



Una formación de calidad
en ingeniería para el futuro

Centro de Convenciones Cartagena de Indias
15 al 18 de Septiembre de 2015

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

Nelson Rincón Suárez, Marvin López Landazábal, Carlos Eduardo Díaz Bohórquez, Javier Arias Osorio

**Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

La Investigación de Operaciones (IO) es un área importante en el currículo del programa de pregrado de Ingeniería Industrial, 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 propósito de este estudio es potenciar el aprendizaje efectivo, mediante el análisis de las buenas prácticas docentes (estudios de casos, aprendizaje orientado a proyectos, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, juego, entre otros), la selección de las más idóneas que apoyen la enseñanza de la asignatura permitiendo mejores resultados en el aprendizaje del estudiante donde sea éste último quien asuma el desafío de disfrutar del conocer, adentrándose en su lógica y comprendiéndola en toda su complejidad.

Los resultados se evidencian en la selección y el diseño de aquellas metodologías que permiten el fomento del constructivismo pedagógico y faciliten el proceso de enseñanza/aprendizaje en el estudiante, tomando como base el ciclo de aprendizaje de Kölb, la taxonomía de Bloom y otros elementos de diversas teorías pedagógicas para la selección y el diseño.

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

Abstract

Operations Research is an important area in the curriculum of Industrial Engineering, however, the teacher's challenge in the moment of teaching is give concepts to the students that allow them the development of their competence skills in the professional future-.

The purpose of this study is to enhance learning, independent student work and lifelong learning by analysis of good teaching practices (case studies, project-oriented learning, problem-based learning, collaborative learning, workshops hands-on, inverted class, etc.) and the selection of the most appropriate, to support the teaching of the subject and provide better results in student learning, where he is the one who assume the challenge of mastering the material, going deep into his logic and understanding it in all its complexity.

The results are evident in the selection and design of those methodologies, which provide an air of pedagogical constructivism and facilitate the teaching / learning process in the student, based on Kölb's learning cycle, Bloom's taxonomy and elements of other educational theories for the selection and design.

Keywords: *learning theories; active learning; operations research*

1. Introducción

El desarrollo de los sistemas educativos ha estado definido por la evolución en busca de responder a las exigencias de las cambiantes condiciones sociales. Quizás el fenómeno educativo más general y global en la educación actual es impartir clases de manera tradicional por medios magistrales en donde el profesor es el centro de la clase, causando en la mayoría de casos que los estudiantes no aprendan mucho al estar sentados escuchando y memorizando conceptos para luego mecanizar procedimientos y/o respuestas. Por lo cual la educación superior se encuentra frente al desafío de revisión constante e innovación en metodologías de enseñanza-aprendizaje; el alumno debe hablar de lo que está aprendiendo, escribir reflexivamente al respecto, relacionarlo con experiencias pasadas, y aplicarlo a su vida cotidiana, logrando así que él sea el centro de atención y el profesor sea un orientador, despertando de esta forma un mayor interés en la realización de alguna actividad académica. (Chickering, 1997)

Investigación de Operaciones (IO) es una de las asignaturas que genera mayor expectativa en los estudiantes dado el nivel de complejidad que plantea el tomar decisiones basadas en modelos matemáticos, los cuales requieren de muchas habilidades previas tales como la comprensión de lectura, el razonamiento lógico matemático, los conocimientos básicos del cálculo, el álgebra y la geometría, entre otras; que en muchas ocasiones generan confusiones o no son de muy fácil entendimiento para los estudiantes. Son varios los factores que inciden en las dificultades presentes en el aprendizaje matemático, los cuales tienen que ver con deficiencias en la práctica pedagógica o situaciones didácticas inapropiadas (Herrera, Montenegro, et

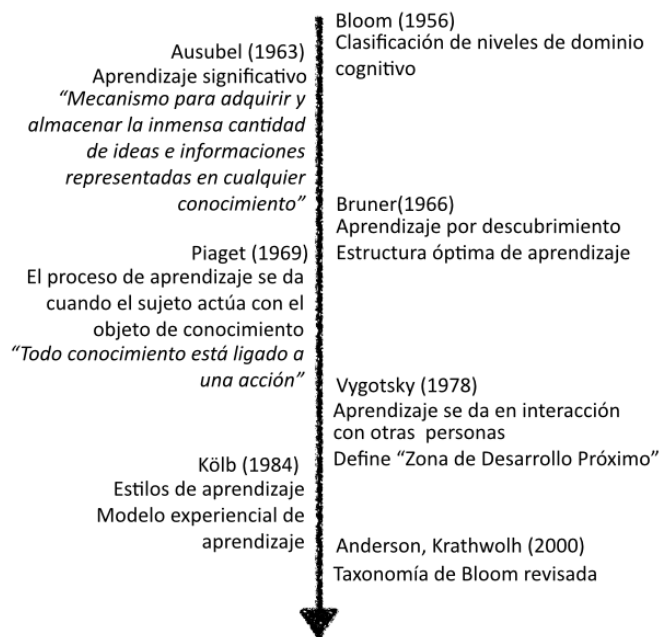
Poveda., 2012). Dicho lo anterior y teniendo en cuenta que las metodologías de enseñanza en la educación superior han presentado cambios significativos, se genera la necesidad de fortalecer e implementar técnicas combinadas en las cuales se puedan brindar espacios de comunicación, conocimiento y participación a los estudiantes mediante aprendizaje activo con los cuales se consoliden e integren los conocimientos adquiridos en el aula de clases.

El presente trabajo hace parte de una propuesta de enseñanza-aprendizaje, que inicia con una revisión de literatura enfocada en el tema del constructivismo y las teorías pedagógicas, seguido de un panorama general de las principales metodologías activas utilizadas en la educación universitaria con sus ventajas y características principales. Finalizando con la formulación de la propuesta, definiendo las metodologías seleccionadas y el contexto en que serán utilizadas; comprende la primera fase del proyecto de diseño y aplicación de metodologías, cuya propuesta será aplicada en el aula de clase y sometida a evaluación por parte de los estudiantes y profesores de la asignatura, como parte de un proceso que permita explotar su máximo potencial.

2. Desarrollo

El modelo constructivista plantea que el aprendizaje de los estudiantes debe ser activo, utilizando metodologías que brinden al individuo la posibilidad de participar en actividades, en lugar de permanecer de manera pasiva observando lo que se les explica (Hernández, 2008). Por consiguiente, la formulación de la propuesta de enseñanza/aprendizaje parte de una revisión literaria sobre constructivistas y su aplicación a nivel de docencia universitaria.

Figura 1. Línea de tiempo sobre teorías constructivistas



La taxonomía de Bloom (1956) y el ciclo de aprendizaje de Kölb (1984), brindan lo que podría ser considerado como una base para el desarrollo de soluciones y técnicas pedagógicas extrapolables a cualquier campo de la educación, por tal razón se toman sus teorías como eje de esta investigación. 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 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. Taxonomía del dominio cognitivo y verbos de muestra

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. Adaptado de Xu, et al. (2004)

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 2) 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).

¿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).

Figura 2. Ciclo de aprendizaje de Kölb



Fuente. Adaptado de Terry(1993)

¿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.

En la educación superior se utiliza un sin número de metodologías para la enseñanza en todos los campos. Una metodología puede definirse como el conjunto de oportunidades

y condiciones que se ofrecen a los estudiantes, organizados de manera sistemática e intencional que, aunque no promueven directamente el aprendizaje, existe alta probabilidad de que ocurra, a su vez, cada metodología utilizada en el proceso de enseñanza-aprendizaje es buena para determinadas situaciones; sin embargo, ningún método es bueno para todas (De Miguel, 2005). Fernández (2006) hace una descripción de metodologías para el desarrollo de competencias, extrayendo para esta investigación, las más afines al área de Ingeniería Industrial y complementando con otras tomadas de la investigación realizada por (Kumar, 2012).

- **Aprendizaje cooperativo**, estudios recientes han concluido que los estudiantes en pequeños grupos aprenden mejor que cuando lo hacen por cuenta propia o aislados de los demás (Kumar, 2012); en este tipo de metodología los estudiantes trabajan divididos en pequeños grupos en actividades de aprendizaje y son evaluados según la productividad del grupo. Permite tanto el desarrollo competencias académicas y profesionales como el desarrollo habilidades interpersonales y de comunicación.

- **Aprendizaje orientado a proyectos**, estrategia donde se involucra al estudiante en el diseño, resolución de problemas, toma de decisiones, o actividades de investigación; brindándole la oportunidad de trabajar de forma autónoma durante un largo periodo de tiempo; y culmina en los productos o presentaciones realistas cercanas al mundo profesional (Fernández, 2006). Es interesante por la motivación que puede generar y porque desarrolla el autoaprendizaje y el pensamiento creativo en el estudiante, se recomienda su aplicación en asignaturas donde se integren diferentes áreas de conocimiento y se pueda desarrollar un trabajo multidisciplinar.

- **Aprendizaje basado en problemas**, inicia con un problema preparado por el docente con un no muy bajo grado de dificultad en el cual el estudiante requiera de recopilar datos y buscar información necesaria para comprender el problema y le permitan alcanzar la solución (Kumar, 2012). Favorece el desarrollo de habilidades de análisis y síntesis de información. Requiere una descripción y delimitación clara del problema, asesoría y supervisión por parte del docente, socialización de los resultados obtenidos por cada grupo de trabajo y una posterior retroalimentación que incluya la verificación y solución del problema.

- **Estudios de caso**, técnica en la que los alumnos analizan situaciones profesionales presentadas por el profesor, con el fin de llegar a una conceptualización experiencial y realizar una búsqueda de soluciones eficaces. Desarrolla la habilidad de análisis y síntesis; puede ser utilizado tanto para dar inicio como para verificar los aprendizajes logrados (Fernández, 2006).

- **Lección magistral**, la más común, en ella se presenta la información de manera organizada en busca de activar los procesos cognitivos; útil para la presentación de información de difícil comprensión, usualmente utilizada para dar inicio o realizar la introducción de un tema, en ella el docente es el poseedor del conocimiento, expone, informa y evalúa, el estudiante se limita a retener y realizar preguntas (Fernández, 2006).

- **Simulación y juego**, los estudiantes aprenden de manera interactiva a través de experiencias, afrontando situaciones cercanas a la realidad, donde expresan sus sentimientos respecto al aprendizaje y experimentan con nuevas ideas y procedimientos. Se motiva al estudiante, al mismo tiempo que se estimula por el valor agregado que genera el hecho de crear sus propias experiencias e interpretaciones para alcanzar el objetivo, estimulando la participación y desarrollando habilidades para hacer frente a situaciones específicas (Kumar, 2012).

- **Role Play y/o drama**, se mezclan cualidades afectivas como la empatía, con lo

Tabla 2. Matriz de metodologías

Métodos	Lección magistral	Casos	Role play	Juego	Problemas	Proyectos
Niveles de objetivos cognitivos	Inferior	Superior	Superior	Superior	Superior	Superior
Capacidad de propiciar aprendizaje autónomo	Bajo	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Alto
Grado de control del ejercicio por estudiante	Bajo	Mediano	Mediano	Mediano	Alto	Alto
Número de estudiantes que se pueden abarcar	Grande	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano

Fuente. Adaptado de Fernández(2006)

netamente teórico (conceptos trabajados durante la clase); se busca poner en práctica las teorías aprendidas para hacer frente a la realidad y las actitudes concretadas en el aprendizaje. Deben ser claramente especificados los roles que desempeñará cada estudiante y el docente

actuará como moderador en la actividad; es una metodología altamente utilizada en temas relacionados con el área de humanidades y el aspecto social (Kumar, 2012).

- **TIC**, más que una metodología es un conjunto de herramientas que han ido tomando cada vez más importancia con el pasar de los años, hoy día se hace imposible omitir su uso en cualquier asignatura, por la ventaja que brinda en el apoyo durante la clase y el aprendizaje constante e interacción aun estando fuera del aula.

Fernández (2006) propone una matriz en la que relaciona las metodologías con ciertas variables definidas cómo susceptibles de influir a la hora de optar por una u otra; en la tabla 2 se presenta una adaptación de dicha matriz con cambios e inclusión de algunas metodologías; se puede concluir que ningún método es mejor que otro de forma absoluta; sin embargo, cuando se trata de alcanzar los niveles bajos de la taxonomía de Bloom cualquier método es equivalente y adecuado; contrario a lo que ocurre cuando se busca llegar a los niveles de mayor complejidad, en donde los métodos centrados en el alumno son más adecuados y eficaces.

3. Diagnóstico

El curso de Investigación de Operaciones I de Ingeniería Industrial en la Universidad Industrial de Santander se dicta con una intensidad horaria de 4 horas semanales; para conocer la situación actual y conocer las dificultades que se podrían estar presentando, fueron analizados los históricos de calificaciones en el curso del cual se concluyó que el 41% de los estudiantes reprueban la asignatura; adicionalmente se aplicó un cuestionario a manera de entrevista a los docentes, del cual se pudo obtener un panorama claro y establecer un punto de referencia para la formulación de la propuesta.

- El modelamiento matemático es el tema más difícil para los estudiantes, la manera como asimilan el problema y la capacidad de abstracción es su principal falencia.
- La asignación de cantidades realistas de tiempo significa aprendizaje efectivo para los estudiantes y la enseñanza eficaz por parte del profesorado (Chickering, 1997), en este ítem hay unanimidad por parte de los docentes, que están de acuerdo en que la duración del semestre es adecuada para abarcar el contenido de la materia, la cual consta de un curso introductorio de optimización cuyo propósito es despertar el interés del estudiante.
- Los docentes han dejado claro su interés por trabajar y colaborar con metodologías activas.
- En la escuela está definido un contenido programático de la asignatura con los temas que en ella se dictan, por tanto no hay diferencia significativa en la temática vista entre los cursos,
- Dentro del cuestionario también fue aplicado el test de VARK (estilos de aprendizaje), concluyendo que los docentes enseñan de la misma forma en que a ellos se les facilita aprender, abarcando así solo un segmento de los alumnos (los que tienen la misma preferencia que el docente), y llegando en menor medida a aquellos que aprenden de forma distinta.
- La metodología principal utilizada para dictar la asignatura es la clase magistral.

4. Resultados y propuesta de enseñanza-aprendizaje

Actualmente el método de enseñanza se centra en la explicación mediante el ejemplo y el procedimiento que se use para dar solución a la problemática planteada, finalizando con un planteamiento posterior de ejercicios donde el estudiante aplique los conceptos aprendidos.

El método actual utilizado en IO aborda el ¿qué? y el ¿cómo? del ciclo de aprendizaje de Kölb, por tanto, 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 simple solución de la problemática del ejercicio planteado en el papel (¿qué pasaría si...?).

Para abordar el primer cuadrante del ciclo de aprendizaje de Kölb, se propone una lúdica al inicio de la asignatura, la cual tendrá como objetivo la introducción al tema de IO y los conceptos básicos requeridos en la asignatura con la finalidad de despertar el interés temprano del estudiante por la materia y la apropiación de conceptos desde el inicio. Los cuadrante dos y tres se desarrollarán de la misma forma que se dicta la clase actualmente; utilizando la clase magistral, la cual se convierte en un aliado del docente debido a la complejidad del tema y la necesidad de dejar claros los conceptos y métodos de soluciones frente al estudiante de tal forma que le permita dominar los cuatro primeros niveles de la taxonomía de Bloom. El cuarto y último cuadrante está integrado por tres propuestas; la primera de ellas es el análisis de casos en donde se integren diferentes situaciones que lleven al estudiante a involucrar todo el conocimiento adquirido en los cuadrantes anteriores; como medio de apoyo para esta etapa de la propuesta, 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; normalmente se lleva la teoría aprendida en el aula a la realidad; sin embargo, en este caso se busca invertir el proceso, construyendo casos a partir de la información y datos recopilados en dichos proyectos que planteen retos para los estudiantes y los lleven a buscar soluciones afines a la realidad que vive la industria en la región. Adicional a esto, se busca la construcción de un caso base, es decir, manejar una empresa (real o ficticia), para que sea sobre ésta, que se vaya desarrollando la explicación de cada temática del contenido programático de la asignatura a lo largo del semestre y sea más fácil para el estudiante centrarse en aprender y aplicar los métodos de análisis y solución de problemas, interiorizando en la realidad de la empresa y todas sus operaciones. Como tercera propuesta y no por esto menos importante, se propone el uso de TIC's en la construcción de una wiki, una herramienta que brinde un espacio interactivo al que el estudiante tenga acceso desde su pc o cualquier dispositivo móvil, y pueda interactuar con sus compañeros. El profesor planteará situaciones puntuales sobre el tema que haya sido tratado en clase, pero llevadas a un contexto real y cercano al estudiante; el docente solo participará como moderador, en caso de que los estudiantes se desvíen y tomen un camino incorrecto

Finalmente, se propone la elaboración de un trabajo de investigación de la asignatura a través de una metodología de aprendizaje orientado a proyectos. El grupo de trabajo deberá buscar una empresa al iniciar el semestre y realizar un análisis acerca de los procesos de optimización que allí se realizan, involucrando todos los conceptos adquiridos en la asignatura a medida que se va avanzando en la temática. El objetivo es presentar informes periódicos al docente con la aplicación de los temas vistos hasta ese momento. Al final del semestre se presentará ante el profesor y demás compañeros de clase para generar un espacio de discusión y aporte hacia cada uno de los trabajos presentados que sirva como espacio de retroalimentación final del curso.

5. Referencias

- Anderson, L. W. and Krathwolh, D. R. (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives.
- Ausubel, D. (1963). The Psychology of Meaningful Verbal Learning
- Bell, J. T. And Scott, F. (1995). The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool, Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference, Anaheim, CA.
- Bielefeldt, A. R. (2013). Pedagogies to Achieve Sustainability Learning Outcomes in Civil and Environmental Engineering Students.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of Educational Objectives, the classification of educational goals – Handbook I: Cognitive Domain.
- Bruner, J. (1996). The culture of education. Harvard University Press, Cambridge, pp 240.
- Chickering, A. W. y Gamson, Z. F. (1987). Siete Principios para la Buena Práctica en la Educación.
- De Miguel, M. (2005). Modalidades de Enseñanza centradas en el desarrollo de

Competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior.

- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias.
- Harb, J. N., Durrant, S. and Terry, R. E. (2013). Use of the Kolb Learning Cycle and the 4MAT System in Engineering Education.
- Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje.
- Herrera, N. L, Montenegro, W. and Poveda, S. (2012). Revisión teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.
- Kolb D. (1999). The Kolb Learning Style Inventory.
- Kölb, D. A. (1984). Experiential learning: experience as the source of learning and development.
- Kumar, S. and Zayapragassarazan, Z. (2012). Active Learning Methods.
- Murphy, E (2007). A Review of Bloom's Taxonomy and Kolb's Theory of Experiential Learning:
 - Practical Uses for Prior Learning Assessment.
- Piaget, J. (1969). Science of education and the psychology of the child
- Terry, R. E. (1993). Kolb, Bloom, Creativity and Engineering Design.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind In Society. Harvard University Press, Cambridge, pp 159.
- Xu, S. and Rajlich, V, (2004). Cognitive Process During Program Debugging.

Sobre los autores

- **Nelson Rincón Suárez:** estudiante Ingeniería Industrial, Universidad Industrial de Santander. nelsonrs94@gmail.com:
- **Marvin López Landazábal:** estudiante Ingeniería Industrial, Universidad Industrial de Santander. marvin.lopez@correo.uis.edu.co
- **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
- **Javier Arias Osorio:** Ingeniero de Sistemas y Computación, Master en Administración. Profesor titular Universidad Industrial de Santander. jearias@uis.edu.co

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

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)