



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness

*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# **LA TRANSVERSALIDAD, LA INTERDISCIPLINARIEDAD, LA INNOVACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍAS, ESTRATEGIAS Y ACTIVIDADES EFECTIVAS DE ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍAS DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AMERICANA DE BARRANQUILLA**

**Luis Gabriel Turizo Martínez**

**Corporación Universitaria Americana  
Barranquilla, Colombia**

## **Resumen**

Realizar la labor docente hoy día de manera innovadora es una tarea ardua, debido a que son muchas variables que entran en juego en los instantes de impartir el acto educativo con suma responsabilidad. Existen muchas tendencias, en donde la principal es el facilismo equivalente a tradicionalismo, pero seguir una posición que combine la transversalidad, la interdisciplinariedad, la innovación y la investigación en los contextos relacionados con ciencias básicas como las Matemáticas, La Física y Ciencias a fines, eso sí, es un gran reto.

Por tal razón, el presente evidencia la forma cómo se están llevando cabo estrategias pedagógicas que combinan estos términos de manera eficaz, utilizando enfoques constructivistas activos, de tal forma que los procesos de enseñanza aprendizaje sean innovadores y produzcan cambios y experiencias significativas en su trascender.

Las evidencias aquí mostradas son productos de la práctica de competencias actitudinales, cognitivas, procedimentales e investigativas propias de las asignaturas de Ingeniería de Sistemas: Cálculo Diferencial e Integral, Cálculo Vectorial, Ecuaciones Diferenciales, Análisis Numérico, Física de Newton y Modelos de Ingeniería, donde se conjugan todas ellas de manera transversal, contextualizadas y delimitados en aspectos propios de los estudiantes tales como los juegos tradicionales, el calor –temperatura- y el reciclaje, y que han contribuido a su formación integral, es decir apropiándose del saber ser, saber conocer, saber hacer y saber convivir en contexto.

La tarea consiste entonces en que cada acto educativo orientado hacia al ingeniero debe estar articulado en observaciones, delimitaciones y contextualizaciones, pues de esa manera se puede llegar a modelaciones matemáticas y físicas, que una vez alcanzadas, pueden aplicarse a modelos de ingeniería de sistemas y afines, y concretizarlos en una simulación.

**Palabras clave:** enseñanza; innovación y contextos

### **Abstract**

*Perform teaching innovatively today is a difficult task because there are many variables that come into play in the moment of delivering the educational act very responsibly. There are many trends, where the main one is the easy equivalent of traditionalism, but still a position that combines mainstreaming, interdisciplinary, innovation and research in the basic sciences related contexts such as Mathematics, Physics and Science at the end, yes, it is a big challenge.*

*For this reason, this evidence the way they are carrying out teaching strategies that combine these terms effectively, using active constructivist approaches, so that the teaching and learning processes are innovative and produce significant changes in its transcending experiences.*

*The evidence shown here are products attitudinal skills practice, cognitive, procedural and investigative subjects typical of Systems Engineering: Differential and Integral Calculus, Vector Calculus, Differential Equations, Numerical Analysis, Physics of Newton and Engineering Models, where combine all of them in a cross-contextualized and defined in specific aspects of students such as traditional games-temperature heat-and recycling, and have contributed to their comprehensive training, ie knowledge appropriating be, learning to know , expertise and know how to live together in context.*

*The task is then to each act the engineer-oriented education should be articulated in comments, delimitations and contextualization, because that way you can reach mathematical and physical modeling, once achieved, can be applied to systems engineering models and related, and concretize in a simulation.*

**Keywords:** education; innovation and contexts

## **1. Introducción**

Para marcar el desarrollo de la propuesta se plantea el siguiente interrogante:

¿Cómo implementar metodologías, estrategias y actividades de enseñanza efectivas e innovadoras en asignaturas como matemáticas y física en las facultades de Ingenierías dentro de un contexto universitario en plena construcción o desarrollo social?

Dicho interrogante surge a partir de la praxis docente en la Corporación Universitaria Americana-CORUNIAMERICANA-, donde como docente de matemáticas y física en la Facultad de Ingeniería de Sistemas, -y Lógica Matemática en el Programa de Derecho-, se pudo observar que su misión y visión - *Formamos profesionales son sentido social-* deben ser el primer escalón para abordar la enseñanza y el aprendizaje.

De igual forma, en el Proyecto Educativo Institucional –PEI- y en el Proyecto Educativo del Programa –PEP- se evidencia una relación con el modelo pedagógico de la CORUNIAMERICANA, el cual está orientado hacia un enfoque autorregulativo, articulando el constructivismo y el desarrollo de competencias. En tal sentido, la labor inicia con esa tendencia, hasta el punto de lograr consolidar y sobresalir con la enseñanza basada en la armonización de la Transversalidad, Interdisciplinariedad, Innovación e Investigación; factores que se pueden conjugar solo si se pone en práctica un proceso educativo basado en clases constructivistas-activas, rodeadas de las competencias que forman integralmente a un ser humano: El saber ser, el saber hacer, el saber conocer y el saber convivir. Todo esto en el contexto real de los estudiantes, en donde el sentido de las matemáticas y las físicas dentro del campo de la Ingeniería debe ser mediador, constructor y modelador, y no enjuiciador.

### 1. ¿Cómo implementar una estrategia que conjugue transversalidad, la interdisciplinariedad, la innovación y la investigación?

El proceso para llevar a cabo una tarea que conjugue **transversalidad, la interdisciplinariedad, la innovación y la investigación**, es factible solo si se tienen claro salir del tradicionalismo y direccionar el acto educativo con tendencias basadas en competencias –en nuestro caso actitudinales, procedimentales, cognitivas e investigativas- con un enfoque constructivista-activo, que fundamente al estudiante de manera integral, y que utilice situaciones propios del contexto, teniendo en cuenta los parámetros de la universidad: Formamos profesionales con sentido social en nuestro caso.

Quando se lleva a cabo las clases constructivistas activas, se deben conseguir las competencias y un proceso integral porque con estas bien estructuradas se conjugan fácilmente el saber ser, el saber hacer, el saber conocer y el saber convivir, tal como lo expresan lo ejemplos se muestran, generando una dinámica compleja pero clara en esta diversidad de aspectos. La gráfica muestra esta complejidad.



Gráfico1 Esquema innovador que expresa la forma como afrontar el acto educativo que conjugue Transversalidad, Interdisciplinariedad, Innovación e Investigación.

Las competencias en este escenario universitario consisten entonces en que cada acto educativo orientado hacia el ingeniero debe estar articulado en observaciones, delimitaciones y contextualizaciones propias de su entorno, pues de esa manera se puede llegar a modelaciones matemáticas y físicas contextualizadas, que una vez alcanzadas, pueden aplicarse a modelos de ingeniería de sistemas y afines, y concretizarlas en una simulación, que de una u otra manera deben fundamentar asignaturas del ciclo profesional como Diseño y Calidad de Software, Fundamentos de Seguridad de la Información, Fundamentos de Redes entre otras.

La simulación, como forma de modelar es nuestra gran perspectiva y un reto moderno, que debe surgir del seno de universidades como la nuestra que tratan de conjugar el sentido social con el científico, reflejándose en la carrera ingeniería de sistemas y extendiéndola a otras universidades, carreras y asignaturas afines.

En modelos de Ingeniería, el modelamiento toma mayor importancia porque por ejemplo, en el juego toma un matiz más aplicativo (los aspectos relacionados con los cálculos y la física son más formativos) y seguir ciertas direcciones, uno de los cuales es el relacionado con las simulaciones, por ende un software, implicando un lenguaje de programación.

En los modelos de ingeniería, son muy comunes los modelos gráficos y esquemáticos, en nuestro caso estamos utilizando los diagramas de flujo, el modelo de casos de usos y el de dominio, sin dejar atrás los modelos matemáticos y físicos, representados por las ecuaciones.

De acuerdo a las orientaciones de Stevens y Pooley (2007), el diagrama de flujo orientará el proceso gráfico para la construcción del algoritmo que nos inducirá para la simulación, lo cual debe estar acorde con la comprensión detallada de la situación cotidiana o el contexto planteado. El modelo de casos de uso, nos ayudarán al análisis y descripción sistemática de lo que se hará y se debe hacer, entre el usuario (jugador, cliente, actor, héroe) y el servidor (administrador), es decir, de una manera más amplia nos ayuda a comprender la forma como interactuarán lo externo con lo interno dentro de la simulación. De igual manera los modelos de dominio permitirán comprender básicamente la realidad física que debemos capturar para luego expresar en el lenguaje de simulación, en nuestro juego: jugador, monedas, partidas, lanzamiento, pared, entre otros; estos últimos hacen parte del Lenguaje de Modelado Unificado, UML.

Si asumimos que podemos hacer una situación contextualizada un modelamiento, debemos darle por ejemplo, el carácter de investigación explicativa-descriptiva, puesto que lo caracterizamos y analizamos, por medio de las observaciones directas, las abstracciones y las contextualizaciones, primero desde los principios físicos y matemáticos para luego aplicarlo en un modelo, en donde el método de la simulación, es su mayor expectativa, que debe ser una realidad.

Modelar una situación o un juego es acotarlo en un sistema matemático y físico, para después poderlo amoldar a un sistema informático de códigos, proceso fundamental para luego continuar con la simulación, para esto, comentamos a Coss (1999) donde nos orienta en que la simulación es un proceso de diseño y desarrollo, un modelo que utiliza la computadora para conformar un sistema o proceso, orientando situaciones o experimentaciones, teniendo como finalidad comprender el sistema del fenómeno, igualmente es útil para evaluar el mismo sistema en cuestión.

## 2. ¿Cómo ambientar las clases y cuáles han sido esas experiencias?

Los estudiantes, luego de trabajar, viajan desde sus pueblos a recibir las clases. Por lo tanto, se trata de contextualizarlos y delimitarlos dentro de lo que observaron durante el día: jóvenes jugando, contaminación ambiental, juegos tradicionales, calor y sofocación, tráfico, entre otras cosas. Es aquí a partir de esto donde se deben empezar a contextualizar los escenarios de enseñanza y aprendizaje, para luego tomar direcciones que pueden ser innovadoras o tradicionales.

Prueba de esta metodología innovadora son las evidencias que se han gestado con modelos desarrollados en las prácticas académicas a partir de los juegos tradicionales la cuarta y la bolita de uñas en asignaturas como Cálculo Integral, Física Mecánica y Modelos de Ingeniería, al igual que el juego el siglo y modelamientos a partir de observaciones de objetos como una checa o tapa no plástica, los cuales han servido para generar otros productos en pro de la formación integral de los estudiantes y el desarrollo social de la universidad.

### 2.1 Primer ejemplo en la transversalidad, la interdisciplinariedad, la innovación y la investigación

Esta perspectiva de las metodologías, estrategias y actividades efectivas de enseñanza se observa en la Asignatura de Análisis Numérico, donde recolectamos los números a modelar del diario vivir del estudiante. Puede ser la magnitud física como la temperatura, el tiempo, la masa o la longitud; enmarcarla como punto de partida a lo largo de todo el semestre y lograr de esa manera transversalizar la temática, haciendo tomas desde el termómetro de un reloj, el mismo reloj o una regla. Por ejemplo, para la temperatura, el objetivo se puede solucionar con un termómetro manual y/o el incorporado en los aires acondicionados de todas las aulas, y no obligatoriamente los que ofrecen el laboratorio, es decir, un objeto cotidiano que facilite la toma de dicha información.

Han sido efectivas las siguientes experiencias de ambientación:

- Hallar el modelo geométrico de una checa o tapa no plástica. Se busca una checa de esas que se encuentra en la cafetería, se le mide los radios y la altura, todo esto de manera directa con una regla, se esquematiza en el tablero, se haya la ecuaciones de una recta, se rota alrededor de un eje, formándose un cono truncado y luego se modela la ecuación en un software libre. Esto genera una riqueza impresionante.

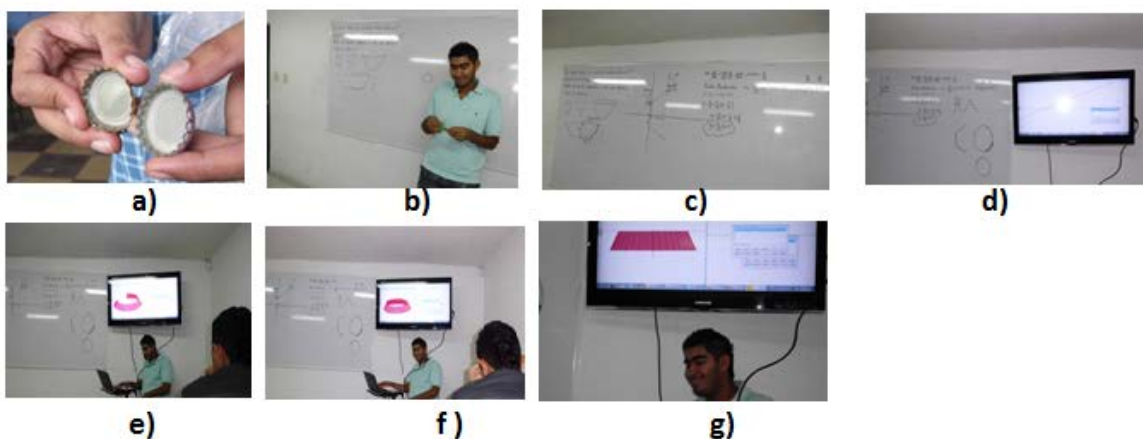


Gráfico 2 a) y b) Mediciones directas de la checa. c) Planteamiento de las ecuaciones y desarrollo de la modelación, incluida una gráfica tradicional. d), e), f) y g) Modelación en LCD, utilizando un software libre.

- Caso real de degradación, experiencia del profesor. Una estructura o materia fue construida en el año 2001 con 200 checas (cada una con una masa de 2g) Si en el año 2010 se había degradado el 60% de la masa original. Modele está situación con una ecuación diferencial y muestre su evolución año por año hasta la “pérdida” casi total de la materia.

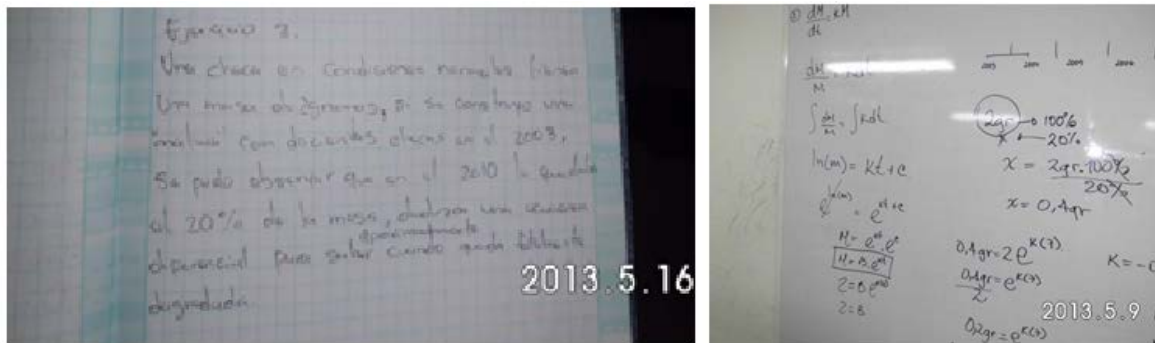


Gráfico 3 Desarrollo en la libreta y en el tablero de esta situación.

- Toma directa de datos en el aula. Los siguientes datos fueron tomados el 14 de Marzo de 2013 en el aula 307 de la Facultad de Ingeniería, los cuales muestran la temperatura en función del tiempo (los datos fueron tomados con un reloj que mide la temperatura) en presencia de un “aire acondicionado” que emitía supuestamente aire a una temperatura de 16°C. Ajuste los datos al mejor modelo de curvas.

	t (horas: minutos)	T (°C)
1	6:51	30.00
2	7:05	28.20
3	7:28	27.50
4	7:54	26.50
5	8:53	24.50

- Ecuaciones Diferenciales, Métodos Numéricos y Modelos de Ingeniería: Este que lo estamos poniendo en escena es comprobar la teoría con la práctica, la ecuación logística en el crecimiento de población, se aplica la ecuación logística en la ciudad de Barranquilla por el DANE con los resultados del censo aplicado en los últimos años en Barranquilla, Museo de Antropología y el Museo del Caribe, para luego inducir esto en los errores y buscar una relación o afinidad entre estas asignaturas.
- La Etnomatemática y los Fundamentos matemáticos: Por otro lado, la intención del estudio de la etnomatemática es la identificar la matemática usada por personas pertenecientes a grupos sociales definidos y que comparten un conjunto de rasgos característicos que hacen posible destacar la importancia que tienen las prácticas no formales de conceptos matemáticos y que les ayuda a resolver situaciones propias de su cotidianidad.

## 2.2 Segundo ejemplo en la transversalidad, la interdisciplinariedad, la innovación y la investigación

Se les puede decir a estudiantes que describan un juego tradicional, que lo delimiten, que observen los fenómenos físicos, que piensen en las posibles ecuaciones matemáticas que lo rigen y en qué modelos de ingeniería lo ilustrarían o lo podrían simular. Los temas de Modelos de Ingeniería en cuestión son los modelos esquemáticos y gráficos, los modelos matemáticos y físicos, que junto con las simulaciones, transversalizarían la situación. La física, la matemática, la ingeniería y la pedagogía son los saberes que

vuelven el acto interdisciplinar. La forma como direccionamos la clase es decisiva: lanzar en vivo la moneda, la canica, la bola, el taza o el caramelo es la construcción y la interactividad, impregnadas del saber ser, saber hacer, saber conocer esta realidad y del juego como un saber convivir. Esta labor combina innovación e investigación, se sale del tradicionalismo e investiga en dos posibles direcciones: científica y pedagógica.

### 3. ¿Qué resultados hemos obtenido?

**PRIMERO:** Nuestra estrategia, ha logrado consolidar la prueba Cuantitativa ante las Pruebas Saber Pro en las tres presentaciones que lleva la universidad hasta el momento, integrada por asignaturas como las Matemáticas, la Física y la Estadística frente a las otras asignaturas de la Prueba Genérica: Comunicación Escrita, Lectura Crítica, Escritura Ciudadanas e Inglés. Logrando bastante afinidad con las asignaturas del ciclo profesional.

2011-2	Promedio	2012-1	Promedio	2012-3	Promedio
Comunicación Escrita	9,509524	Competencias Ciudadanas	9,975	Competencias Ciudadanas	9,6111
Inglés	10,14762	Escritura	9,9	Escritura	9,75
Lectura Crítica	9,985714	Inglés	10,18	Inglés	10,0555
<b>Razonamiento Cuantitativo</b>	<b>10,1381</b>	Lectura Crítica	9,975	Lectura	9,61111
		<b>Razonamiento Cuantitativo</b>	<b>10,35</b>	<b>Razonamiento Cuantitativo</b>	<b>10,0555</b>

Gráfico 5 a), b) y c) Muestran la evolución en promedios de la prueba de la Competencia Genérica en la Facultad de Ingeniería de Sistemas, observando que el promedio del Razonamiento Cuantitativo está por encima de las otras asignaturas del componente genérico

**SEGUNDO:** La excelente afinidad que podemos conseguir entre los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, la física y las asignaturas relacionadas con los modelos de ingenierías de sistemas y afines.

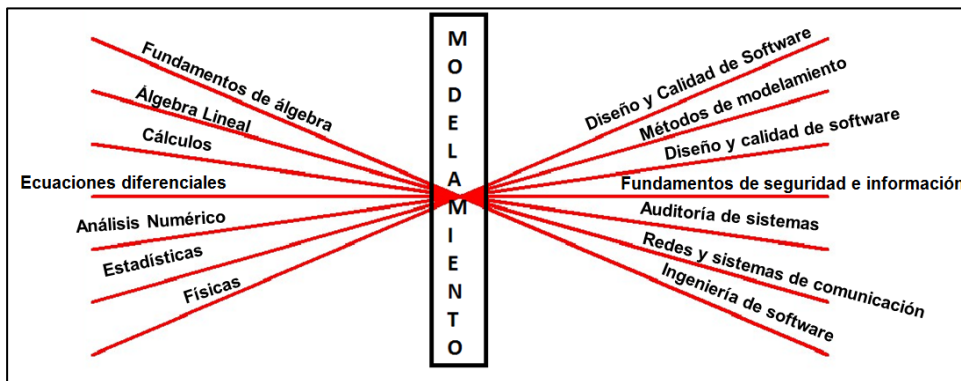


Gráfico 4. Este gráfico muestra que las asignaturas de matemáticas, la estadística y las físicas llevan el sentido del modelamiento y deben encontrar una afinidad en el ciclo profesional de las ingenierías, en este caso la de Sistemas.

**TERCERO:** Tenemos tres software educativos y un cuarto en construcción relacionado con los juegos tradicionales: la cuarta, bolita de uña y el siglo. A continuación mostramos Uno de ellos de manera esquemática.

**EL JUEGO LA CUARTA:** Al observar directamente el juego la cuarta hemos logrado delimitarlo y contextualizarlo, de manera explicativa-descriptiva, desde los principios físicos de la mecánica y sus respectivas ecuaciones matemáticas obtenidas a partir del cálculo.

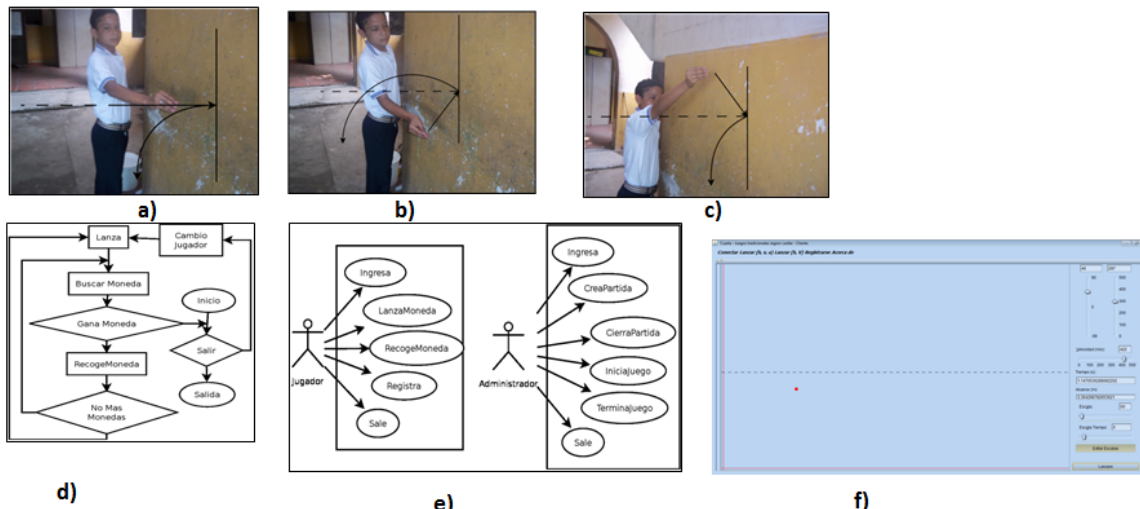


Gráfico 4. En el juego tradicional la cuarta: a) b) y c) son los tipos de lanzamientos que acotan el juego, representados con sus respectivas ecuaciones matemáticas. d) es un posible diagrama de flujo y e) es un posible diagrama de caso de uso. f) Interfaz de juego

#### CUARTO: Los proyectos de Aula y los semilleros de investigación

Los proyectos de aula desarrollados por profesores y estudiantes, al igual que los semilleros de investigación, son acogidos para fundamentar la enseñanza y el aprendizaje del cálculo, la física y el modelamiento, -como también en los Semilleros de Investigación- estamos emprendiendo una dirección, que planifique y verifique de manera investigativa muchas de las ideas que planteamos, además porque la ingeniería de sistemas y la virtualidad en estos momentos históricos es de suma trascendencia y qué importante sería conjugarla para aprender estas ternas temáticas universitarias, donde las situaciones contextualizadas sean un esfuerzo para que los estudiantes investiguen de manera integral.

### 5. Conclusiones

Entrar a mediar procesos de formación educativa en las universidades, es poner en práctica los referentes de cada universidad impregnados en su misión, visión, perfil del egresado y su modelo pedagógico, acorde con emblemas como los relacionados con el sentido social, la interdisciplinariedad y transversalidad, en ambientes totalmente delimitados y contextualizados para así salir del tradicionalismo educativo, buscando nuevos horizontes en la trascendencia, la innovación y la investigación.

La experiencia aquí mostrada es una realidad, pero la implementación puede convertirse en una experiencia significativa de gran ayuda, a partir de la formación básica y que encuentre sustento en el ciclo de formación profesional de las ingenierías, en este caso orientada desde la ingeniería de sistemas, manteniendo y contemplando las siguientes características:

1. Que sea una actividad significativa desde el aula para el aula o en aula.
2. Que sea una práctica concreta y sistemática de enseñanza y aprendizaje, de gestión o de relaciones con la comunidad que siga mejorado procesos y demuestre resultados.
3. Que demuestre madurez, grado de sistematización y resultados sostenidos en el tiempo, y que siga logrado reconocimiento e influencia en otros ámbitos al de su origen.



Estas características han sido y seguirán ratificándose, debido a que esta forma de enseñar repercute en otros ámbitos, se ha mantenido en el tiempo y ha mejorado procesos, merecedora de metodologías, estrategias, actividades efectivas e innovadoras dentro de la enseñanza de las matemáticas y la física en el ámbito universitario.

## 6. Bibliografía

### Libros

- Arias A., Gustavo (2002). Pretensiones de científicidad de la pedagogía desde las condiciones de la enseñabilidad (Ponencia), IV Congreso Latinoamericano de educación para el desarrollo del pensamiento. Bogotá D.C.
- Coss Bú, Raúl, 1999. Simulación un enfoque práctico. Limusa Noriega Editores, México, pág. 12.
- Freire, Paulo (2004). Pedagogía de la autonomía, Edit. Paz e Terra SA, Sao Paulo
- Hurtado Barrera, Jacqueline. (2002) Formación de Investigadores, Cooperativa Editorial Magisterio, Bogotá.
- Larman Graig, Fowler M (2003). UML y Patrones. Prentice Hall, México.
- Lozano Rodríguez, A. (2005) El éxito en la enseñanza: aspectos didácticos de las Facetas del profesor. Distrito Federal, México: Trillas.
- Stevens, Perdita; Pooley, Rob (2007). Utilización de UML en Ingeniería del Software con Objetos y Componentes, 2da. Edición, Pearson, Addison Wesley, Madrid.

### Sobre el autor

- **Luis Turizo.** Lic. en Matemáticas y Física. Especialista en Pedagogía e Investigación en el Aula. Estudiante de Maestría en Educación con Acentuación en la Enseñanza de las Ciencias. Docente Corporación Universitaria Americana e Institución Educativa Distrital Nuestra Señora del Rosario. Iturizo@corunianamericana.edu.co

---

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

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