



**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



PROPUESTA DE HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS EXPERIENCIALES COMO INSTRUMENTOS CLAVES EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS COMPETENTES, PARA APOYAR LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y ESTADÍSTICA

Manuela Gómez Suta, Carlos Mauricio Zuluaga Ramírez, Wilson Arenas Valencia

**Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Colombia**

Resumen

En el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 para Colombia, se presentó la educación como uno de los pilares para generar condiciones de paz y equidad, no obstante, garantizar este escenario representa diversos retos porque la baja calidad y pertinencia del sistema educativo sigue siendo el limitante para la formación de competencias necesarias para el trabajo y la vida (Departamento Nacional de Planeación, 2014). Referente a la educación superior, se encuentra que los retos que enfrenta son cada vez mayores, porque los procesos de transformación económica y social requieren profesionales innovadores y familiarizados con su entorno; esto exige un sistema de formación que permita traducir los conocimientos científicos a las posibilidades tecnológicas y de estas a las aplicaciones prácticas en espacios reales (Melo, Ramos, & Hernández, 2014).

La enseñanza de temáticas de investigación de operaciones y estadística no es ajena a esta situación, lo que representa una falencia para la formación de ingenieros competentes, pues aunque esta área facilita procesos de innovación, los estudiantes de ingeniería en su vida laboral la emplean vagamente, porque no comprenden de forma global como los procedimientos matemáticos soportan el análisis de sistemas complejos (Rojas Carvajal, 2013).

Esta problemática motivó al Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones (GEIO) a desarrollar un proyecto donde se propuso un compendio de herramientas pedagógicas lúdicas para la enseñanza de la

investigación de operaciones y estadística. La investigación fue de tipo cualitativa pues se buscó conocer cuáles debían ser los instrumentos pedagógicos que se debían emplear para lograr un adecuado proceso de enseñanza.

A partir de la inclusión en el aula de clase, de este tipo de instrumentos lúdicos desarrollados, puede facilitarse el punto de conexión entre los aspectos científicos y tecnológicos que deben conocer los futuros ingenieros para responder a las problemáticas sociales de su entorno.

Palabras clave: formación de ingenieros competentes; herramientas pedagógicas; investigación de operaciones y estadística

Abstract

In the National Development Plan 2014 - 2018 for Colombia, the education is one of the pillars to create conditions of peace and equity, however, to guarantee this scenario represents many challenges because low quality and relevance of the education system remains the limiting the formation of skills needed for work and life (National Planning Department, 2014). Concerning higher education, the challenges are greater because the processes of economic and social transformation require innovative professionals who know their environment; thus requires a training system that connects scientific knowledge and technological possibilities to create solutions to real social problems (Melo, Ramos, & Hernandez, 2014).

The teaching of thematic operations research and statistics is no stranger to this situation, which represents a shortcoming for the training of competent engineers, because although this area facilitates innovation processes, engineering students in their working lives vaguely used because do not understand globally and mathematical procedures support the analysis of complex systems (Rojas Carvajal, 2013).

This problem prompted the Group in Teaching Operations Research (GEIO) to develop a project where a compendium of hands on activities for teaching operations research and statistics proposed pedagogical tools. The research was qualitative type as it sought to know what should be the educational tools that should be used for proper teaching process.

From the inclusion in the classroom, this kind of hands on activities tools developed can facilitate the connection point between scientific and technological aspects that need to meet future engineers to solve the social problems of their environment.

Keywords: teaching tools; training of competent engineers; operations research and statistics

1. Introducción

La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia ha planteado que los países que deseen continuar procesos de desarrollo eficientes, deben afrontar tres grandes retos respecto a la educación: i) emplear tecnología para soportar la pedagogía, ii) mejorar el acceso y calidad de la enseñanza primaria y iii) desarrollar políticas apropiadas para la regulación y apoyo de entidades educativas (Kremer, Brannen, & Glennerster, 2013). Al estudiar el caso de Colombia, que planteó como uno de sus principales pilares de desarrollo a la educación, los desafíos que enfrenta son mayores porque la baja calidad y pertinencia de los niveles de formación siguen siendo el limitante para la generación de competencias requeridas en contextos laborales y cotidianos (Ministerio de Educación, 2014).

Así mismo, la educación superior colombiana debe responder a retos mayores porque los diferentes cambios sociales, económicos y ambientales hacen necesario capital humano informado, innovador y crítico que tenga una apropiada interacción con el entorno; es decir, se requiere de un sistema de formación que permita a los estudiantes no solo acumular conocimientos, sino saber cómo aplicarlos, mejorarlos y actualizarlos. Lo anterior, expone que se deben plantear estrategias educativas que sean un puente entre los conocimientos científicos y las posibilidades tecnológicas que pueden surgir de la empleabilidad de teorías y postulados de las ciencias básicas, y a su vez, estas estrategias pedagógicas deben facilitar que los desarrollos académicos alcanzados se puedan llevar a aplicaciones prácticas en espacios reales, donde se busque satisfacer necesidades sociales (Melo et al., 2014).

La enseñanza de temáticas de investigación de operaciones y estadística no es ajena a esta situación planteada, lo que representa una falencia para la formación de ingenieros competentes, pues esta área de estudio comprende un conjunto de técnicas y tecnologías que permiten la imitación de un contexto específico mediante un modelo computacional, con el cual se busca valorar las características operacionales del entorno representado y de esta manera apoyar la toma de decisiones conducentes a mejorar el comportamiento del mismo (Flehsig & Schiefekbein, 2006). No obstante, se encuentra que los estudiantes de ingeniería en su vida laboral emplean vagamente estas herramientas científicas porque no comprenden de forma global como los procedimientos matemáticos e instrumentos computacionales facilitan la comprensión y análisis de sistemas complejos (Rojas Carvajal, 2013).

Esta problemática motivó al Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones (GEIO) de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), a desarrollar un proyecto donde se propuso un compendio de herramientas pedagógicas lúdicas para la enseñanza de modelos de investigación de operaciones y estadística, empleando softwares especializados. Para el proyecto se tomó como caso de estudio la asignatura de simulación del pensum de Ingeniería Industrial de la UTP.

En los siguientes apartados se presenta un breve marco teórico empleado para realizar la propuesta, la metodología empleada para la ejecución del proyecto, los resultados alcanzados, además de algunas conclusiones e ideas para futuras investigaciones.

2. Marco Teórico

Desde la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, el Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones (GEIO), investiga sobre nuevas herramientas y métodos de enseñanza que puedan emplearse en el aula de clase para ser el punto de conexión entre los aspectos científicos y tecnológicos que debe conocer el ingeniero industrial para responder a las problemáticas sociales de su entorno. A partir de investigaciones desarrolladas por más de quince años, GEIO ha generado una metodología activa que permite al estudiante vivir el conocimiento por medio de la simulación de ambientes reales que deberá afrontar en su vida profesional, de esta forma, involucra capacidades como el raciocinio, la percepción, emoción, memoria, imaginación y la voluntad en la construcción de su propio conocimiento (Jaramillo & Mejía, 2006).

La eficacia de la metodología desarrollada por GEIO es sustentada a través de los principios didácticos, definidos como los aspectos generales que la estructura de la metodología pedagógica debe seguir para la creación de objetivos y normas que permitan alcanzar un proceso de enseñanza – aprendizaje significativo (Pavlin, 2012). Los principios didácticos son de naturaleza sistémica, pues se clarifican y complementan mutuamente, además, su aplicación es independiente de la asignatura y nivel de educación de interés.

Por ende, la metodología desarrollada por GEIO tiene un carácter científico, porque se fundamenta en postulados pedagógicos como la teoría socio - constructivista (Vygotskii & Cole, 1978), la teoría constructivista piagetiana (Piaget, 1940), los teoremas del aprendizaje humanista (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978), la tesis de David Kolb y Roger Fry sobre el Aprendizaje Experiencial (Kolb, 1984) y los fundamentos del pensamiento sistémico de Peter Senge (Senge, 1990); de esta forma, GEIO ha propuesto una metodología de enseñanza en la educación universitaria, que busca el aprendizaje significativo por medio del desarrollo de micromundos en el salón de clases y entendiendo las herramientas pedagógicas lúdicas como la representación simplificada de un entorno, de esta manera, se involucra al estudiante en un acto creativo donde se puede interactuar con el objeto de estudio y con otras personas, así, se propician ámbitos donde los participantes son autores de su propio conocimiento, siendo su guía los procesos de reflexión que se generan a partir de analizar la estructura de saberes con la que previamente contaban y la que se va generando en el proceso educativo.

Lo anterior, surge sin olvidar que la formación integral se consigue cuando el estudiante conoce las situaciones prácticas del área de interés, además, domina, modifica y mejora las mismas mediante el empleo de la ciencia y la tecnología que en el ámbito académico le dan a conocer. Por consiguiente, GEIO a través de sus laboratorios lúdicos, brinda espacios controlables donde el estudiante puede reconocer contextos que deberá enfrentar desde su rol profesional, además, tiene la posibilidad de modificar estas simulaciones a partir de concepciones teóricas, sin temer a que esto genere inconvenientes para él u otros. Es conveniente nombrar que GEIO no cierra sus herramientas pedagógicas a un método de enseñanza, sino que brinda un abanico de posibilidades dentro de una misma asignatura. De esta manera, a través de la creación de laboratorios prácticos que abordan temáticas de la ingeniería industrial, provee a los estudiantes experiencias donde deben

enfrentar una situación para luego deducir de esta teoría, o, propone reconocer primero las temáticas que se deben emplear para dar solución a los contextos representados.

Para garantizar la asequibilidad del proceso enseñanza – aprendizaje, GEIO ofrece un portafolio de herramientas pedagógicas que comprenden:

1. La cartilla educativa que se puede definir como un instrumento didáctico que ayuda al profesor a orientar su clase activamente, de manera, que los conocimientos que se anuncian para los estudiantes les sirvan para resolver los problemas de la vida real (Raynal & Rieunier, 2010).
2. El vídeo educativo el cual es un medio didáctico, que adecuadamente empleado, sirve para facilitar a los profesores la transmisión de conocimientos y a los alumnos la asimilación de éstos (Le Blanc, 2015), además, esta herramienta tiene una potencialidad expresiva, descrita por la capacidad que tenga para transmitir un contenido educativo completo y es dictaminada por las características auditivas o visuales del instrumento educativo.
3. El cuento educativo que es una herramienta didáctica que facilita la labor del docente y fomenta la formación interdisciplinar; en la medida que se prestan para dar a conocer un concepto en específico, fomenta la interacción entre estudiantes y maestros, reforzando así procesos de comunicación y proporcionan, a los alumnos, la habilidad de crear mundos interiores a través de la imaginación y la fantasía. (Péres, Pérez, & Sánchez, 2013).
4. Las herramientas lúdicas son una alternativa de enseñanza – aprendizaje que busca traer contextos reales al salón de clases; así mismo, suelen contar con diversos recursos educativos sin perder flexibilidad en su estructura, pues se enfocan en generar el aprendizaje mediante analogías o simulaciones de la realidad de interés. Estas simulaciones para la enseñanza y el aprendizaje, no son exactamente como “la realidad”, sino que se asemejan en lo posible o necesario; de esta forma, se facilita observar, representar o asumir una situación sin afectar contextos reales, evitando que posibles consecuencias negativas se produzcan para el estudiante que lo hace y/o para otros (Flechsig & Schiefekbein, 2006).
5. Los casos prácticos se refiere a la investigación sistemática de un evento y tienen como objetivo explicar un fenómeno de interés, de este modo, se puede analizar como una herramienta que permite a los estudiantes de forma autónoma reconocer los antecedentes, evolución y desarrollo de una actividad específica (Varma & Garg, 2005).

A partir de los instrumentos descritos los estudiantes pueden ver, escuchar y vivir las temáticas a tratar, de esta forma, la metodología de enseñanza toma en cuenta los diferentes tipos de aprendizaje. Igualmente todas las herramientas pedagógicas cuentan con un mecanismo de evaluación por competencias, desde GEIO se propone la rúbrica, pues permite generar una evaluación objetiva que beneficia a los estudiantes, ya que la calificación no es influenciada por elementos que difieran de las capacidades que poseen los alumnos, igualmente facilita el ejercicio de los docentes al clarificarles los objetivos y parámetros del curso en todo momento (Ion & Cano, 2012)

Del análisis efectuado, se puede concluir que la metodología universitaria diseñada por el grupo GEIO, busca generar en el estudiante aprendizaje significativo a través del empleo de herramientas pedagógicas que representan entornos donde el participante experimenta diversas posturas, de esta forma, se crean procesos de reflexión orientados por el carácter científico y tecnológico que brindan las actividades. Igualmente, el papel del estudiante es activo, pues es él quien construye su conocimiento en la medida que interactúa con el entorno simulado y realiza cambios en el mismo, empleando temáticas y conceptos que pueden llegar a ser de difícil comprensión cuando se le exponen por medio de metodologías clásicas. Sumado a esto, el desarrollo cognitivo adquirido por el estudiante es evaluado a través de herramientas que reconozcan las competencias que realmente se han alcanzado y faciliten procesos de retroalimentación efectivos.

3. Metodología

Para el desarrollo de la propuesta del conjunto de herramientas pedagógicas lúdicas para la enseñanza de modelos de investigación de operaciones y estadística, empleando softwares especializados. Se planteó una investigación de tipo cualitativo, así mismo, en este proyecto se tomó como caso de estudio la asignatura de simulación del pensum de Ingeniería Industrial de la UTP.

En este orden, para reconocer cuáles debían ser las herramientas pedagógicas necesarias para apoyar los procesos de enseñanza – aprendizaje de la materia de simulación, primero se tomó la competencia de énfasis de la misma. Después se analizaron las unidades temáticas de la asignatura, de este modo, se examinó con qué herramientas pedagógicas contaba el grupo de investigación y cuáles se debían desarrollar para apoyar la conducción pedagógica de cada tema a dictar. Por último, se planteó el instrumento evaluativo a emplear para el desarrollo del curso.

4. Resultados

A continuación, se presenta la competencia de énfasis de la asignatura de simulación del pensum de Ingeniería Industrial de la UTP. Así mismo, se encuentra la metodología propuesta para conducir los aspectos prácticos de la asignatura de simulación y se expone una matriz donde se relacionan las unidades temáticas teóricas y una breve descripción de las herramientas pedagógicas propuestas para la conducción de los contenidos académicos. Por último, se describe el instrumento educativo propuesto.

Se debe aclarar que las herramientas propuestas son un apoyo para el desarrollo de la asignatura, es decir, se espera que estos sean empleados en compañía de los instrumentos tradicionales de enseñanza.

Competencia de énfasis: Comprender y analizar diversos sistemas que el estudiante desde su rol de ingeniero industrial deberá afrontar, de esta forma, simular y modelar las operaciones complejas que se presentan en las situaciones de estudio a través de técnicas de simulación discreta.

- Propuesta pedagógica para conducir aspectos prácticos de la asignatura de simulación

Para enseñar a los estudiantes los diferentes comandos, aplicaciones e instrumentos que brinda el software a emplear, se plantea que en un primer instante a los alumnos se les presentará una lúdica sencilla de producción, que será modelada en compañía del profesor o tutor del curso. De este modo, en cada clase la simulación será robustecida con los nuevos conceptos que se vean en el aula y en caso de existir dudas sobre el comportamiento o estructura del sistema a modelar se realizará nuevamente la lúdica. Por lo anterior los estudiantes trabajarán todo el curso con un sistema familiar para ellos, pues pueden vivenciarlo cuantas veces sea necesario.

Como proyecto se propone que en grupos de trabajo se modele un sistema de producción complejo que surge del desarrollo de una lúdica perteneciente al grupo GEIO. Al igual que la actividad en clase, el sistema de interés va a ser conocido por los alumnos porque estos al ser participantes de la lúdica, tienen la oportunidad de reconocer las diferentes estructuras y secuencias a estudiar.

- Propuesta pedagógica para conducir aspectos teóricos de la asignatura de simulación

Tabla 1. Propuesta de herramientas pedagógicas para aspectos teóricos.

Unidad Temática Teórica	Herramienta Pedagógica Propuesta
Sistemas y Modelos	Cuento educativo de la rama de teoría de sistemas, que facilite la introducción al concepto de sistema, elementos de un sistema y las interrelaciones que se presentan. Lúdica donde se exponga el concepto de simulación, importancia de la modelación y algunas técnicas de modelado sencillas.
Monte Carlo	Caso práctico organización turnos de trabajo empleando técnicas de muestreo Monte Carlo.
Números Aleatorios	Vídeo educativo referente a la generación de números aleatorios empleando diversos métodos.
Generadores de Proceso	Lúdica que permite identificar diferentes tipos de distribución, además, de algunas medidas estadísticas importantes.
Identificación tipos de distribución	Caso práctico en relación a una lúdica que representa un sistema de producción. Así el estudiante reconoce un escenario que enfrentará en el futuro y lo analiza a través de herramientas estadísticas.
Aspectos importantes relacionados con la experimentación de simulación	Conjunto de lúdicas sencillas del pensamiento sistémico que permiten reconocer diferentes comportamientos que puede tomar un sistema y la modelación del mismo.
Aspectos importantes relacionados con los resultados estadísticos de la simulación	Retomar la lúdica empleada en la unidad temática de Identificación tipos de distribución, para analizar resultados estadísticos.

Fuente: Los autores.

Se plantea que el instrumento de evaluación transversal para el desarrollo de todo el curso, sea el modelo de rubrica generado desde GEIO donde se expone la creación de cuatro niveles de aprendizaje: incipiente, en desarrollo, madura y ejemplar (Echeverri, Bohórquez, & Arenas, 2015). De esta forma, al desarrollarse un proceso de educación por competencias se involucran factores evaluativos con el fin de garantizar la veracidad del ejercicio académico.

5. Conclusiones

A partir de la inclusión en el aula de clase, de este tipo de instrumentos lúdicos desarrollados, puede facilitarse el punto de conexión entre los aspectos científicos y tecnológicos que deben conocer los futuros ingenieros para responder a las problemáticas sociales de su entorno. Además al utilizar estos métodos de enseñanza, se puede brindar a los estudiantes la posibilidad de construir una identidad profesional más clara y flexible, con la cual pueden desarrollar competencias interactivas esenciales en la vida profesional.

Igualmente se encuentra pertinente desarrollar mayor número de herramientas educativas que soporten otras cátedras, de esta manera, mejorar el sistema de educación y por ende formar profesionales más competitivos, innovadores y eficientes para responder a las necesidades actuales.

El enfoque que presenta esta investigación permite identificar que la metodología desarrollada por el grupo GEIO está fundamentada en teorías educativas constructivistas desde una dirección individual, social y humanista, así mismo, retoma postulados que conllevan un aprendizaje experiencial a partir de una perspectiva sistémica.

Se sugiere que próximas investigaciones estén orientadas a evaluar las herramientas pedagógicas propuestas a través de diferentes mecanismos como los propuestos por Calderón & Ruiz (2015), de esta forma, robustecer la propuesta presentada y ofrecer un instrumento académico que responda a las necesidades actuales del proceso educativo.

6. Referencias

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Calderón, A., & Ruiz, M. (2015). A systematic literature review on serious games evaluation: An application to software project management. *Computers & Education*, 87, 396–422. doi:10.1016/j.compedu.2015.07.011
- Echeverri, E. M., Bohorquez, N., & Arenas, W. (2015, December 17). Implementación de laboratorios lúdicos para la evaluación por competencias desde un enfoque constructivista. *Revista Educación en Ingeniería*. Retrieved from <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/584>

- Flechsig, K.-H., & Schiefekbein, E. (2006). Veinte Modelos Didácticos para América Latina. In *INTERAMER de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos* (p. 70). Organización de los Estados Americanos.
- Ion, G., & Cano, E. (2012). La formación del profesorado universitario para la implementación de la evaluación por competencias. *Educación XX1, 15(2)*, 249–270. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70624504012>
- Jaramillo, C., & Mejía, L. (2006, June 15). Diez notas sobre la difusión de GEIO. *Revista Educación en Ingeniería*. Retrieved from <http://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/142>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning : experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Kremer, M., Brannen, C., & Glennerster, R. (2013). The Challenge of Education and Learning in the Developing World. *Science, 297(340)*. doi:10.1126/science.1235350
- Le Blanc, A. M. (2015). Toward a post-multicase methodological approach. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 1–31. doi:10.1080/09518398.2015.1063735
- Melo, L., Ramos, J., & Hernández, P. (2014). La Educación Superior en Colombia: Situación Actual y Análisis de Eficiencia.
- Ministerio de Educación. (2014). *Plan Sectorial Educativo*. Bogotá.
- Pavlin, K. (2012). Didaktična načela pri pouku geografije. *Geografija v Soli, 21(3)*, 3–10. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84873588657&partnerID=tZOtx3y1>
- Péres, D., Pérez, A. I., & Sánchez, R. (2013). El cuento como recurso didáctico (The Story As An Educational Resource). *3Ciencias, 13*, 1–29. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4817922.pdf>
- Piaget, J. (1940). *A Piaget primer : how a child thinks*. Plime Book.
- Raynal, F., & Rieunier, A. (2010). *Pedagogía: Diccionario de conceptos claves*. Editorial Popular. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=I8TTcQAACAAJ&pgis=1>
- Rojas Carvajal, Y. (2013). Caracterización de la innovación en un producto de software en el contexto de la industria de software colombiana modelo MCI. Retrieved from <http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/15083>
- Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline : the art and practice of the learning organization*. Doubleday/Currency.
- Varma, V., & Garg, K. (2005). Case studies: the potential teaching instruments for software engineering education. In *Fifth International Conference on Quality Software, 2005.(QSIC 2005)*. (pp. 279–284).
- Vygotskii, L. S. (Lev S., & Cole, M. (1978). *Mind in society : the development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Sobre los Autores

- **Manuela Gómez Suta:** Estudiante décimo semestre de Ingeniería Industrial e investigadora Grupo GEIO. Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira. madegomez@utp.edu.co
- **Carlos Mauricio Zuluaga Ramírez:** Ingeniero industrial. Magister en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional. Docente Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. cmzuluaga@utp.edu.co
- **Wilson Arenas Valencia:** Ingeniero industrial. Magister en Investigación de Operaciones y Estadística. Especialista en Administración del Desarrollo Humano. Decano Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. warenas@utp.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)