



IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍAS ACTIVAS DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Marvin Norberto López Landazábal, Nelson Eduardo Rincón Suárez, Carlos Eduardo Díaz Bohórquez, Loveigny Stefany Moscote Bayona

**Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

La Investigación de Operaciones es un área importante en el currículo del programa de pregrado de Ingeniería Industrial, siendo una de las asignaturas que genera mayor expectativa en los estudiantes dado el nivel de complejidad que plantea la toma de decisiones basadas en modelos matemáticos, mezclando desde comprensión de lectura y razonamiento lógico-matemático hasta álgebra, cálculo y geometría; no obstante, el reto para el profesor al impartir la asignatura está en brindar una enseñanza que permita el desarrollo de competencias al futuro profesional.

El enfoque de este trabajo es centrar el proceso de aprendizaje autónomo del estudiante, donde el docente participe como guía del proceso y busque que el alumno se encuentre motivado por la materia en su totalidad; así mismo, que los resultados de aprendizaje estén definidos en términos de competencias y el conocimiento sea resultado del trabajo cooperativo tanto del alumno con el profesor, como del alumno con sus compañeros. En términos generales, el alumno debe ser un aprendiz activo, autónomo, estratégico, reflexivo, cooperativo y responsable. Para ello se tomaron metodologías del Design Thinking for Educators, sumando la taxonomía de Bloom y el ciclo de aprendizaje de Kolb, estas fueron las bases en la creación y aplicación de metodologías como propuesta de enseñanza-aprendizaje en Investigación de Operaciones.

Los resultados permiten concluir que ninguna metodología es mala, ni poco útil. El hecho está en identificar el momento en que cada una debe ser aplicada para conseguir

el objetivo de aprendizaje. Así mismo, se identificó que el ofrecer al estudiantado una plataforma virtual, motiva a adquirir de manera autodidacta nuevos conceptos; solucionar sus inquietudes y adentrarse en toda la complejidad de la Investigación de Operaciones. Por último, los estudiantes manifiestan sentirse a gusto y motivados con la aplicación de metodologías activas en el aula mediante nuevas experiencias de aprendizaje significativo.

Palabras clave: investigación de operaciones; aprendizaje activo; aprendizaje significativo

Abstract

Operations Research is an important area in the curriculum of the undergraduate program of Industrial Engineering, being one of the subjects that generates greater expectations in the students given the level of complexity that poses the decision making based on mathematical models, mixing from understanding of reading and logical-mathematical reasoning to algebra, calculus and geometry; however, the challenge for the teacher when teaching the subject is to provide a lesson that allows the development of skills to the future professional.

The focus of this work is to centre the student's autonomous learning process, where the teacher participates as a guide of the process and looks for the student getting motivated by the subject and that the learning outcomes are defined in terms of competencies and knowledge is the result of the cooperative work of the student and the teacher as well as the student with his partners. In general terms, the student must be an active, autonomous, strategic, reflective, cooperative and responsible learner. The methodologies of the Design Thinking for Educators were adopted, adding Bloom's taxonomy and Kölb's learning cycle. These were the bases in the creation and application of methodologies as teaching-learning proposal in Operations Research.

The results allow to conclude that no methodology is bad, not slightly usefully. The fact is in identifying the moment in which each one must be applied to achieve the learning objective. Likewise, it was identified that offering the student a virtual platform, motivates to acquire new concepts self-taught; Solve their concerns and enter into all the complexity of Operations Research. Finally, students feel comfortable and motivated by the application of active methodologies in the classroom through new experiences of meaningful learning.

Keywords: operations research; active learning; meaningful learning

1. Introducción

Se han puesto de manifiesto quejas de muchos empresarios al no encontrar en los candidatos competencias como el trabajo en equipo, aprendizaje autónomo, adaptación a nuevas situaciones y entornos, visión multidisciplinar en el tratamiento y

resolución de problemas, entre otras. Por tanto, la formación debe consistir no solo en saber qué y cómo hacer algo, sino también saber cuándo, por qué y para qué se hace. El método actual de enseñanza está dado por la clase magistral, que viene a ser la forma tradicional de enseñanza universitaria, se trata de impartir lecciones en las que el profesor expone y el alumno atiende; es el mejor exponente de un concepto casi universal: los conocimientos se adquieren a partir de su explicación, más o menos ordenada, por parte de quien está en posesión de ellos. El rol pasivo que deben adoptar los alumnos tiene sus inconvenientes y el rendimiento de una cantidad de estos suele ser menor que el deseado; por ende, la educación superior se enfrenta al desafío de la revisión constante e innovación.

Una caracterización del modelo al que se apunta con este trabajo está dada principalmente por el hecho de que el proceso esté centrado en el aprendizaje autónomo del estudiante, dónde el docente participe como guía del proceso y busque que el alumno se encuentre motivado por la materia en su totalidad; así mismo, que los resultados de aprendizaje estén definidos en términos de competencias y el conocimiento sea resultado del trabajo cooperativo tanto del alumno con el profesor, como del alumno con sus compañeros. En términos generales, el alumno debe ser un aprendiz activo, autónomo, estratégico, reflexivo, cooperativo y responsable.

En el currículo del programa de pregrado de Ingeniería Industrial, Investigación de Operaciones es un área importante cuyo nivel de complejidad que plantea la toma de decisiones basadas en modelos matemáticos, mezclando desde comprensión de lectura y razonamiento lógico-matemático hasta álgebra, cálculo y geometría; no obstante, el reto para el profesor al impartir la asignatura está en brindar una enseñanza que permita el desarrollo de competencias al futuro profesional.

Por tal motivo se hace necesario complementar el modelo educativo tradicional, con metodologías activas de enseñanza (estudios de casos, aprendizaje orientado a proyectos, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, juego, entre otros) seleccionando la más adecuada para cada situación y buscando llegar a todos los alumnos, independientemente de su estilo preferido de aprendizaje. Así mismo, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) serán parte fundamental en la propuesta de aprendizaje, al brindar la posibilidad para el desarrollo de nuevas estrategias y métodos de enseñanza.

Todo lo anterior, sumando al análisis de teorías y modelos educativos de los autores constructivistas (dada su relación directa con el aprendizaje activo), resultará en la creación y aplicación de metodologías como propuesta de enseñanza-aprendizaje en Investigación de Operaciones.

2. Teorías de Kölb y Bloom

Los niveles del dominio cognitivo identificados por Bloom (1956), mostrados en la tabla 1, representan los niveles en el aprendizaje. Los estudiantes que memorizan hechos para un examen tienen alcanzado el primer nivel de la jerarquía; la cual se torna cada

vez más compleja, pasando por los niveles mentales abstractos hasta llegar a niveles de síntesis y evaluación (los estudiantes que pueden determinar la mejor solución en el dominio del problema entre muchas soluciones posibles, han llegado a este nivel). Los maestros deben esforzarse para guiar sus estudiantes a los niveles más altos de la taxonomía tanto como sea posible (Bell, 1995), de esta manera, el estudiante puede llegar a una profunda comprensión de la materia.

Tabla 1. Niveles del dominio cognitivo identificados por Bloom

Nivel		Verbos de muestra
1	Conocimiento	Adquirir, identificar, reconocer, definir, nombrar
2	Comprensión	Explicar, describir, interpretar, ilustrar
3	Aplicación	Aplicar, relacionar, utilizar, resolver, construir
4	Análisis	Analizar, categorizar, contrastar, discriminar
5	Síntesis	Crear, diseñar, proponer, desarrollar, inventar
6	Evaluación	Validar, juzgar, discutir, recomendar, justificar

Fuente: Taxonomy of Educational Objectives Book 1: Cognitive Domain.

Kölb(1999) ofrece una manera de entender los estilos de aprendizaje, que nombró "Learning Styles Inventory". La premisa de su teoría es el aprendizaje centrado en el estudiante, más que en el profesor (Murphy, 2007). Cada cuadrante (caracterizado por una pregunta, figura 1) reflejará una preferencia en la forma de aprender por parte del individuo. Estas cuatro preguntas representan la estructura interna del ciclo experiencial de aprendizaje (Kölb,1984); de acuerdo con el modelo, un concepto se aprende de mejor forma cuando se responde a las cuatro preguntas en su totalidad (Terry, 1993).



Figura 1 Ciclo de aprendizaje de Kölb

¿Por qué?: En este primer cuadrante se busca motivar al estudiante (considerando dos tipos de motivación, intrínseca y extrínseca), y mostrar la razón por la cual es importante el tema que va a estudiar y despertar en él, el deseo de aprender. La motivación intrínseca se basa en factores internos e inherentes a la persona debido a interés o placer; por otro lado, la motivación extrínseca se debe a factores externos y los motivos que impulsan la acción son ajenos a la misma (Bielefeldt, 2013)

¿Qué? En el segundo cuadrante se explica la terminología y la parte conceptual del tema en cuestión, lo cual permite al alumno alcanzar los dos primeros niveles de la taxonomía de Bloom, conocimiento y comprensión.

¿Cómo? En este se explica la manera general en que el estudiante utiliza el conocimiento que ha ganado para la solución de problemas específicos. De igual forma, sube dos escalones en los niveles de dominio cognitivo, dominando, por tanto, la aplicación y el análisis.

¿Qué pasaría sí...?: En este cuadrante se busca alcanzar el auto-descubrimiento y la creación; que el estudiante aplique el material y la información previamente aprendida a su propia vida (Harb, 2013) aplicando la capacidad de síntesis y evaluación, es decir, alcanzando los dos niveles más altos de la taxonomía de Bloom. El objetivo es poner al estudiante en un contexto donde no solo haya que aplicar la mecánica de solución de problemas, sino que se apropie la situación y esto le permita el desarrollo de competencias para la vida profesional.

3. Propuesta

Las diferentes fases de diseño y desarrollo de la propuesta se desarrollaron desde algunas etapas del Design Thinking for Educators que fueron involucradas.

Ideación: Generación y selección de ideas.

El primer paso dentro de la fase de ideación se relaciona con el proceso de generación de ideas que dan solución al desafío de diseño, para ello se inicia con la planeación de las sesiones de brainstorming, dentro del cual se encuentran aspectos logísticos de importancia tales como: la definición de los tiempos de trabajo, la periodicidad de las reuniones, los temas claves para la planeación y la explicación de la sesiones de ideación, para ellos se procedió a planear la sesión de ideación donde se tomó como referente la herramienta del brainstorming considerada como una de las técnicas más citadas y efectivas respecto a la solución de una problemática específica, facilitando el inicio descriptivo del proceso de diseño.

La metodología en la que se imparte la materia se aborda el ¿qué? y el ¿cómo? del ciclo de aprendizaje de Kölb y, por consiguiente, alcanza automáticamente los primeros cuatro niveles del dominio cognitivo de Bloom; la propuesta es introducir en la asignatura una actividad previa a cada tema que vaya a ser abordado (¿por qué?) y un reto que lleve al estudiante más allá de la problemática del ejercicio planteado en el papel (¿qué pasaría sí?).

¿Por qué? En este primer cuadrante del ciclo de aprendizaje de Kölb, se busca despertar motivación e interés por parte del estudiante, por tal motivo se aplicó una serie de actividades lúdicas (Introducción al curso, solución por método gráfico y mezclas de minimización).

¿Qué? y ¿Cómo? El segundo y tercer cuadrante comprenden la forma tradicional como se imparte la materia; sin embargo, se logró dar soporte en este aspecto a través del aprendizaje colaborativo, creando espacios extra-clase de construcción de conocimiento en conjunto con los estudiantes; en donde ellos pudieron reunirse y plantear sus dudas; y con el liderazgo de estudiantes del grupo GALEA que en su momento ya cursaron y aprobaron la asignatura, los cuales actuaron como tutores y realizaron la orientación en el proceso de aprendizaje.

¿Qué pasaría sí? El cuarto y último cuadrante está integrado por dos propuestas. La primera de ellas es la construcción de un caso de estudio en donde se integraron diferentes situaciones que lleven al estudiante a involucrar todo el conocimiento adquirido en los cuadrantes anteriores; como medio de apoyo para esta etapa, en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS está presente el Grupo de Optimización y Organización de Sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos (ÓPALO), quienes desarrollan constantemente trabajos de aplicación en la industria a nivel regional y nacional; el proceso que normalmente se ejecuta es llevar los conceptos teóricos aprendidos en el aula a la realidad, sin embargo, en este caso se logró invertir el proceso mencionado mediante la construcción de casos a partir de la información y datos recopilados en dichos proyectos que plantearon retos para los estudiantes y los motivaron a buscar soluciones afines a la realidad que vive la industria en la región. Adicional a esto se elaboró un trabajo de investigación de la asignatura a través de la metodología de aprendizaje orientado a proyectos; el cual fue catalogado como el proyecto final del curso. En la figura 2 se resumen las actividades propuestas.



Figura 2 Actividades propuestas en la fase de ideación

Prototipado:

El diseño de cada lúdica se realizó bajo la metodología cibernética de tercer orden que permite llevar a cabo y monitorear el proceso de desarrollo de lúdicas, estructura y contenido de las mismas. Las descripciones de las actividades diseñadas son:

- Lúdica introducción al curso: En la actividad se utilizaron Legos para ilustrar la parte económica de la programación lineal. La clase se divide en grupos de cinco personas, a cada uno de ellos se le dan materiales, con ellos deben fabricar los productos y su precio de venta para cada uno. Se le pregunta a la clase cual sería la combinación de productos que maximizan la ganancia de la empresa, el objetivo es que los grupos encuentren la solución sub-óptima. Pasado un tiempo, se da inicio a una segunda ronda, en dónde se agregan dos productos más al portafolio de la empresa, y deben repetir el proceso hasta encontrar la nueva solución. Durante la lúdica se trabajan los conceptos de variables, recursos restrictivos y función económica.
- Método gráfico y análisis de sensibilidad: En esta actividad se forman grupos de cinco personas, y a cada grupo se le entrega un problema de una fábrica de calzado, en un corto periodo de tiempo los grupos construyen el modelo matemático. Una vez todos hayan construido el modelo, se les entrega un conjunto de materiales para que vuelvan a aplicar el proceso de la lúdica de introducción (encontrar la combinación que brinde la mayor utilidad). Habiendo comparado resultados de cada grupo, se procede a explicar el método gráfico a través del software graficador GeoGebra, como herramienta para la solución de problemas lineales con dos

variables. A medida que se avanza con la explicación del método gráfico se solicita a los estudiantes ir comparando cada combinación con el material que tienen en sus manos para que la clase involucre tanto el componente teórico como el práctico, y esto genere mayor recordación e impacto en los participantes. Para el análisis de sensibilidad se brinda a los estudiantes la opción de tener más recursos para que generen una nueva solución basados en lo explicado con el software. Finalmente, se diseñó un quiz en la plataforma Kahoot para evaluar de manera dinámica el cumplimiento de objetivos de la actividad.

- Creación de mezclas: Se trató de una actividad diseñada para que los estudiantes se contextualizaran en el objetivo de minimizar costos y la importancia de la creación de mezclas para diferentes sectores industriales y comerciales. La actividad se adaptó de un ejercicio académico, el cual consta de minas que cada una contiene minerales diferentes y a su vez los costos de explotación, también existe la creación de dos mezclas con diferentes especificaciones en sus componentes, para lo cual los grupos conformados por cinco estudiantes, mediante piedras de colores que representaban cada material, realizarían la mezcla que considerasen óptima con la ayuda de una balanza electrónica para medir el peso de las piedras de colores. Al finalizar la actividad cada equipo indica la proporción usada de cada componente según los requerimientos y el costo de fabricar dichas mezclas y se socializan los resultados obtenidos según el software WinQSB.
- Caso de Estudio: En la metodología de Casos de Estudio, para la cual se contó con la ayuda del grupo de investigación ÓPALO, brindando información sobre el proyecto de grado titulado DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE LOCALIZACION PARA LOS CENTROS DE DISTRIBUCION (CEDIs) DE LA EMPRESA COMERTEX S.A A PARTIR DE UN MODELO MATEMÁTICO. Para la construcción del caso los autores del proyecto participaron de un curso virtual en la plataforma edX titulado Writing Case Studies: The Science of Delivery. El caso fue construido siguiendo el método Harvard y los lineamientos para la construcción de un caso de estudio aprendidos en el curso virtual. El objetivo del caso es que cada estudiante brinde una propuesta de modelo matemático basándose en las políticas y condiciones impuestas por la empresa, el día en que sea entregada la propuesta por parte de cada uno se realiza la socialización y se explica la forma en que se trabajó en el proyecto de COMERTEX.
- Aprendizaje Colaborativo: En esta actividad se diseñó la generación de un espacio en donde los estudiantes asistieran de manera voluntaria para aclarar dudas y brindar refuerzo a las clases mediante el acompañamiento de los autores del presente proyecto. En dicha actividad se buscó orientar a los estudiantes para que ellos mismos encontraran la solución de las dudas presentes, ayudando de esta manera a tener un aprendizaje significativo y de autodescubrimiento. Adicionalmente se realizó un video tutorial con un ejercicio base sobre los códigos de programación en el software GAMS (General Algebraic Modeling System) el cual es un sistema de modelado de alto nivel para la programación matemática y optimización.
- Aprendizaje Basado en Proyectos: Para esta actividad se diseñó una propuesta de proyecto, la cual consistió en escoger una empresa mediana y realizar recolección de datos e información que le permita al estudiante plantear una propuesta de

mejora a la toma de decisiones ya sea para el uso de recursos, asignación, contrato de personal y/o demás temas que se ven involucrados en el curso. Los estudiantes debían realizar el modelo matemático, su respectiva programación en GAMS y entregar un informe al finalizar el semestre, con los resultados que se obtendrían si se aplicara la propuesta planteada.

Experimentación y mejora:

Cada uno de los prototipos de las lúdicas fue aplicado en primera instancia con integrantes del grupo GALEA, contando con la participación tanto de estudiantes que cursaron y aprobaron la materia, los cuales brindarían una opinión desde la experiencia; como otros que aún no la habían cursado y de esta manera realizar aportes relevantes para encontrar las fortalezas y debilidades de cada lúdica, desde la facilidad en su comprensión como la apropiación de conocimiento a partir de las mismas. Esta primera aplicación se hizo con el objetivo de evaluar la estrategia de enseñanza/aprendizaje, teniendo en cuenta el método utilizado y el tema abordado en la actividad, y realizar mejoras a la lúdica a partir de la validación y retroalimentación para aplicar la versión final a los estudiantes en el aula de Investigación de Operaciones. La herramienta seleccionada fue adaptada del cuestionario utilizado para evaluar las lúdicas en el grupo GALEA utilizando la técnica de Likert cuyos resultados se resumen en la figura 3.



Figura 3 Resumen de resultados sobre cuestionarios

La aplicación de las estrategias con sus respectivas mejoras se llevó a cabo con el grupo B1 del curso de Investigación de Operaciones del profesor Carlos Díaz a lo largo del segundo semestre de 2015.

La aplicación del cuestionario en los dos escenarios (grupo GALEA y aula de clase), permitió comparar los resultados y observar la importancia real de la aplicación de prueba y error con el grupo GALEA, a partir de lo cual, fueron corregidos errores para llevar a los estudiantes herramientas adecuadas que facilitarían su proceso de aprendizaje en el aula.

Se determinó una fecha y todos los estudiantes fueron citados para aplicar un cuestionario de evaluación de la metodología en general aplicada a lo largo de todo el semestre y realizar una actividad de retroalimentación donde cada uno tuviese la palabra y pudiera dar su concepto de las fortalezas y debilidades que incurrieron en su proceso de aprendizaje al participar de cada una de las actividades.

Los resultados arrojan que más del 90% de los estudiantes consideran que este tipo de prácticas son útiles y necesarias para algunos temas o para el contenido completo del curso. Más del 95% ha catalogado y remarcado la utilidad de las prácticas y participaría en ellas si fueran voluntarias. Adicional a esto, más del 50% de los estudiantes

manifiesta que prefiere tener espacios de autoaprendizaje, donde la guía del profesor sea mínima; así mismo, la totalidad del salón está de acuerdo en la necesidad de aplicar tanto la clase magistral, como las metodologías activas en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Los estudiantes recalcan que las estrategias aplicadas fueron útiles para el momento de recordar, repasar y afianzar los conceptos aplicados, y más del 90% de ellos es consciente de que estas actividades son vitales para comprender de mejor forma los escenarios involucrados en el mundo profesional.



Figura 4 Matriz de retroalimentación por parte de los estudiantes

En un segundo momento de la sesión se brindó un espacio para que cada estudiante expresara su opinión respecto al curso y las actividades que en él se desarrollaron; en un panorama general, todos manifestaron su satisfacción al momento de ser partícipes del proyecto; al mismo tiempo que daban su opinión podían acercarse al completar la matriz de la figura 4 que fue proyectada en el tablero.

Entre los aportes más importantes y que más les gustó a los estudiantes están el hecho de permitir un aprendizaje menos monótono, la realización de tutorías adicionales, el uso de herramientas (como GeoGebra) y video tutoriales para las explicaciones, las prácticas en general, que sirvieron para despertar su interés y gusto por la materia y el hecho de que permiten asociar la teoría con la realidad, el acercamiento a la realidad que vive la industria mediante el caso de COMERTEX S.A y el cambio que se dio a la forma en que se dicta tradicionalmente la asignatura. Como sugerencias y cosas por agregar están las visitas técnicas, el diseño de lúdicas para GAMS, ampliar la base de casos de estudio, desarrollo de contenido web para ampliar acceso a la práctica, tutorías extra clase, utilizar más seguido el software Kahoot y creación de grupos más pequeños para enseñanza personalizada. Varios alumnos señalaron entre las cosas que no les gustó el hecho de que solo hubo actividades lúdicas para la primera mitad del semestre, lo cual tiene su explicación en el hecho de que a medida que transcurre el semestre el tema se va tornando un poco más complejo, y se deriva del planteamiento de modelos de Programación Lineal, situación por la cual se diseñaron otro tipo de actividades que fueran acorde a ello (caso de estudio, sesiones de aprendizaje colaborativo y el proyecto final de la empresa). En cuanto al qué le quitaría, cuatro estudiantes manifestaron que reducirían el tiempo de las lúdicas.

4. Conclusiones

Los cambios y transformaciones que está experimentando la educación benefician a la sociedad y el entorno en el cual acontecen. Investigaciones como la realizada por David Kölb y Benjamin Bloom dejan claro que las metodologías activas actúan como motor para alcanzar el aprendizaje efectivo y potenciar una constante búsqueda del conocimiento, apertura hacia la crítica, reflexión, cuestionamiento, interrogación y comunicación; al mismo tiempo que le permiten al estudiante adaptarse y brindar soluciones a las eventualidades que se enfrente durante su vida profesional. Razonamiento fundamental en la ejecución de este proyecto.

Ninguna metodología es mala, ni poco útil. El hecho está en identificar el momento en que cada una debe ser aplicada para conseguir el objetivo de aprendizaje y lograr combinarlas, de manera que la clase se torne interesante y plantee verdaderos retos que motiven al estudiantado a dar lo mejor de sí, y enfocar sus cinco sentidos a cumplir la meta.

La metodología del Design Thinking for Educators fue clave para el desarrollo de la propuesta y la puesta a punto de cada una de las estrategias hasta su ejecución, permitiendo comprender opiniones de todos los grupos de interés y evitando que se escapara el más mínimo detalle. Su aplicación soporta y genera confiabilidad en los resultados obtenidos de cada una de las etapas del proceso.

Los estudiantes manifiestan sentirse a gusto y motivados con la aplicación de metodologías activas en el aula. La supervisión del profesor jamás dejará de ser importante, pero su trabajo pasa de ser únicamente el dueño de conocimiento, a ser el de un tutor que guíe a los estudiantes en el proceso de descubrimiento.

5. Referencias

- ACKOFF, Russell. MAGIDSON, Jason. *Idealized Design: How to Dissolve Tomorrow's Crisis Today* Edición 1; FT Press. (2006). CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO, "Design Thinking para Educadores", Ed. 2 [26 de agosto, 2015].
- BIELEFELDT, Angela. *Pedagogies to achieve the sustainability Learning Outcomes in Civil and Environmental Engineering Students*. En: *Sustainability* (2013), Ed. 5 Vol 10. pages 4479-4501
- Bloom, Benjamin. *Taxonomy of Educational Objectives Book 1: Cognitive Domain*. Second Edition. Addison Wesley Publishing Company (1984).
- Dym, C.L., Wood, W.H., and Scott, M.J. *Rank Ordering Engineering Designs: Pairwise Comparison Charts and Borda Counts*, En: *Research in Engineering Design*. Vol. 13. 2002, pp. 236
- EDX, *Quality education for everyone, everywhere. Writing Case Studies: The Science of Delivery* [en línea]. < <https://www.edx.org/course/writing-case-studies-science-delivery-princetonx-casestudies101x> > [citado el 10 de abril de 2016].

- ESPINOSA GARCÍA, J y ROMAN GALAN, T. LA MEDIDA DE LAS ACTITUDES USANDO LAS TECNICAS DE LIKERT Y DE DIFERENCIAL SEMANTICO. Universidad de Extremadura, Badajoz, España (1998). [en línea] < <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21551/21385>
- HARB, Jhon, et. al. Use of the Kolb Learning Cycle and the 4MAT System in Engineering Education. En: Journal of Engineering Education Volume 82, Issue 2, pages 70–77, April 1993.
- KÖLB, David. Experiential learning, experience at the source of learning and development. Prentice-Hall Inc. New Jersey (1984)
- LUENGO-VALDERREY, María. Metodologías activas para la capacitación del aprendizaje autónomo y competencias transversales en la materia innovación y pymes. En: VIII Foro de evaluación de la calidad de la investigación y de la educación superior (2011: Santander). VIII Foro de evaluación de la calidad de la investigación y de la educación superior: Libro de capítulos. Santander, España, 2011. p. 112
- VILLARROEL, Ricardo. La enseñanza de investigación de operaciones: un abordaje Basada en el uso de recursos computacionales. En: V Congreso Chileno de Educación Superior en Computación (2002: Capiapó). Memorias del V Congreso Chileno de Educación Superior en Computación. Capiapó, 2002.

Sobre los autores

- **Marvin Norberto López Landazábal:** Ingeniero Industrial, Universidad Industrial de Santander. marvin.lopez@correo.uis.edu.co
- **Nelson Rincón Suárez:** Ingeniero Industrial, Universidad Industrial de Santander. nelsonrs94@gmail.com
- **Carlos Eduardo Díaz Bohórquez,** Ingeniero Industrial, Especialista en Evaluación y Gerencia de proyectos, Master en Ingeniería Industrial. Profesor titular Universidad Industrial de Santander. cediazbo@uis.edu.co
- **Loveigny Stefany Moscote Bayona,** estudiante Ingeniería Industrial, Universidad Industrial de Santander. stefany.moscote@gmail.com

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

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)