



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOE 2014

Nuevos escenarios
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

¿CÓMO UTILIZAR EL CONTEXTO ESTUDIANTIL PARA MODELAR INTERDISCIPLINARMENTE EN ECUACIONES DIFERENCIALES, ANÁLISIS NUMÉRICO Y LOS MODELOS DE INGENIERÍA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA CORUNIAMERICANA?

Luis Gabriel Turizo Martínez

Corporación Universitaria Americana
Barranquilla, Colombia

Resumen

Muchas de las ecuaciones que se observan en los textos de ingeniería en asignaturas relacionadas con los cursos de matemáticas aplicadas están modelando una situación experimental fruto de procesos investigativos. Estos modelos representados por lo general por ecuaciones están sujetos a procesos de investigación exhaustiva o construida por experimentos arduos, mediados o expuestos a tiempos largos, por demostraciones o extensiones de ecuaciones ya analizadas.

El presente artículo fruto de una investigación llevada a cabo en tres semestres consecutivos expone la forma de cómo se puede afrontar el problema de enseñanza aprendizaje de modelamiento en ingenierías a partir del contexto de los estudiantes y que para su implementación cada docente debe desarrollar unas competencias específicas conjuntamente con las de los estudiantes.

La interdisciplinariedad que se pretende exponer será a partir de tres contextos identificados de los estudiantes: Recaudo del Impuesto de Alumbrado Público en Barranquilla, Ley del Enfriamiento de Newton y Registros Poblacionales del DANE. Este trabajo se desarrolló en tres semestres diferentes con las asignaturas de Ecuaciones Diferenciales, Análisis Numérico y Modelos de Ingenierías en la Facultad de Ingenierías de Sistema de la Corporación Universitaria Americana –Coruniamericana-, arrojando un proceso formativo excelente a lo largo de cada semestre.

Con esta forma de abordar la enseñanza aprendizaje utilizando la interdisciplinariedad y Modelos Transversales del Currículo, asume la primera como principio organizador del currículo, plantea una nueva forma de organizar los contenidos de cada disciplina o saber, lo cual apunta a buscar alternativas diferentes para la formación integral de los estudiantes, cobijados bajo una variedad de dimensiones que sean de tipo cognitiva, motora, actitudinal, comunicativa y volitiva, y la segunda como dinamizador de los saberes impartidos, contribuyendo a la construcción de nuevos modelos, aptos en los actuales momentos históricos de la humanidad. Con esta forma de organizar los contenidos, se entra identificando las condiciones necesaria para su desarrollo, mirando principalmente en las condiciones humanas y contextualizadas de los estudiantes, los docente y la comunidad en general, es decir, una nueva actitud y práctica, nutrida por una visión tendiente a miradas futuristas tales como un aprendizaje de exigencias, la naturaleza social del conocimiento, las estrategias de enseñanza y aprendizaje, los procesos activos interdisciplinarios, uso de problemas y situaciones totalmente contextualizadas, al igual que la generación de competencias científicas e investigativas. Todo esto da bases para empezar a organizar el modelo de un currículo que conjugue la transversalidad para los distintos procesos de enseñanza aprendizaje y esté encaminado a que esta organización sea direccionada por un grupo de expertos que conozca la dinámica de lo que hay que integrar, en la didáctica, currículo y evaluación, y otros aspectos tales como los que se exponen y se cobija en este trabajo.

Palabras clave: Interdisciplinariedad; enseñanza-aprendizaje; universidad; currículo

Abstract

Many of the equations found in engineering texts on subjects related to applied mathematics courses model experimental situations resulting from research processes. These models, generally represented by equations, are subject to extensive research processes or built by arduous experiments, mediated or exposed to long periods, by demonstrations or extensions of previously analyzed equations.

This article, result of a research carried out for three consecutive semesters, exposes how to address the teaching-learning problem of modeling in engineering from students' context and for its implementation each teacher must develop specific skills together with the students.

Interdisciplinarity intended to be exposed will be from three previously identified students' contexts: Street Lightning Tax in Barranquilla, Newton's Law of Cooling and DANE's Population Records. This work was developed in three semesters with the subjects of Differential Equations, Numerical Analysis and Engineering Models at the Faculty of Software Engineering of Corporación Universitaria Americana -Coruniamericana-, throwing an excellent learning process throughout each semester.

With this way of approaching teaching and learning using interdisciplinary Curriculum Transversal Models, assumes the first as the organizing principle of the curriculum, proposes a new way of organizing the contents of each discipline or knowledge, which aims to search for alternatives for students' comprehensive learning, sheltered under a variety of cognitive, motor, attitudinal, communicative and volitional dimensions, and the second as a catalyst for the imparted knowledge, contributing to the construction of new models, suitable in the current historical moment of humanity. This way of organizing contents, begins identifying the necessary conditions for their development, looking primarily at human and contextualized conditions of students, teachers and the community at large, ie, a new attitude and practice, nourished by a vision aimed at futuristic looks such as a requirement learning, the social nature of knowledge, teaching and learning strategies, interdisciplinary active processes, use of fully contextualized problems and situations, like the generation of scientific and research skills. All this gives grounds to start organizing a curriculum model that combines mainstreaming for different teaching and learning processes and be aimed so that this organization be addressed by a group of experts who know the dynamics of what needs to be integrated, in teaching, curriculum and assessment, and in other aspects such as those outlined in this paper.

Keywords: interdisciplinarity; teaching-learning; college; curriculum

1. Introducción

Laborar como docente de matemáticas en ingenierías hoy día de manera innovadora es una tarea muy comprometedor y ardua, pero existen muchas estrategias para hacerla cuando se conoce muy bien de didáctica, de innovación y desarrollo de competencias científicas e investigativas.

De igual manera, tradicionalmente se observa que en los cursos de ingeniería los temas y trabajos desarrollados con los estudiantes de un semestre a otro se pierden, más aún cuando no son desarrollados teniendo en cuenta el contexto de los involucrados.

Las universidades tradicionalmente desarrollan su currículo de manera lineal sin tener conocimientos de las conexiones entre todos los elementos que lo integran, especialmente los planes de estudios. La presente investigación pone de manifiesto la forma como se puede abordar la enseñanza aprendizaje desde la interdisciplinariedad del currículo y la transversalidad de los saberes conjugado con la técnica de estudios de caso a partir del contexto de los estudiantes, que involucran necesariamente clases constructivistas activas y el aprendizaje basado en problemas.

Por tal razón, la investigación: ¿Cómo utilizar el contexto estudiantil para modelar interdisciplinarmente en Ecuaciones Diferenciales, Análisis Numérico y los Modelos de Ingeniería en la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Coruniamericana? muestra la forma como involucrar este tipo de aspectos dentro del proceso de enseñanza aprendizaje en currículos lineales y disciplinares, regido por estrategias conductistas.

La investigación parte en primera medida identificando los nodos cognitivos entre las asignaturas de Ecuaciones Diferenciales, Análisis Numérico y Modelos de Ingeniería, luego el diagnóstico con los estudiantes donde el saber el contexto de trabajo o desenvolvimiento es lo primero a identificar. Esta información da indicios para emprender el desarrollo de la interdisciplinariedad y transversalidad con el conocimiento previo de que todo el proceso con los estudiantes principalmente, deben ir regidos por la proyección social, puesto que la universidad visiona esto.

En el presente trabajo se expone un caso claro de cómo se puede llevar a cabo la innovación de acuerdo a una experiencia desarrollada en la Facultad de Ingenierías de la Corporación Universitaria Americana de Barranquilla durante tres semestres, utilizando la transversalidad, la interdisciplinariedad y la investigación con tres asignaturas de diferentes semestres: Ecuaciones Diferenciales V Semestre, Análisis Numérico VI Semestre y Modelos de Ingeniería VII Semestre, utilizando para su desarrollo temático tres contextos diferentes propios de los estudiantes: Recaudo del Impuesto de Alumbrado Público en Barranquilla, Ley del Enfriamiento de Newton y Registros Poblacionales del DANE.

Contextos que fueron identificados en esta labor cuando se indaga a principio de clases aspectos muy importantes de los estudiantes tales como: quiénes son, qué hacen, de dónde provienen. Y luego saber conjugarlos con la misión y la visión de la universidad y aspectos conectores del currículo como los planes de estudios, el conjunto de docentes, las necesidades a cubrir, los mecanismo de control y valoración, el grupo de estudiantes a formar, la filosofía institucional que en nuestro caso es trabajar con sentido social, por ende se pretende formar profesionales con sentido social.

En esta estrategia implementada arrojó resultados que favorecen la formación integral de los estudiantes. Los estudios de casos contextualizados conjuntamente con las clases constructivistas activas y el aprendizaje basado en problemas (ABP) son estrategias idóneas para lograrlo, dado que los problemas y su contextualización llevan necesariamente a la interdisciplinariedad como forma de abordar el conocimiento de la realidad y a la transversalidad de manera articulada al currículo.

2. Metodología

De acuerdo al Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2007, citado de Resweber (1981) y Piaget (1972)), la interdisciplinariedad es un conjunto de diálogos, de cooperaciones e interacción entre disciplinas en torno a los problemas, los casos o las situaciones de indagación integralmente, que conlleva a una verdadera reciprocidad e intercambio y, por consiguiente, a un enriquecimiento mutuo. Lo cual exige muchos cambios en la concepción de la relación sujeto-objeto, una reconstrucción del objeto a considerar, una ruptura de los límites de cada disciplina y retorno a sus bases para relativizarlas.

El currículo contiene muchos aspectos, adquiriendo diversos matices que varían según las filosofías de las instituciones, el medio social y político circundante al igual que las metas educativas: (1) El colectivo de personas a formar, El tipo de formación que se requiere proporcionar, (3) La institución social en la que se lleva a cabo la formación, (4) Las necesidades que se requieren cubrir y (5) Los mecanismos de control y valoración” (Laurito, 2009, p.8).

De igual manera, La interdisciplinariedad, entendida como relación de conocimientos por su forma de adquirirlos y plantearlos en un currículo, necesariamente derriba las barreras entre disciplinas, creando nexos entre ellas, pero más que nada abarcando campos de conocimiento. De este modo Álvarez (2000, p. 95) señala: “Cuando hablo de interdisciplinariedad no me refiero sólo a los nexos entre las disciplinas que conforman el currículo, sino también a los nexos entre las ideas y, sobre todo, entre los campos de conocimiento comprendidos en este proceso”.

Dentro de las posibilidades que brinda orientar la interdisciplinariedad por excelentes caminos está la de encontrar conexiones afines o nodos de interconexión, lo que según Álvarez (2004, p.9): “Los nodos cognitivos principales son aquellos que se distinguen por su relevancia cultural o sus aplicaciones en la práctica y los nodos cognitivos interdisciplinarios son aquellos que se conectan a los nodos principales de las distintas disciplinas”

Basándonos en estos direccionamientos se emprendió la labor haciendo primero una revisión uno a uno los contenidos curriculares e ir encontrando los nodos interdisciplinarios entre las asignaturas de Ecuaciones Diferenciales, el Análisis Numérico y los Modelos de Ingenierías impartidos en la Coruniamericana, encontrándose que muchas de las situaciones problemáticas planteadas en las Ecuaciones Diferenciales basadas en el cambio poblacional y decaimiento de masa obedecidas por varios datos experimentales, que arrojan modelos de ecuaciones, se pueden retomar en Análisis Numérico con Manipulación de Series de Potencias, Aproximación e Interpretación Polinomial (Polinomio de Taylor e Interpolación de Lagrange),

situaciones que también encuentran afinidad con Modelos Esquemáticos, Gráficos, Matemáticos, Físicos, ajustes de Curvas y Simulación como temática de Análisis Numérico.

Al mismo tiempo se conversó con los docentes que impartían las tres asignaturas, uno de ellos dicta Ecuaciones Diferenciales y el otro dicta las dos asignaturas, es decir Análisis Numérico y Modelos de Ingeniería, facilitando el proceso.

De igual manera se hizo el diagnóstico de los estudiantes para conocer su contexto y así buscar en ellos que expresaran las características de este, ya sea laboral, social o familiar, y mirar cuál de ellos obedecía a los nodos preestablecidos. De todo este diagnóstico nutrido, se concluyó escoger tres situaciones:

1. **Facturación y recaudo del Impuesto de Alumbrado Público en Barranquilla (IAP).** Este contexto fue extraído y construido por un estudiante que trabaja para la entidad que recauda el Impuesto del Alumbrado Público en Barranquilla, enunciándolo así:
 - La facturación del Impuesto de Alumbrado Público del Distrito de Barranquilla para el año 2010 fue de 44.4 mil millones de pesos, si a los dos (2) años la facturación del IAP fue de 49.4 mil millones de pesos, ¿calcule cuál será la facturación del impuesto alumbrado público a los 3, 4, 5 y 6 años después?
 - El recaudo del Impuesto de Alumbrado Público del Distrito de Barranquilla para el año 2010 fue de 42.8 mil millones de pesos, si a los dos (2) años la facturación del IAP fue de 47.3 mil millones de pesos, ¿calcule cuál será el recaudo del impuesto de alumbrado público a los 3, 4, 5 y 6 años después?
2. **Ley del Enfriamiento de Newton:** Contexto construido por un estudiante que le gustaba experimentar calentando agua en la casa porque contaba con los elementos a que su mamá trabaja en servicios de salud. Los datos tomados a temperatura ambiente de 20°C y luego de haber calentado a 100°C un recipiente con agua y dejarla enfriar, fueron los siguientes:

| Tiempo, t en minutos | Temperatura, T en °C |
|----------------------|----------------------|
| 0 | 100 |
| 15 | 41.9 |
| 19 | 35.7 |
| 23 | 32.7 |

3. Registros Poblacionales del DANE

Este contexto pues extraído de los archivo del DANE Estimaciones y Proyecciones de Población, 1985-2020 por un estudiante que trabaja allí y constatados en la página de esta entidad.

Cuadro 1.
COLOMBIA, Estimaciones y Proyecciones de Población. 1985-2020

| Año | Hombres | Mujeres | Total |
|------|------------|------------|------------|
| 1985 | 15.187.066 | 15.607.359 | 30.794.425 |
| 1990 | 16.834.671 | 17.289.864 | 34.124.535 |
| 1995 | 18.497.463 | 18.992.203 | 37.489.666 |
| 2000 | 19.877.987 | 20.404.230 | 40.282.217 |
| 2005 | 21.169.835 | 21.718.757 | 42.888.592 |
| 2010 | 22.465.760 | 23.042.445 | 45.508.205 |
| 2015 | 23.799.306 | 24.403.311 | 48.202.617 |
| 2020 | 25.138.723 | 25.773.706 | 50.912.429 |

Fuente: DANE - Conciliación Censal 1985-2005 y Proyecciones de Población 2005-2020

4. Desarrollo

De acuerdo a los contextos anteriores se desarrollaron las asignaturas de Ecuaciones Diferenciales en V Semestre, Análisis Numérico V Semestre y Modelos de Ingenierías VII Semestre conjuntamente con los temas de:

- Modelos de Ecuaciones Diferenciales de Primer Orden Separables para Variación Poblacional (1) y Ley del Enfriamiento de Newton (2), las cuales tiene respectivamente las siguientes formas $\frac{dP}{dt} = f(t, P)$ (1) y $\frac{dT}{dt} = -k(T - T_m)$ (2)

La primera ecuación sirve para modelar el contexto relacionado con la población y la facturación el recaudo y del alumbrado público. La segunda modela la Ley del Enfriamiento de Newton.

- Manipulación de Potencias utilizando la expansión $e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots, -\infty < x < \infty$ (2), el polinomio enésimo de Taylor alrededor de un punto $P_n(x) = f(c) + f'(c)(x - c) + \frac{f''(c)}{2!}(x - c)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(c)}{n!}(x - c)^n$ (4) e interpolación Lagrangeana $P_n(x) = f(x_0)L_{n,0}(x) + f(x_1)L_{n,1}(x) + \dots + f(x_n)L_{n,n}(x)$ (5), donde cada $L_{n,k}(x) = \frac{(x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_k)}{(x_j-x_0)(x_j-x_1)\dots(x_j-x_k)}, i = 0, i \neq j$ (6), todo esto concerniente para modelos Análisis Numérico, incluida la teoría general de error.
- Ajustes de Curvas para Rectas de regresión en Mínimos Cuadrados $y(x) = ax + b$ (7), Ajuste Potencial $y(x) = ax^M$ (8), Parábola óptima en Mínimos cuadrados $y(x) = ax^2 + bx + c$ (9), y Método de linealización de los datos $y = Ce^{ax}$ (11)

5. Resultados y conclusiones

Para cada contexto se obtuvieron tres ecuaciones, al momento de publicar el artículo se tenía con certeza las relacionadas con el del Impuesto del Alumbrado Público, las cuales son:

- Para Ecuaciones diferenciales, se obtuvo,

$$FACT_IAP(t) = 44.4e^{(0.052180005)t} \quad (12)$$

- Para Análisis numérico un polinomio de grado 5,

$$P_5(x) = 0,00444444444444x^5 + 0,07638888889x^4 + 0,48055552x^3 - 1,240277778x^2 + 3,598333333x + 44,4 \quad (13)$$

- Para modelos de ingeniería, se ajustó la ecuación

$$Y(x) = 42,4315076e^{0.050956615x} \quad \text{donde } x \text{ es el tiempo} \quad (14)$$

Con todo esto se logró que la aplicación de la interdisciplinariedad y transversalidad en el currículo reportó diferencias significativas es decir, hubo diferencias favorables en la formación integral de los estudiantes cuando se implementaron estas estrategias dentro acto educativo, tal como se apreció en los resultados de las notas de cada semestre.

En el desarrollo de la aplicación de la transversalidad y la interdisciplinariedad utilizando clases constructivistas activas y el aprendizaje basado en problemas se generaron competencias investigativas y científicas, debido a que hubo un grupo de estudiantes que se atrevieron a exponer el trabajo en el encuentro de semilleros de investigación del departamento del Atlántico. Esto conduce en realidad al desarrollo de procesos interdisciplinarios y transversales contribuyendo a la formación integral y no únicamente en el aspecto cognitivo como se hace tradicionalmente.

Por eso, para esto, es necesario conjugar tendencias contemporáneas de tipo epistemológico (preguntarse sobre lo qué es el conocimiento), curricular (cómo reorganizar socialmente la enseñanza), cognitivo (cómo aprende el ser humano) y didáctico (cómo presentar las actividades de aprendizaje en la realidad situada), es decir, trabajar con los contextos estudiantiles, la interdisciplinariedad y transversalidad, mediados por las tecnologías de la información y la comunicación, en donde la didáctica debe jugar el principal valor para llegar a concebir el proceso enseñanza aprendizaje, sustentada por tendencias acordes con estos enfoques.

Referencias

- Álvarez, J. (2000). *Didáctica, currículo y evaluación: ensayos sobre cuestiones didácticas*. Capítulo III. 2a ed. España, Ed. Miño y Dávila p.95, 96, 100 Recuperado en http://0-web.ebscohost.com/millennium.itesm.mx/ehost/ebookviewer/ebook/nlebk_133683_AN?sid=372eca45-927f-4372-b3c2-e2543aeb59d2@sessionmgr110&vid=3&format=EB&rid=1
- Corrales, M (2011). Sistema de actividades metodológicas para la interdisciplinariedad en las ciencias naturales desde física a partir del nodo interdisciplinario energía en octavo grado *Revista Cubana de Física*, Vol. 28 No.1, Cuba, Universidad de las Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, Cuba p.109, 110. Recuperado en <http://0-web.ebscohost.com/millennium.itesm.mx/ehost/detail?vid=7&sid=845ad0c7-eb97-4200-93db-9f03832ad12b%40sessionmgr198&hid=103&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=aph&AN=73812629>
- Delors, J. (1999). *La educación es un tesoro*, Informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre educación para el siglo XXI, París, Francia, Ed. Unesco. p.34 Recuperado en http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF
- Escobar, V. y Otero, I. (2007). Enseñar-aprender para el desarrollo: la interdisciplinariedad como una alternativa de solución. Capítulo No. 6. *Revista Pedagogía Universitaria* Vol. XII No. 2 2007 Facultad de Psicología. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas Cuba. Recuperado en <http://0web.ebscohost.com/millennium.itesm.mx/ehost/detail?vid=26&sid=eb2042ad-8a11-4714-b59b-9ad4187cdf46%40sessionmgr198&hid=118&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=aph&AN=25383039>
- Goñi, Jesús María (2011). *Didáctica de las matemáticas*. España: Ministerio de Educación de España - Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L. Recuperado en <http://site.ebrary.com/lib/consorcioitesmsp/Doc?id=10803822&ppg=26>
- Laurito, Francisco. (2009). *Reflexiones sobre la reforma curricular en educación matemática II*. Argentina: El Cid Editor, p. 7, 8. Recuperado en <http://site.ebrary.com/lib/uvirtualeducacionsp/docDetail.action?docID=10327458&p00=curriculo>
- Ministerio de Educación Nacional (2003). Estándares básicos de competencias en matemáticas, Bogotá, D. C. Recuperado en <http://www.eduteka.org/pdfdir/MENEstandaresMatematicas2003.pdf>
- Sabino, C. A. (1994). *El proceso de Investigación Científica*. Bogotá: El cid Editor.
- Tobón Tobón, S. (2010). *Formación integral y competencias: pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. Bogotá, Colombia: (3a. ed.). Ecoe Ediciones. p. 147. Recuperado en <http://site.ebrary.com/lib/uvirtualeducacionsp/docDetail.action?docID=10565772&p00=did%C3%A1ctica%2C%20curr%C3%ADculo%20evaluaci%C3%B3n>
- Valenzuela González, J. R., Flores Fahara, M. (2012). *Fundamentos de Investigación Educativa Volumen 2*, Tecnológico de Monterrey, México: Editorial Digital p. 100, 139, 140, 145-155, 177.

Sobre el autor

- **Luis Gabriel Turizo Martínez**. Licenciado en Matemáticas y Física. Especialista en Pedagogía e Investigación en Aula. Docente Investigador de la Corporación Universitaria Americana.

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

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)