



EL COLECTIVO DOCENTE EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA: UNA APUESTA POR LA FORMACIÓN DE INGENIEROS A PARTIR DE LA PROBLEMATIZACIÓN INTERDISCIPLINARIA *

*The collective work in engineering programs:
A bet on training engineers from the interdisciplinary problematization*

*Diana Carolina López López**
Diana Lizeth Carvajal Portilla**
Daniel Girón Mejía**
Mónica María Gómez Hermida***
Jorge Luis Muñoz Montaña****
Luis Eduardo Peláez Valencia******

* Artículo resultado de la experiencia de Colectivo docente en el programa Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones durante el semestre I-2011

** Diana Carolina López López. Contacto: diana.lopez@ucp.edu.co

** Diana Lizeth Carvajal Portilla. Contacto: diana.carvajal@ucp.edu.co

** Daniel Zetta Girón Mejía. Contacto: daniel.zeta@ucp.edu.co

Estudiantes de V semestre de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones Universidad Católica de Pereira, semestre I-2011

*** Profesora Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Católica de Pereira. Ingeniera Física, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Magister en Ciencias – Física, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Candidata a PhD en Ingeniería-Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Contacto: monica.gomez@ucp.edu.co

**** Profesor asociado I Facultad de Ciencias Humanas, Sociales y de la Educación, Universidad Católica de Pereira. Licenciado y Diplomado en Filosofía, Universidad Tecnológica de Pereira. Especialista en Pedagogía y Desarrollo Humano, Universidad Católica de Pereira. Magister en Comunicación Educativa, Universidad Tecnológica de Pereira. Contacto: jorge.munoz@ucp.edu.co

***** Profesor asistente Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería Universidad Católica de Pereira. Ingeniero de sistemas, Universidad Antonio Nariño. Especialista en propiedad intelectual: propiedad industrial, derechos de autor y nuevas tecnologías, Universidad Externado de Colombia. Magister en Ingeniería del Software, Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Magister en Ingeniería, Universidad Politécnica de Madrid. Contacto: luis.pelaez@ucp.edu.co

SÍNTESIS:

En este documento se aborda una experiencia de trabajo colaborativo entre docentes y estudiantes como estrategia pedagógica y su impacto en la formación del ingeniero, en la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Católica de Pereira. Desde el año 2005, se implementó el modelo denominado “Colectivo Docente”, una propuesta que nace desde el proyecto educativo institucional y que en el artículo presentado evidencia, como conclusión fundamental, la generación de mayor claridad conceptual y metodológica en estudiantes y profesores, sobre temáticas abordadas y tradicionalmente complejas, cuando se diseña e implementa un currículo problémico.

DESCRIPTORES:

Formación en ingeniería, estrategia pedagógica, colectivo docente.

ABSTRACT

This text presents the experience of the collaborative work between teachers and students as a pedagogical strategy and its impact in the forming process of Engineers in the Faculty of Basic Sciences and Engineering at the Catholic University of Pereira. Since 2005, a model called “Colectivo Docente” was implemented; a proposal that comes from the Institutional Educative Project, and that in the article shows, as a conclusion, the generation of greater conceptual clarity and methodology in students and teachers, on traditionally complex topics, when designing and implementing a problematic curriculum.

DESCRIPTORS:

Engineer training, pedagogical strategy, collective work.

EL COLECTIVO DOCENTE EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA: UNA APUESTA POR LA FORMACIÓN DE INGENIEROS A PARTIR DE LA PROBLEMATIZACIÓN INTERDISCIPLINARIA

Para citar este artículo: López López Diana Carolina, et al. (2012). "El colectivo docente en programas de ingeniería: una apuesta por la formación de ingenieros a partir de la problematización interdisciplinaria". En: *Revista Académica e Institucional, Páginas de la UCP* N° 91 (Enero-Junio, 2012); p. 47 - 60

Primera versión recibida: 2 mayo de 2012. Versión final aprobada el 20 junio de 2012

Una de las preocupaciones específicas en el panorama actual de la educación en Colombia, la constituye el hecho de que las políticas educativas no logran concretarse en prácticas realmente contextualizadas y efectivas en el ámbito escolar y universitario. No obstante, el problema de fondo está en que cada nuevo modelo que se “aplica” en el país, no encuentra una sintonía real con la historia y las propuestas académicas de muchos centros educativos, lo que conlleva inevitablemente a una educación, aunque pertinente en el papel, poco contextualizada curricularmente.

En ese sentido, preguntarse por una didáctica que posibilite la formación integral, se ha convertido en un cuestionamiento ineludible y urgente para la educación de hoy. Si bien, desde principios de siglo se conoce cada día más literatura sugerente por su relevancia al respecto (Martínez-Otero, 2000; Díaz y Pinzón, 2002; Tobón, 2010), paradójicamente también, se percibe mayor desconocimiento y desintegración entre el quehacer educativo y las políticas estatales¹, y en especial por el tema que ocupa este escrito, en la formación de ingenieros, generando pocas transformaciones reales en las dinámicas de enseñanza y aprendizaje.

Reconocer que los procesos de enseñanza de la ingeniería —comparada con los estudios que han

realizado las ciencias económicas y las ciencias sociales— han caído en el error de no profundizar en la búsqueda de nuevas didácticas de aprendizaje, es un buen punto de partida para proponer estrategias que ahora lo posibiliten. Un retrato común en la enseñanza de disciplinas científicas, tales como biología, física, ingeniería, química y matemáticas, muestra por lo general a un profesor dando cátedra frente a una gran audiencia de estudiantes. Los estudiantes escuchan al profesor, resuelven problemas de su texto guía y tienen una sesión de laboratorio en donde repiten procedimientos como siguiendo recetas de cocina paso a paso, tal como plantea Duque (2008) en su texto *Principios para la enseñanza compatibles con el aprendizaje*, citando a Stokstad (2001).

El texto que se presenta, propone —recogiendo los Fundamentos Curriculares (2004) y la Propuesta Pedagógica (2004) de la Universidad Católica de Pereira— una vía posible, para concretar un modelo didáctico desde la consideración antropológica y epistemológica de la pedagogía, centrado en la problematización, el trabajo colaborativo y el aprendizaje por proyectos, como camino para materializar un currículo integrado para los Centros Académicos. Tal propuesta se ha denominado en la UCP: *Colectivo Docente*.

¹ Tómense como sustento y ejemplos de esta afirmación, los propósitos y dinámicas académicas adelantados por las universidades colombianas, en contraposición a los lineamientos propuestos por el gobierno en torno a la reforma a ley 30 de 1992; las políticas educativas diseñadas y desarrolladas por el Estado, en desarticulación con los procesos de calidad implementados por las instituciones de educación en todos sus niveles; pero en especial, la disonancia implícita y explícita en todos los actores, sobre el tipo de ser humano que se quiere formar.

Elementos pedagógicos

Si bien el enfoque del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) genera posibilidades de interrogación y de trabajo interdisciplinario muy valiosas en el desarrollo curricular de una propuesta educativa, no necesariamente invita a la proposición de ideas de solución o propuestas novedosas de abordaje de los temas por parte de los estudiantes o profesores a través de lo encontrado como fruto del proceso; en este sentido, el recurso a la Pedagogía Crítica permite encontrarse con un autor que ha venido influenciando una forma de comprender la educación como camino necesario para la transformación social; este pensador es el pedagogo brasileño Paulo Freire.

En sus múltiples documentos, Freire refiere siempre la importancia de que la educación sea entendida en el marco de una praxis problematizadora y dialógica como camino óptimo y pertinente para una verdadera formación:

Mientras en la concepción 'bancaria' —permítasenos la insistente repetición— el educador va 'llenando' a los educandos de falso saber que son los contenidos impuestos, en la práctica problematizadora los educandos van desarrollando su poder de captación y de comprensión del mundo que, en sus relaciones con él, se les presenta ya no como una realidad estática sino como una realidad en transformación, en proceso (Freire, 1997, p.64).

Como se entiende, lo anterior implica que no se debe enseñar o aprender sólo por repetición histórica del enseñar o aprender; el enseñar exige a los maestros entender que el mundo y sus realidades son complejas y que las disciplinas no pueden generar todo el conocimiento del

mismo; por tanto, no es suficiente con “entregar” saber disciplinar, olvidándose que hoy día el conocimiento se hace pertinente y se valida en la relación con lo otro y con el Otro, tal como lo sugieren Campo y Restrepo (2000). De igual forma, el aprendizaje implica comprender que toda formación es hoy fundamentalmente colaborativa; ello encuentra su base epistemológica en la particular fenomenología que conlleva la interpretación del mundo, y la relación entre esta comprensión y lo concreto, Freire escribe al respecto en Pedagogía de la Esperanza cuando plantea:

(...) la necesidad de que el educador, cuando hace su discurso al pueblo, esté al tanto de la comprensión del mundo que el pueblo tiene. Comprensión del mundo que, condicionada por la realidad concreta que en parte la explica, puede empezar a cambiar a través del cambio de lo concreto. Más aún, comprensión del mundo que puede empezar a cambiar en el momento mismo en que el desvelamiento de la realidad concreta va dejando a la vista las razones de ser de la propia comprensión que se tenía hasta ahí.

Sin embargo, el cambio de la comprensión, aunque de importancia fundamental, no significa, todavía, el cambio de lo concreto (Freire, 1993, p. 44).

Lo planteado exige pensar la propia idea de “currículo” como vínculo, interrelación, conexión que genera concreción en la dinámica educativa y que supera la idea de currículo como plan de estudios, anquilosado en el estricto saber disciplinar:

(...) toda concepción curricular debe moldearse a partir de las nuevas ideas y aspiraciones que se tengan del ser social. Esta apreciación de currículo como proceso

de permanente revisión crítica, a la luz de los nuevos hechos y realidades sociales, es lo que lo adjectiva como pertinente, flexible y dinámico (Universidad Católica de Pereira, 2003b, p.3)

La Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UCP, considerando las ideas planteadas y teniendo presente que el modelo más adecuado encontrado hasta el momento para desarrollar didácticamente tales directrices formativas y posibilitar una cultura investigativa en su praxis educativa es la problematización, ha re-significado su currículo, en tanto reflexiones y prácticas hacia el diseño e implementación de un “Currículo Problémico”, entendiendo la problematización como la búsqueda que permite la negociación de sentido entre los actores presentes en el acto educativo. Dicha negociación además, es comprendida como movilización del saber, en tantos están en posición de aprendizaje.

Por ello, no sólo se ha pensado en la problematización como un elemento actual y/o adicional del componente curricular, sino que siguiendo a Freire, se ha concebido como la célula vital del currículo; ello ha permitido inicialmente inquirir el propio concepto de currículo y la teoría curricular que lo respalda en sus elementos más sensibles, interrogar el propósito de formación, las competencias que se desea contribuir a desarrollar, pero ante todo, problematizar las particulares ideas de ser humano, de estudiante, maestro y sociedad que se tenían.

Gracias a esto y llegando a consensos sobre los elementos centrales para dar fuerza a la teoría curricular, se piensa en la metodología no como simple acción, sino como actuación reflexionada, capaz de problematizar la propia teoría que la sustenta para lograr de manera

dinámica una estrategia de aprendizaje en la que el saber sea el pretexto para el encuentro, y el conocimiento que surge de la realidad gracias a la problematización y la construcción con el Otro y con lo otro, los elementos cardinales. Es decir, se trata de poner un currículo en marcha, de hacerlo vivo a través de las vivencias y experiencias de todos sus miembros, convertirlo en praxis a través de la problematización y las interacciones que posibilitan superar la lectura interpretativa de un contexto y llevarlo hacia la transformación de todos los actores educativos.

Metodología(s)

El Colectivo Docente como Comunidad de Aprendizaje (la metodología como camino)

Pensar en el cómo es más sencillo cuando se tienen claros el por qué y el para qué de este proceso. En el caso que se presenta, el cómo pasa por lo que la UCP y la Facultad han denominado “Los Colectivos Docentes”; en ellos se devela la idea de que si el mundo y los problemas son complejos, deben ser trabajados de manera colaborativa e interdisciplinaria:

(...) el colectivo docente se sustenta desde una reflexión conceptual que retoma la noción de “comunidad de aprendizaje”; desde allí, se plantea que la nueva gestión académica propicia la interacción de docentes y estudiantes en grupos interactivos, articula objetivos y finalidades de la educación, abre posibilidades a la docencia reflexiva, promueve el trabajo conjunto en proyectos académicos docentes y permite la organización de los aprendizajes en contextos de investigación en el aula, constituyéndose en un espacio para la gestión interdisciplinaria en la construcción de nuevos campos de conocimiento (Universidad Católica de Pereira, 2005, p.1).

Ahora bien, integrando lo planteado, la forma de trabajo entraña una necesaria apertura de currículo, y posteriormente, la necesidad de re-significar la práctica educativa de los docentes. Desplazar el saber disciplinario por el problema lleva a toda la comunidad académica (en los primeros semestres más a los profesores) a pensar un abanico de problemáticas que respondan a los intereses de los estudiantes, y que estas sean pertinentes para la estructura curricular que soporta la formación del ingeniero. En este sentido, el colectivo docente es la negociación consensuada de elementos que permiten problematizar la relación educación-formación-cultura, y que brindan al estudiante la posibilidad de aportar a la movilización del saber en las problemáticas trabajadas, a través de un camino investigativo.

La diferencia fundamental y característica del Colectivo Docente de la UCP, y por consiguiente de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, radica en dos elementos: el primero, que el problema no se define arbitrariamente por un profesor o en consenso con sus estudiantes para una asignatura, sino entre todo el cuerpo profesoral del semestre y para todas las asignaturas implicadas en la formación. Segundo, totalmente en articulación con el anterior, que lo importante es que el proyecto que se emprende —al tener tantos matices y lecturas— permita que los estudiantes ahonden en problemáticas no siempre homogéneas con las de un profesor particular, exigiéndole al educador ya no sólo abordar el problema desde la comodidad de su saber, sino indagar desde otras perspectivas para poder dialogar en torno al proyecto que surge por cada grupo de estudiantes, generando con ello más problematización y la movilización del saber en todos los actores implicados en el proceso formativo.

Lo anterior posibilita además, que no sólo docentes y estudiantes lleguen a acuerdos en torno a problemáticas pertinentes, exponiendo y negociando razones en el marco de la dialogicidad, sino que también los grupos de trabajo que conforman los estudiantes estén más anclados a intereses y expectativas comunes. Por ello, el concepto de “Comunidad de Aprendizaje” adquiere valor: en primer lugar, el problema seleccionado se aborda desde puntos de vista diversos, en los que se re-significa para el estudiante y también para el profesor, el interés investigativo —investigación formativa—; segundo, cada encuentro del grupo de trabajo permite la movilización del saber individual y su reconstrucción colectiva en la reunión de los estudiantes, y en el encuentro con los distintos docentes, posibilita los abordajes desde otras lecturas, generando en los futuros ingenieros una mirada más holística de la realidad investigada.

Tal como lo indica la lectura de Freire, en el aprendizaje transformador no sólo se educa al estudiante; el profesor igualmente se forma, porque en cada nuevo encuentro con los grupos de trabajo se recogen las ideas e interpretaciones de los otros profesores y los avances que el grupo de estudiantes presenta al respecto del tema seleccionado, vivenciando con ello un currículo de didáctica dinámica, en el que la teoría curricular lo alimenta reflexivamente y la práctica cotidiana lo nutre de experiencias y lo soporta cada día (Praxis auténtica).

Ejemplificación de la propuesta en un semestre académico (la metodología como memoria histórica)

En el año 2006 se obtuvieron los primeros resultados de la aplicación de la propuesta, logrando una experiencia que, sin la pretensión de aportar en innovación tecnológica, alcanzó a

contribuir desde la didáctica con estrategias para la enseñanza de la Lógica y los Algoritmos, áreas que exigen procesos de metacognición en los que estudiantes y profesores están llamados a interpretar y proponer soluciones a problemas que implican el máximo desarrollo lógico. Esta implementación tenía ciertas disonancias con el propósito integral del colectivo docente: primero, no todos los semestres en el programa iniciaron al momento su ejecución como estrategia pedagógica; y segundo, siendo una experiencia de segundo semestre de carrera, para este caso, no se realizó trabajo en conjunto desde las cinco asignaturas que corresponden a la malla microcurricular del semestre (Algebra Lineal, Lógica y Pensamiento Crítico, Lógica Computacional, Cálculo I y Metodología de la Programación). Como iniciativa piloto para el programa de Ingeniería, solo los cursos relacionados con Lógica –computacional y cognitiva– emprendieron la tarea de contrastar teoría y acción (praxis educativa) desde un mismo escenario.

La experiencia arrojó primeros avances en la articulación de áreas que intervienen en la formación de ingenieros: Ciencias Exactas y Humanidades. Para este caso, concluyeron sus avances en un artículo publicado en la revista de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, en la que se alcanzan conclusiones como: “Se parte del conocimiento direccionado, de la universalidad, de la propuesta disciplinar, pero este contenido es problematizado” y “Así se construye colectivamente, se amplían las barreras del conocimiento a través de las interrelaciones y la creatividad que surge del trabajo colectivo” (Morales, Muñoz y Peláez, 2006, p.31). La Tabla y Figura 1 mostraban los alcances de la propuesta en términos de mortalidad académica.

Semestre	Matriculados	Aprobaron	Mortalidad
2004-II	53	33	38%
2005-I	42	30	29%
2005-II	42	35	17%
2006-I	25	21	16%

Tabla 1. Mortalidad académica en los cursos que integran el colectivo docente (Morales, Muñoz y Peláez, 2006).

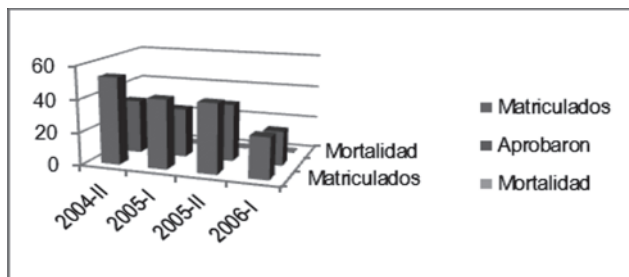


Figura 1 - Mortalidad académica en los cursos que integran el colectivo docente (Morales, Muñoz y Peláez, 2006).

Resultados de la aplicación del colectivo docente en 2011 (la metodología como abordaje investigativo)

El quinto semestre de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones (IST) cuenta con tres asignaturas de ciencias básicas (Ecuaciones Diferenciales, Física y Circuitos eléctricos) y una asignatura del núcleo disciplinar (Metodología de la programación IV). Es por esto que aplicar la estrategia se visualizó como el escenario apropiado en el cual

(...) los «aprenderes» (sic) se convierten en una tarea que debe ser abordada desde cada área del saber, partiendo siempre del supuesto de que cada una privilegia ciertas estructuras del pensamiento, aborda de diferente manera la solución de problemas y sobre todo tiene formas de aprendizaje específicas, pero que todas tienen el compromiso ineludible de la formación (UCP, 2003a, p.21).

La experiencia inicia con la consideración de problemas de la vida real, como los que se pueden ver en la Figura 2, a partir de los cuales se busca modelar estructuras sencillas sometidas a fuerzas externas de tipo senoidal, las cuales presentan vibraciones mecánicas y su análisis matemático se puede reducir a la solución analítica de una ecuación diferencial ordinaria de segundo orden con coeficientes constantes. Este tipo de vibraciones se puede representar a través de circuitos eléctricos oscilantes, que pueden ser muy útiles para obtener modelos simplificados de simulación numérica y física, y con un nivel medio en el dominio de herramientas de programación, se pueden modelar a través del diseño de un prototipo funcional desde una interfaz gráfica, haciendo uso de lenguajes orientados a objetos.

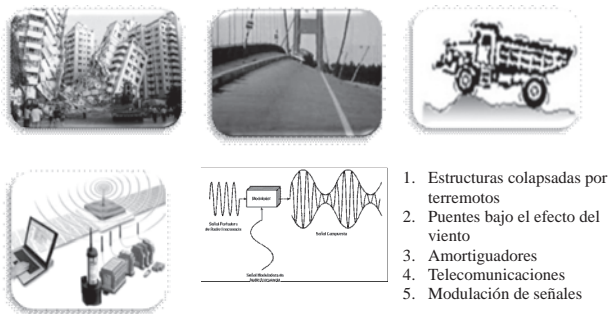


Figura 2 - Vibraciones mecánicas abordadas como problema de colectivo

En la propuesta de colectivo que se presentó en quinto semestre, se planteó que el estudiante al tener que usar herramientas computacionales para el modelamiento del fenómeno, requiere un mayor acercamiento y comprensión de los conceptos, mecanismos y variables involucrados en la solución del problema, además de tener un conocimiento y manejo adecuado de las herramientas computacionales necesarias para la construcción del programa. De esta forma, al permitirle modelar un fenómeno que se

encuentra en la vida real, se apoya la intención de formar un ingeniero que no es ajeno a la problematización del contexto, buscando explorar soluciones alrededor de interrogantes que están latentes en las necesidades sociales.

Estas condiciones dan al estudiante la posibilidad de reflexionar acerca de los fenómenos modelados y también la oportunidad de exteriorizar y modificar sus propios modelos mentales acerca de los mismos. Además, la interacción con el modelo del sistema físico, permite le al estudiante evaluar diferentes respuestas al modificar las variables involucradas en el problema, lo que le posibilita una mayor comprensión de la relación causa-efecto entre variables. Así mismo, esto contribuye a la generación de hipótesis y conjeturas por parte de los estudiantes y el contraste de las mismas.

Por otra parte, la elaboración de modelos computacionales brinda la oportunidad de razonamiento grupal y un entorno de trabajo colaborativo tanto en la etapa de construcción de modelos como en la síntesis y comunicación de resultados (García Barneto, 2006). En la tabla 2 se muestra la información inicial requerida como información de entrada para la estrategia.

Ubicación del Colectivo Docente	V semestre, IST – UCP
Asignaturas que participaron en el desarrollo del Colectivo Docente.	<ul style="list-style-type: none"> • Ecuaciones Diferenciales • Física III (oscilaciones y ondas) • Análisis y Diseño de Circuitos • Metodología de la Programación IV
Elementos Problematizadores	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas sometidos a vibraciones forzadas • Analogías de sistemas mecánicos y eléctricos • Desarrollo de modelos computacionales • Visualización de respuestas en sistemas mecánicos y eléctricos
Estudiantes que iniciaron el proceso	19

Tabla 2. Especificaciones de los actores del colectivo

Para cumplir con la propuesta del colectivo docente, se propuso a los estudiantes participantes el siguiente objetivo: “Analizar por medio de una simulación, el comportamiento de sistemas que presentan vibraciones forzadas y

encontrar su analogía a través de un circuito eléctrico”.

A partir de este objetivo, se le plantearon tres sistemas específicos a trabajar:

- Estructura de un piso, sometida a una fuerza externa
- Estructura de un piso, sometida a la acción de un sismo
- Simulación de un sismógrafo

Para el desarrollo de cualquiera de estos sistemas los estudiantes realizaban este proceso:

- Conocer el problema y poder analizarlo desde el punto de vista físico.

- Plantear la ecuación diferencial que describiera adecuadamente el problema.
- Aplicar el método adecuado para solucionar la ecuación diferencial.
- Elaborar el prototipo para la modelación computacional, haciendo uso del paradigma orientado a objetos.
- Encontrar el circuito eléctrico análogo al sistema mecánico trabajado.
- Simular el movimiento del sistema trabajado.

Desde las asignaturas se crean propósitos de formación en relación con los apoyos que cada estudiante y grupo de trabajo puede recibir desde los diferentes componentes (Tabla 3).

Ecuaciones diferenciales	Apoya a los estudiantes del colectivo en el desarrollo de capacidades que les permiten plantear y resolver, mediante métodos analíticos y ecuaciones diferenciales, un sistema físico perturbado por fuerzas externas. El profesor acompañará el desarrollo académico para que el estudiante interprete las variables involucradas en la ecuación y represente gráficamente y visualmente la respuesta del sistema analizado.
Física III	Apoya al estudiante para que relacione fenómenos naturales con una teoría física –específicamente en el movimiento de oscilaciones amortiguadas y forzadas–. Es importante que el estudiante desarrolle competencias en la determinación del modelo matemático que describe el fenómeno natural, e interprete adecuadamente los resultados obtenidos.
Análisis y diseño de circuitos	Acompaña al estudiante en el desarrollo y análisis de sistemas eléctricos que sean una representación del mecánico estudiado.
Metodología de la programación IV	Mediante la apropiación del paradigma Orientado a Objetos y la aplicación de las características propias de la programación, se acompaña al estudiante en la implementación del modelo computacional, de tal manera que dicha aplicación de conceptos, logre plasmar un resultado para las demás asignaturas del colectivo.

Tabla 3. Rol de cada asignatura en el colectivo docente

Resultados

Como resultados del colectivo docente, los estudiantes divididos por grupos desarrollaron programas, haciendo uso del lenguaje orientado a objetos aplicado en Java, que permitían obtener la respuesta de desplazamiento lineal de una estructura o de un sismógrafo sometido a una fuerza externa o a un sismo.

En cada programa, fue posible cambiar las variables de entrada, observando las modificaciones en la respuesta del

desplazamiento lineal. Los programas desarrollados también entregaron la analogía eléctrica del sistema mecánico, la cual es importante para el desarrollo y estudio a escala de este tipo de sistemas. A pesar de no contar con experiencia en el desarrollo de gráficas, los estudiantes encontraron diferentes métodos para mostrar gráficamente la respuesta del sistema. En las Figuras 3 y 4 se muestran las interfaces de dos de los programas desarrollados en el proceso de colectivo docente, y en la Figura 5, la interfaz de uno de los programas correspondientes a la analogía eléctrica del sistema mecánico.



Figura 3. Interfaz del simulador de una estructura sometida a una fuerza externa (Carvajal, López y Girón, 2010)

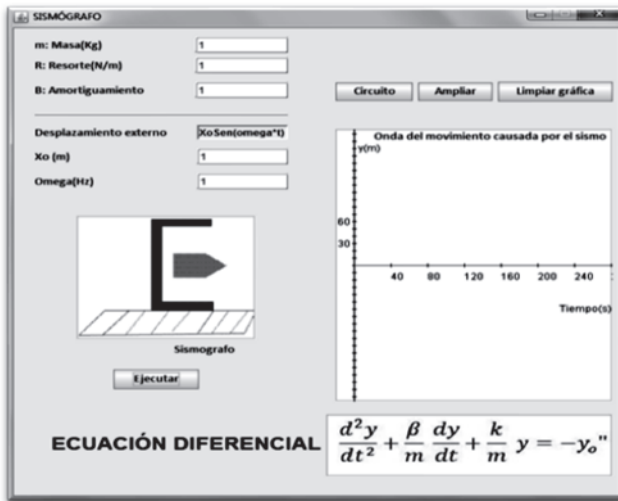


Figura 4 - Interfaz del sistema simulador de un sismógrafo

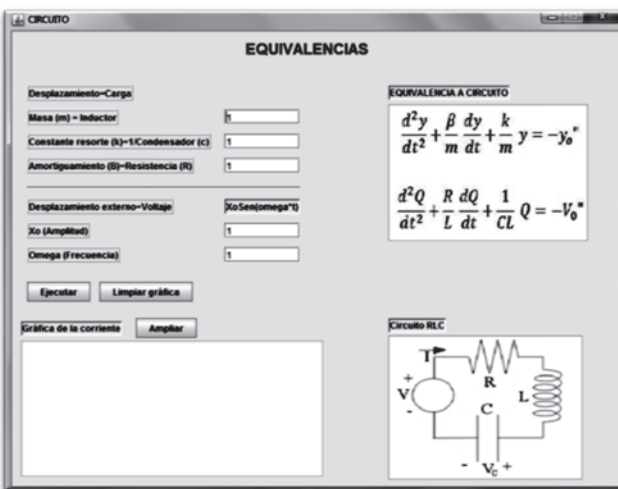


Figura 5. Interfaz de la equivalencia eléctrica de la estructura

Con el fin de socializar los resultados de los trabajos desarrollados en el marco del colectivo docente, se llevó a cabo una sesión de clausura y sustentación, que permitió evidenciar no sólo la transformación cognitiva y cognoscitiva por parte de los estudiantes, sino también la de los profesores gracias a los desarrollos presentados.

Hallazgos pedagógicos y curriculares

Es posible implementar en Colombia una estrategia pedagógica contextualizada para la formación de los ingenieros. Para ello, es fundamental tener en la cuenta dos elementos: primero, qué tipo de ser humano se quiere contribuir a formar teniendo siempre presente no sólo las demandas del mercado, sino también lo socialmente deseable; segundo, la formación debe ser entendida como transformación formativa, y no sólo como desarrollo de competencias y habilidades, es decir, no se quiere sólo contribuir a la formación de personas más “capaces”, sino, más reflexivas, más investigadoras, en palabras de Freire: más problematizadoras.

Asumiendo estas ideas, es posible construir nuevos currículos que superan el limitado concepto de “plan de estudios”, para transformarse en potencialidades siempre latentes de trabajo colaborativo, interdisciplinario y formación holística en los programas académicos. Un llamado urgente a los programas académicos en Colombia, y en el caso que nos ocupa, los de Ingeniería, tiene que ver con la apuesta dinámica de repensar los Proyectos Educativos de los Programas (PEP), con el ánimo de implementar nuevas estrategias didácticas que permitan vincular de manera más armónica los distintos componentes presentes en los programas, que permitan vincular a profesores y estudiantes como actores de la educación que reflexionan y contextualizan el conocimiento, permitiendo la movilización de

saber académico pertinente y con responsabilidad social.

Respecto al colectivo presentado

Este colectivo docente permitió evidenciar que la estrategia de proponer desarrollos computacionales aplicados a sistemas que involucren conceptos físicos, posibilita al estudiante un manejo más claro de los conceptos y de las herramientas involucradas.

Se observó que, aunque los desarrollos matemáticos y los conceptos físicos abordados en el problema eran de alta complejidad para ellos en su abordaje, sumado al hecho de no contar con todas las herramientas en el área de programación, los estudiantes mostraron gran capacidad de indagación y fueron creativos al momento de construir sus programas.

De los profesores

En los profesores se ha obtenido un logro significativo, en tanto que se ha comprendido que se puede realizar un trabajo interdisciplinario riguroso desde la propuesta hasta la evaluación, al punto de poder afirmar que no sólo el estudiante avanza en el saber de la física o de la metodología de la programación, sino que además los otros profesores comienzan el camino de indagación hacia las otras disciplinas: quien avanza en una asignatura está avanzando también en otros componentes. No hay comprensiones aisladas, por tanto, el saber no se da en relaciones didácticas y pedagógicas independientes, sino en el trabajo colaborativo.

Aunque el objetivo del colectivo incluía la simulación del fenómeno, debido a problemas de tiempo y planeación, no se cumplió plenamente con él; sin embargo, los estudiantes incluyeron animaciones del fenómeno desarrolladas en Flash[®].

Este colectivo docente fue un escenario adecuado para resolver problemas de física y ecuaciones diferenciales como pretexto para aprender circuitos eléctricos y metodología de la programación de computadores.

De los estudiantes

El proceso de colectivo docente es un trabajo conjunto entre profesores y estudiantes, en el cual los profesores dan las herramientas conceptuales de partida y los estudiantes, por su parte, tienen la tarea de asociar conceptos, llegar a acuerdos y desarrollar procesos; gracias a esto se logra el dominio de un saber mediante la construcción activa del mismo.

Gracias a este trabajo mancomunado, se da la oportunidad a los estudiantes de enfrentarse a problemas reales, los cuales pueden ser abordados y solucionados con los conocimientos y procesos de investigación al alcance de ellos, permitiendo así reconocer las capacidades que se han adquirido en el proceso de aprendizaje durante la carrera.

El colectivo docente logra que el estudiante obtenga un conocimiento autónomo, debido a la necesidad de investigación para lograr el objetivo propuesto. También ofrece la oportunidad de asumir un mayor grado de responsabilidad, ya que se debe planificar, controlar y valorar su trabajo, pasando el estudiante a ser un sujeto activo en el proceso de aprendizaje.

Conclusiones

Una preocupación del programa de Ingeniería de la UCP —posiblemente cercana a otros programas de Ingeniería del país—, es la falta de articulación para un trabajo colectivo entre las personas que representan las diferentes áreas de conocimiento que velan por la formación del

ingeniero, un profesional pertinente, coherente y preparado, quien para resolver problemas, requiere más que conocimientos en muchas disciplinas, saber problematizar contextualmente las situaciones, acontecimientos y necesidades de la sociedad, teniendo presente que el estudio de un fenómeno debe hacerse de manera integral.

Pensar un currículo problémico para nuestros contextos educativos, se convierte en necesidad urgente para el desarrollo de una educación más integrada. Los colectivos de docentes y estudiantes posibilitan, en el marco de la reflexión antropológica y epistemológica de la pedagogía, un avance importante para la formación de los futuros ingenieros, pues como estrategia de formación, invita al estudiante, pero también al profesor, a reflexionar sobre la ciencia y su aplicación desde todas las aristas de formación, se convierte en una adecuada estrategia educativa donde todos se

involucran con el fenómeno de estudio, lo problematizan, y llegan a soluciones argumentadas desde la teoría y aplicadas con acompañamiento profesional en la vida académica.

En otras palabras, como aporte desde la investigación formativa, el colectivo docente desarrolla en el estudiante de ingeniería habilidades para ofrecer posibilidades didácticas y académicas acompañadas —con sus profesores y sus pares—, que le permitan a todos los participantes del ejercicio educativo problematizar la realidad, a la vez que se convierten para los estudiantes, en rutas de exploración de nuevos conocimientos que lo invitan, inclusive, a acompañar con escasos conocimientos, apuestas de investigación científica y/o aplicada, tan necesarias en nuestros contextos universitarios, y principales generadoras de una educación transformadora, a la manera de Freire: verdadera praxis educativa.

Referencias

- Campo, R. y Restrepo, M. (2000). *Formación Integral. Modalidad de educación posibilitadora de lo humano*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Comisión Europea (DG III, Regulatory policy and standard, electronic commerce, telematics networks, environments). (1996). *Euromethod versión 1*. Bilbao: European Software Institute ESI.
- Díaz, A. y Pinzón, B. (2002). *Excelencia académica y formación integral*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Duque, M. (2008). Principios para la enseñanza compatibles con el aprendizaje. En: A. Galvis et al., *Ciencia e Ingeniería en la formación de Ingenieros para el siglo XXI (170-173)*. Bogotá: ACOFI.
- Freire, P. (1997). *Pedagogía del Oprimido*. Servicios Koinonia. Disponible en: <http://www.servicioskoinonia.org/biblioteca/general/FreirePedagogiadelOprimido.pdf>
- Freire, P. (1993). *Pedagogía de la Esperanza*. Biblioteca Solidaria. Disponible en: <http://bibliotecasolidaria.blogspot.com/2011/06/pedagogia-de-la-esperanza-paulo-freire.html>
- García, A. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 304-322.
- IEEE Computer Society. (2004). *SWEBOK, Guide to the software engineering body of knowledge*. California: Pierre Bourque, École de technologie supérieure.
- Martínez Otero, V. (2000). *Formación integral de adolescentes*. Madrid: Fundamentos.
- Morales, A., Muñoz, J., y Peláez, L. (2006). Una experiencia pedagógica para programas de ingeniería: la enseñanza de algoritmos mediada por la lógica cognitiva y la elaboración de juegos de lógica. *Revista Educación en Ingeniería*, 2, 26-32.
- Steiner, M., Ramírez, C., Hernández, J., y Plazas, J. (2008). Aprendizaje en Ingeniería basado en proyecto, algunos casos. En: *Ciencia e Ingeniería en la Formación de Ingenieros para el siglo XXI* (Pp. 275-283). Bogotá: ACOFI.
- Stokstad, E. (2001). Reintroducing the intro courses. *Science*, 296 (5535), 1608-1610.
- Tobón, S. (2010). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. Bogotá: Ecoe.
- Universidad Católica de Pereira (2003a). *Propuesta pedagógica*. Pereira: Autor.
- Universidad Católica de Pereira (2003b). *Fundamentos Curriculares*. Pereira: Autor.
- Universidad Católica de Pereira (2004). *Propuesta Pedagógica*. Pereira: Autor.
- Universidad Católica de Pereira (2005). *El Colectivo Docente en la UCP*. Pereira: Autor.
- Universidad Católica de Pereira (2009). *Aspectos curriculares de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones*. Pereira: Autor.

