de pensamiento relacional de estudiantes de la asignatura Medios de Transmisión?* La hipótesis de trabajo fue: Podría ser que las conexiones o correspondencias entre términos, conceptos o principios teóricos expresados en las representaciones graficas del problema, movilice en los estudiantes –considerados en la intervención académica- nuevos esquemas de pensamiento relacional.

La intervención didáctica se realizó en el segundo semestre del 2015, con un grupo de estudiantes de Medios de transmisión del programa de Ingeniería Electrónica de la Escuela Colombiana de ingeniería JULIO GARAVITO. Dicha investigación se desarrolló dentro del aula de clase y laboratorio de telecomunicaciones.

Los resultados de la investigación evidenciaron dos tipos de enfoques para la comprensión de un problema sobre acoples de impedancia: uno directo, y otro centrado en el significado basado en un modelo elaborado del problema. En el primero el estudiante trata de traducir directamente las proposiciones clave del enunciado del problema sobre acoples a una serie de operaciones que llevarán a la respuesta y no construye una representación cualitativa de la situación descrita en el problema; mientras que en el segundo los estudiantes intentan construir un modelo mental de la situación que se describe en el problema; este tipo de estudiantes tienden a recordar más la situación descrita en el problema, y manifiestan tener más interés por la asignatura que los primeros.

Palabras clave: representación gráfica; pensamiento relacional; acoples; aprendizaje

Abstract

Learning an engineering student manifests, therefore the proper conduct of -comparisons mental operations, analysis, synthesis-that allow internalization and codification of knowledge, such as the qualification of cognitive functions -perception, definition, representation, understanding , resolution, clear and explicit solution of the problem underlying the cognitive activity communication. In those accomplishments and qualifications of its functions plays a major role relational thinking; this is defined as a skill that part of the differentiation of the parties, seeks interaction between them to achieve integration of knowledge. This contributes to the understanding of a problematic situation and its resolution, by examining and finding connections or correspondences between terms, concepts and principles involved.

The purpose of this work was to solve the research question What contributions does the graphical representation of a problem on impedance coupling seeks to resolve, in the development of relational thinking of students of the subject Means of Transmission? The working hypothesis was: Could it be that the connections or correspondences between terms, concepts or theoretical principles expressed in the graphic representations of the problem, mobilize students in academically-considered intervention in the new schemes of relational thinking.

The educational intervention was conducted in the second half of 2015, with a group of students Media broadcast of Electronics Engineering of the Colombian School of Engineering Julio Garavito. Such research was conducted within the classroom and laboratory of telecommunications.

The research results showed two types of approaches to the understanding of a problem on impedance couplings: a direct one, and another focused on the meaning based on a model developed the problem. In the first the student is directly translate the key propositions of the problem statement on coupling to a series of operations that lead to the answer and does not build a qualitative representation of the situation described in the problem; while in the second the students try to build a mental model of the situation described in the problem; such students tend to remember the situation described in the problem, and say they have more interest in the subject than the former.

Keywords: *graphical representation; relational thinking; couplings; learning*

1. Introducción

De acuerdo a la disciplina y al contexto en que se enseñe esta disciplina, se debe pensar que la formación de profesionales supone contar con individuos necesariamente diversos que están dispuestos a participar, pensar, errar, revisar, rehacer, proyectar, actuar. También supone profesores dispuestos no sólo a hablar, sino a innovar, obtener recursos, organizar el trabajo, fracasar, equivocarse, mejorar y guiar. Esto conlleva otorgar a los estudiantes una buena cantidad de posibilidades para lograr el aprendizaje. Una de ellas es utilizar la representación gráfica para la comprensión de un problema planteado.

Son varios los estudios que han demostrado la importancia de la representación gráfica en la comprensión de problemas. Duval (1993) afirma que la construcción de un concepto matemático está relacionada con la capacidad de ligar sus registros de representación, ya que el funcionamiento cognitivo del pensamiento humano depende de la existencia de una diversidad de registros de representación. Hegarty *et al.* (1995) y Gonzalez-Pienda *et al.* (1999) demostraron que los alumnos universitarios que tienen éxito a la hora de resolver problemas aritméticos con enunciados textuales construyen un modelo de la situación descrita en el problema y basan su plan de solución en este modelo (estrategia del modelo-problema).

En esta perspectiva, es importante señalar que la representación de cualquier problema es un detonante de desarrollo de pensamiento relacional, porque implica procesos de pensamiento que exigen completar o descartar información, así como interpretar y relacionar información con las concepciones personales previas. Sin embargo, un obstáculo que los estudiantes encuentran en estos procesos mentales es la mayor o menor dificultad de hacer consciente y explícito cuál es el sistema bajo estudio y cómo éste puede ser modelado. En esta perspectiva, se debe tomar en cuenta la forma en que cada estudiante construye sus conocimientos, ya que cada persona accede a estos de distinta forma, a distinta velocidad y a través de diversas vías dependiendo de su capacidad intelectual, su razonamiento y sus habilidades cognitivas.

2. Marco teórico

Para efectos de esta investigación, se entiende por problema una situación significativa, compleja, contextualizada y real dentro de la cual se formulan preguntas que no tienen una única respuesta y cuyo abordaje requiere la generación de nuevos conocimientos interdisciplinarios (Paz, 2016). Se infiere entonces que todo problema verdadero tiene un espacio sobre el cual el sujeto desconoce la vía de solución y, al posicionarse frente a tal situación, adopta un carácter activo y reflexivo.

Los problemas tradicionalmente propuestos en ingeniería electrónica (asignatura de Medios de Transmisión) son de dos tipos: ejercicios algorítmicos y problemas de aplicación o de búsqueda. Ambos tienen características

específicas en cuanto a que, en la mayoría de los casos, los profesores presentan situaciones didácticas que asumen, en mayor o menor grado, una forma compleja y cuyo objetivo principal es la retención de conceptos (en el caso de los primeros) o aplicación de los contenidos de la disciplina (para los segundos).

Resolver problemas significa evaluar las posibles soluciones, seleccionar aquella o aquellas que en mayor medida satisfacen las especificaciones planteadas, implementar la solución y posiblemente hacer una nueva revisión de las soluciones. Por tanto, resolver un problema conlleva la realización de tareas que suponen procesos de razonamiento más o menos complejos, y no solamente una actividad asociativa y rutinaria (Jessup *et al.* 2001).

Comprender y resolver problemas según la teoría cognitiva: es útil distinguir los procesos utilizados para uno y otro. Comprender el problema implica transformar la información recibida en una representación interna en la memoria del sujeto, e integrarla en un esquema cognitivo que permita darle significado. El esquema representa una estructura general que se puede utilizar en una amplia gama de situaciones para ubicar la información recibida. Características: Existen en la mente como un conocimiento. Se organizan en torno a un tema y facilitan la comprensión, en la medida que contienen huecos que han de ser llenados por la información entrante. La representación del espacio del problema, es fundamental para su comprensión y aplicación posterior de las estrategias de resolución (Sternberg, 1997). Una vez que se ha comprendido el problema, mediante la integración en un esquema cognitivo, es necesario un conocimiento estratégico que planifique los procedimientos y las operaciones que se han de realizar. Este conocimiento controla los diferentes tipos de conocimientos que permiten avanzar desde el estado inicial al final. La estrategia representa la técnica general para resolver el problema y, aunque no garantice la solución, constituye una guía fundamental. El conocimiento estratégico puede ser muy amplio y complejo en función de múltiples factores: edad, experiencia, conocimientos específicos, madurez y motivación.

En la resolución de un problema se pueden aplicar razonamientos de distinto tipo, ya sean deductivos, inductivos o por analogía. Por ejemplo, cuando se trata de la aplicación de algún algoritmo, principio o reglas probadas, el modo dominante es el razonamiento deductivo. Si se utilizan procedimientos heurísticos de ensayo y error, el modo de razonamiento correspondiente es el inductivo. Y en caso de que se transfiera la solución de un determinado problema a la solución de un nuevo problema, con las adaptaciones que fueran necesarias, el modo de razonar más propio es la analogía.

Enfoques para la comprensión de problemas: En la literatura se han identificado dos tipos: un enfoque directo y otro enfoque centrado en el significado basado en la representación del problema a través de un modelo. En el primero, denominado traducción directa, método rápido o de palabras, el estudiante intenta seleccionar variables, números y términos relacionales del problema, por ejemplo: «más», «menos», «por» y «dividido». Después, basan su plan de resolución en estos datos, lo que implica asignar números a las variables operarlas o combinarlas utilizando las operaciones aritméticas, que se derivan de la interpretación de las palabras relacionales. En el enfoque directo el sujeto trata de traducir directamente las palabras del enunciado del problema a una serie de operaciones que llevarán a la respuesta y no construyen una representación gráfica de la situación descrita en el problema.

En cambio, en el enfoque centrado en el significado, el estudiante intenta comprender el problema mediante la construcción de un modelo mental (representación gráfica) de la situación que lo representa. Este modelo mental se convierte después en la base de la construcción de un plan de resolución del problema.

Se entiende la representación gráfica como la habilidad para transformar información, hacer correspondencias, comunicar, documentar y reflejar información visual a partir de proposiciones teóricas. La representación gráfica de un problema surge de la interpretación del propio traductor. Se puede representar un problema de varias maneras, en abstracto, de forma visual, expresarlo de modo tangible con gráfico (barras, líneas, sectores), dibujos, relatando una historia del problema o clasificándolo.

Pensamiento relacional: Es una habilidad de pensamiento que parte de la diferenciación de las partes, busca la interacción entre ellas, para lograr la integración del conocimiento. Contribuye en la comprensión de una situación problemática y a su resolución, mediante el examen y la búsqueda de conexiones o correspondencias entre términos, conceptos o principios involucrados

3. Metodología

Esta investigación se realizó en el segundo semestre del 2015, con un grupo de estudiantes de la asignatura de medios de transmisión del programa de ingeniería electrónica de la ECIJG. El *contenido* de la intervención didáctica versó sobre el tema de *acople de impedancias* de la asignatura *medios de transmisión* del área de *Comunicaciones electrónicas* del núcleo de formación *ciencias de ingeniería aplicada* del *Programa de ingeniería electrónica*. Mediante la enseñanza de los medios de transmisión se pretende favorecer la comprensión conceptual y funcional de los conocimientos sobre el canal de comunicación que permiten la transmisión de señales banda base y moduladas o pasa banda; también, el diseño de estrategias de acoplamiento. Su tratamiento didáctico está basado en la aproximación al medio de transmisión como un modelo circuital en parámetros distribuidos. Se pretende que el estudiante desarrolle habilidades de modelamiento y diseño, así como competencias laborales y profesionales en este campo del conocimiento.

El siguiente diagrama de flujo muestra la secuencia que actividades que siguió la intervención didáctica. Ésta se desarrolló en el aula y laboratorio durante cuatro secciones de trabajo de una hora y media cada una.

Los instrumentos utilizados para la toma de datos fueron transversales y consistieron en la monitorización y el registro sistemático y objetivo de los fenómenos que ocurrieron a lo largo de la intervención didáctica. Se seleccionaron dos medios de observación: directa y participante con los sujetos, y grabaciones de video y audio del trabajo individual y grupal en las cuatro secciones.

4. Resultados

Los estudiantes que presentan algún tipo de dificultad en el aprendizaje del tema sobre acoples de impedancia de la asignatura de medios de transmisión en ingeniería electrónica, está más relacionada con su incapacidad para interpretar, representar los problemas, comprenderlos y seleccionar la alternativa adecuada de resolución, que con los errores de ejecución. La dificultad para la representación reside en bajos niveles de abstracción para la comprensión del fenómeno estudiado, su distribución, tamaño, contexto, evolución y efectos. Son estudiantes que tienden a la resolver ecuaciones antes que comprender el fenómeno, hacer operaciones (sacan la calculadora), a la ejecución inmediata,

La representación gráfica para la comprensión de problemas sobre acoples en líneas de transmisión fue de gran importancia en la intervención académica adelantada porque favoreció la comprensión de conceptos que requerían mayor nivel de abstracción por parte del estudiante, a saber: razón de onda estacionaria, coeficientes de reflexión y transmisión, máxima transferencia de energía, transformación de impedancias.

Actividades académicas que conduzcan al estudiante a la representación del problema refuerzan procesos de recuerdo y desarrollan pensamiento relacional, que se afianzan aún más, sí se verbalizan con enunciados textuales en exposiciones individuales o discusiones grupales.

En la medida en que los procesos involucrados en la representación de los problemas se hagan conscientes y explícitos, el estudiante estará en condiciones de reflexionar sobre ellos y de realizar procesos de orden metacognitivo. Al respecto, Pérez (1992, 43), hace notar que "*... el estudiante debería aprender reinterpretando y no solo adquiriendo la cultura elaborada en las disciplinas académicas, mediante procesos de reflexión, intercambio y negociación...*", lo cual se enmarca en el carácter social de la evaluación y surge como argumento explicativo acerca de cómo es posible llegar a transformar esquemas de pensamiento y de actuación.

5. Discusión de resultados

La representación gráfica o traducción teórica de un problema es una tarea compleja que implica tiempo para la reflexión y el análisis, y una serie de conocimientos multidisciplinares y de destrezas complejas, que no siempre los estudiantes suelen estar dispuestos a dedicar y desplegar al inicio de la resolución de un problema.

Algunas investigaciones sugieren que el proceso de construcción del conocimiento es inherente a la evolución de las representaciones semióticas; por ejemplo, en la matemática educativa se ha fortalecido la postura de que el aprendizaje de conceptos matemáticos se ve favorecido cuando se incorporan secuencias didácticas donde se utilizan y coordinan diversos sistemas de representación.

El proceso de aprender información nueva sobre acoples es mucho más rápido y eficaz si se sustenta en conocimientos previos, es decir si ofrecemos al estudiante la información nueva relacionada con información que ya conoce (circuitos eléctricos o electrónica analógica), y si además le proporcionamos herramientas para su comprensión. En algunos casos estas herramientas no permiten asimilar toda la información nueva pero ayudan al estudiante construir su conocimiento sobre esa base y le facilita buscar toda la información relevante con eficiencia. Además, suele, tal como hemos comprobado en la práctica, darle confianza en sí mismo porque sabe más de lo cree y no parte de la nada.

6. Aprendizajes derivados

En el ámbito educativo se hace necesario diseñar instrumentos que permitan ampliar las posibilidades de información y develar los resultados de prácticas pedagógicas en contextos específicos, además de documentar las experiencias obtenidas de su aplicación.

7. Conclusiones

Es importante implementar secuencias de enseñanza-aprendizaje donde se pueda analizar como el estudiante explora, transfiere conocimientos y desarrolle sus niveles de abstracción a través de la conversión de registros de representación y el manejo de distintos contextos. Estas estrategias tienen que ser desarrolladas de tal forma que los estudiantes abran espacio a la reflexión y el razonamiento, logrando así una mejor resolución de las actividades y favoreciendo el desarrollo de habilidades cognitivas encaminadas a lograr un aprendizaje funcional. En esta investigación los estudiantes explotaron este recurso de forma correcta, recurriendo al uso de distintas representaciones en distintos niveles de abstracción y haciendo cambios de representación y de contextos en más de una dirección, lo que acercó a los estudiantes a un entendimiento significativo.

Otro aspecto a destacar fue la manera en que se organizaron las actividades en la investigación, es decir, en distintas etapas en donde las actividades puedan resolverse en equipos y de forma grupal. Esto originó que el estudiante fomentara sus niveles de creatividad, logrando así generar nuevas ideas y razonamientos que lo lleven a reflexionar sobre el conocimiento adquirido.

8. Referencias bibliográficas

- Duval, R. (1993). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En Hitt, F. (Ed), *Investigaciones en Matemática Educativa II* (pp.173-201). Grupo Editorial Iberoamérica, México.
- Gonzalez-Pianda, J.A.; Núñez, J.C.; Alvarez, L.; Gonzalez-Pumarriega, S. y Roces, C. (1999) Comprensión de problemas aritméticos en alumnos con y sin éxito. *Psicothema*, 1999. Vol. 11, nº 3, pp. 505-515.
- Hegarty, M., Mayer, R. E., y Monk, C. A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: a comparison of successful and unsuccessful problems solvers, *Journal of Educational Psychology*, 87, 18-32.
- Jessup, M. (2001). Resolución de problemas y la educación en ciencias naturales. En S. Sandoval (comp.): *La formación de educadores en Colombia*. Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, tomo 2. 419p.
- Paz, H. (2016). *Resolución de problemas como estrategias de enseñanza para la formación integral de ingenieros*. Primera edición. Editorial de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá. 357p.
- Pérez, G. (1992). La interacción Teoría - Práctica en la Formación del Docente. En: Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado. Actas del Congreso. Santiago de Compostela, España, pp. 5-51.
- Sternberg, R. (1997). *Thinking styles*. Cambridge: The press syndicate of University of Cambridge.

Sobre los autores

- **Hernán Paz Penagos**: Ph.D. en educación con énfasis en Enseñanza de las Ciencias. Magíster en Teleinformática, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Ingeniero Electricista, Universidad Nacional de Colombia. Ingeniero Electrónico, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Filósofo, Universidad Santo Tomás de Aquino. Profesor asociado, Facultad de Ingeniería Electrónica, Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito", Bogotá, D. C., Colombia. hernan.paz@escuelaing.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)