

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍAS ACTIVAS DE
ENSEÑANZA/APRENDIZAJE PARA LA ASIGNATURA DE INVESTIGACIÓN
DE OPERACIONES I, DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE
LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

MARVIN NORBERTO LÓPEZ LANDAZABAL

NELSON EDUARDO RINCÓN SUÁREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2016

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍAS ACTIVAS DE
ENSEÑANZA/APRENDIZAJE PARA LA ASIGNATURA DE INVESTIGACIÓN
DE OPERACIONES I, DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE
LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

MARVIN NORBERTO LÓPEZ LANDAZABAL

NELSON EDUARDO RINCÓN SUÁREZ

**Proyecto presentado como requisito para optar al título de:
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Director
Carlos Eduardo Díaz Bohórquez
Magister en Ingeniería Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2016

A Dios, por ser la luz guiadora en cada momento, por las inmensas oportunidades brindadas y experiencias vividas llenas de bendiciones y grandes éxitos manteniendo a salvo mi salud y bienestar.

A mis padres Norberto López y Mariela Landazábal, por depositar ciegamente su confianza en este gran reto y a su vez, por el apoyo recibido en cada etapa de mi vida dejando claro el amor que siento por parte de ellos.

A mis familiares, por el apoyo incondicional recibido durante las diferentes etapas de este proceso de aprendizaje.

A mi amigo Nelson Rincón, por aceptar y ayudarme a alcanzar uno de mis grandes sueños impulsado por su dedicación y perseverancia.

A cada uno de mis amigos que a lo largo de esta etapa me brindaron su aporte personal, permitiendo mejorar cada día más, dejando siempre claro que una buena amistad se construye con esfuerzo al igual que los sueños.

A Música y Danzas Folclóricas UIS, por permitirme compartir valiosas experiencias llenas de grandes enseñanzas, dejando siempre en el escenario toda la fuerza y el amor que siento hacia este gran arte. Grandes recuerdos...

A las ingenieras Eliana Peña y Tatiana Rodríguez, por ser cómplices de este gran reto apoyado por su orientación y dedicación.

A María Andrea, por todos los momentos y actividades en las cuales pude ir demostrándome las grandes virtudes que en muchas ocasiones no veía.

Al Grupo GALEA, por recibirme y explotar mis habilidades, por el apoyo incondicional brindado en cada momento de esta etapa, por cada momento compartido en ámbito laboral y de amistad, llenos de alegría, sonrisas, entusiasmo y buscando siempre lo mejor en cada uno de nosotros.

Marvin Norberto López Landazábal

A padres, por el apoyo incondicional durante esta etapa de grandes retos, por su amor incondicional recibido en cada decisión de mi vida, permitiendo ir alcanzando cada uno de mis sueños.

A mi novia, por ser mi gran compañia, por su paciencia, dedicación y motivación, demostrando cada día el gran amor que nos une.

A mis familiares, por los consejos y ánimo brindado en cada momento que, sin pedirlo, siempre estuvieron ahí para brindarme su mano.

A cada uno de mis amigos, por todos los momentos compartidos en esta maravillosa etapa, dejando siempre un grato recuerdo esperando siempre poder volver a verlos.

Al Grupo GALEA, por todos los apoyos brindados, por cada momento y aquellos retos que cada vez nos unía como hermanos, compartiendo locuras y momentos de gran aprendizaje y crecimiento personal.

A mis compañeros y profesores, por todos los consejos y conocimientos transmitidos, cada uno aportando su granito de arena logrando así construir y forjarme como profesional.

A la Selección de Fútbol UIS, por luchar juntos en cada batalla deportiva, dando siempre lo mejor de cada uno. Por cada victoria que alimentaba nuestras almas y por cada derrota que nos motivada a no decaer y seguir luchando por lo que se quiere.

Nelson Eduardo Rincón Suárez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por habernos guiado e iluminado con su gran sabiduría y amor, a nuestros padres, fieles testigos y grandes soportes en nuestra formación personal e integral.

El ingeniero Carlos Díaz, director del proyecto por aceptar nuestra propuesta de proyecto, compartir su experiencia y entera disposición sobre las actividades abordadas en esta tesis. Por su dedicación, seguimiento y compromiso en cada una de las etapas del trabajo.

A la Universidad Industrial de Santander, a la Escuela de Estudios Industriales y empresariales, su cuerpo docente y compañeros de estudio.

A todos nuestros amigos, quienes fueron fundamentales en todos los momentos de nuestras carreras y contribuyeron con sus consejos.

A nuestra segunda familia el grupo GALEA y su directora la Ingeniera Eliana Peña quienes fueron base esencial por excelencia de nuestro progreso como profesionales. Y a cada una de aquellas personas que de una u otra manera hicieron parte de este logro que se suma a nuestras vidas.

A la ingeniera Tatiana Rodríguez, por su transparencia y apoyo incondicional en cada momento de nuestra labor.

A la Psicóloga María Andrea, por su apoyo e invaluable consejos en cada momento que, sin solicitarlo, siempre nos brindó su entera disposición.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	21
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2 JUSTIFICACIÓN	28
1.3 Objetivo general	31
1.4 Objetivos específicos	31
2 MARCO TEÓRICO	33
2.1 REVISIÓN DE LITERATURA	33
2.2 APRENDIZAJE	41
Aprendizaje activo	42
Constructivismo y aprendizaje activo	44
2.3 METODOLOGÍAS ACTIVAS DE APRENDIZAJE	44
Aprendizaje colaborativo	45
Aprendizaje orientado a proyecto	46
Aprendizaje basado en problemas	46
Estudios de caso	47
Lección magistral	48
Simulaciones, juegos y juego de roles	48
Foros de discusión en línea	49
2.4 ESTILOS DE APRENDIZAJE	50
2.5 DESIGN THINKING	52
“Design Thinking” para Educadores	56
2.6 CIBERNÉTICA DE TERCER ORDEN	59
3 DISEÑO Y DESARROLLO DE PROPUESTA METODOLÓGICA	65
3.1 FASE DE IDEACION Y PROTOTIPADO	67
Generación y selección de ideas	67
Elaboración de prototipos	70

3.2	FASE DE EXPERIMENTACIÓN Y MEJORA.....	73
	Laboratorio de Optimización	74
	Método gráfico y análisis de sensibilidad	75
	Creación Mezclas	77
3.3	APLICACIÓN EN EL AULA DE CLASE	77
	Lúdicas	77
	Caso de estudio	78
	Aprendizaje Colaborativo	79
	Aprendizaje basado en proyectos.....	79
3.4	RETROALIMENTACIÓN.....	80
	Ajustes a las propuestas	82
3.5	CAPACITACIÓN AL GRUPO GALEA.....	83
4	CONCLUSIONES.....	84
5	RECOMENDACIONES	86
	BIBLIOGRAFÍA.....	87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Competencias en Investigación de Operaciones	25
Tabla 2. Niveles del dominio cognitivo identificados por Bloom.....	39
Tabla 3. Técnica de Likert - Laboratorio de Optimización.....	74
Tabla 4. Técnica de Likert - Método Gráfico y Análisis de Sensibilidad.....	76
Tabla 5 Técnica de Likert - Creación de Mezclas	77

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1 Teorías de autores encontrados en la revisión de literatura	38
Figura. 2 Ciclo de aprendizaje de Kölb	40
Figura. 3 Estilos de aprendizaje de Kölb.....	51
Figura. 4 Etapas del Design Thinking	55
Figura. 5 Fases del proceso de diseño	59
Figura. 6 Esquema de evaluación de lúdica en IDDEAL	62
Figura. 7 Matriz de comparación horizontal de criterios de evaluación de lúdicas en IDDEAL.....	63
Figura. 8 Matriz de comparación vertical de criterios de evaluación de lúdicas en IDDEAL.....	64
Figura. 9 Consideraciones previas al proceso de diseño.....	65
Figura. 10 Herramientas utilizadas en cada etapa del Design Thinking involucradas en éste capítulo del proyecto	66
Figura. 11 Actividades propuestas en la fase de ideación	69
Figura. 12 Producto final para lúdica de introducción al curso.....	75
Figura. 13 Resumen de resultados sobre cuestionarios	78
Figura. 14 Matriz de retroalimentación por parte de los estudiantes.....	81

LISTA DE ANEXOS

Archivos en carpeta adjunta en CD

Anexo A. Históricos de notas de investigación de operaciones I

Anexo B. Cuestionario investigación operaciones I

Anexo C. Resultados revisión de literatura

Anexo D. Artículo científico publicado en ACOFI 2015

Anexo E. Diseño de lúdica de introducción al curso

Anexo F. Diseño lúdica método gráfico y análisis de sensibilidad

Anexo G. Diseño de lúdica creación de mezclas

Anexo H. Pasos en la construcción del caso COMERTEX

Anexo I. Cuestionario evaluación de lúdicas

Anexo J. Resultados cuestionario grupo B1

Anexo K. Cuestionario de retroalimentación final

Anexo L. Interfaz del curso virtual

Anexo M. Capacitación grupo GALEA

RESUMEN

TÍTULO:

Diseño e implementación de metodologías activas de enseñanza/aprendizaje para la asignatura de Investigación de Operaciones I, del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander.¹

AUTORES:

LÓPEZ LANDAZÁBAL, Marvin Norberto
RINCÓN SUAREZ, Nelson Eduardo²

PALABRAS CLAVES:

Metodologías activas, Investigación de Operaciones, Teorías de aprendizaje.

DESCRIPCIÓN:

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar experiencias basadas en metodologías activas para potenciar el aprendizaje efectivo de la asignatura Investigación de Operaciones I de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander. Con este propósito, se realizó una revisión de literatura de los artículos publicados sobre el tópico metodologías activas en la última década, integrando los aportes de los autores con un alto índice de citación, disponibles en las bases de datos Web Scopus.

La información derivada del proyecto, se sustenta en la investigación realizada y en el proceso de inmersión educativa desarrollado con los estudiantes de la asignatura en mención, identificando la selección de las metodologías activas 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, que permita fortalecer las capacidades y competencias en los estudiantes de Ingeniería Industrial.

Los resultados del presente proyecto dan inicio con la identificación del reto, realizado bajo diagnósticos en la asignatura a tratar, continuando con una revisión de literatura, en la cual se realizó la selección de aquellas metodologías que permiten el fomento del constructivismo pedagógico. Continuando con la estructura, se dan las etapas de ideación y experimentación soportadas bajo la metodología Design Thinking For Educators, finalizando con la evaluación de impacto que generaron las actividades aplicadas mediante la etapa de evolución.

¹ Proyecto de grado

² Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Msc. Carlos Eduardo Díaz Bohorquez

ABSTRACT

TITLE:

Design and implementation of active methodologies of teaching/learning for the subject Operations Research I of the Industrial Engineering undergraduate program of the Industrial University of Santander.³

AUTHORS:

LÓPEZ LANDAZÁBAL, Marvin Norberto
RINCÓN SUAREZ, Nelson Eduardo⁴

KEYWORDS:

Active methodologies, Operations research, Learning Theories.

DESCRIPTION:

This project aims to design and implement experiences based on active methodologies to enhance effective learning of the subject Operations Research I of the Industrial Engineering undergraduate program of the Industrial University of Santander. For this purpose, we carried out a literature review of articles published on the topic active methodologies in the last decade, integrating the contributions of the authors with high citation index available on the database Scopus.

The information of the project is based on the research and the process of educative immersion developed with students of the subject matter, identifying the best active methodologies to support the teaching of the subject allowing better results in the students learning in such a way that they take the challenge of enjoying the knowledge, delving into its logic and understanding its complexity.

The results of this project began with the identification of the challenge based on diagnoses of the subject to intervene, continuing with the selection of methodologies that allow the promotion of pedagogical constructivism. Subsequently, the stages of ideation and experimentation supported in the Design Thinking methodology For Educators are carried out, ending with the assessment of the impact generated for the activities.

³ Degree project.

⁴ Faculty of Physique Mechanics Engineering. School of Industrial and Managerial Studios. Project manager: Msc. Carlos Eduardo Díaz Bohorquez.

INTRODUCCIÓN

La Investigación de Operaciones es un área importante en el currículo del programa de pregrado de Ingeniería Industrial⁵, 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.

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 otras⁶. 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.

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, 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.

5 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.

6 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

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 (TICs) 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.

TABLA DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL		
Diseñar e implementar metodologías activas de enseñanza/aprendizaje para la asignatura de Investigación de Operaciones I, con la finalidad de facilitar el aprendizaje de los estudiantes.		
OBJETIVO ESPECÍFICO	RESULTADO	CAPITULO
Indagar y documentar las prácticas y metodologías empleadas actualmente en la asignatura de Investigación de Operaciones I en el programa de Ingeniería Industrial de la escuela de Estudios Industriales y Empresariales.	Informe sobre entrevista realizada a docentes de la asignatura que actualmente laboran en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.	1.1 Planteamiento Del Problema
Realizar revisión de la literatura acerca de metodologías activas de enseñanza aplicadas en el área de ingeniería.	Artículo Científico con los resultados del proceso de revisión.	2.1 Revisión De Literatura Anexo D. Artículo científico publicado en ACOFI 2015
Definir, idear y prototipar las propuestas de enseñanza con base al material recopilado, orientada al contenido programático de la asignatura de Investigación de Operaciones I.	Propuesta de actividades a implementar en los diferentes temas del curso	3.1.1 Generación y selección de ideas Figura. 11 Actividades propuestas en la fase de ideación 3.1.2 Elaboración de prototipos
Aplicar las propuestas de enseñanza a la asignatura de Investigación de Operaciones I.	Informe de resultados sobre pertinencia de las actividades	3.2 Aplicación en el aula de clase

OBJETIVO GENERAL		
Diseñar e implementar metodologías activas de enseñanza/aprendizaje para la asignatura de Investigación de Operaciones I, con la finalidad de facilitar el aprendizaje de los estudiantes.		
OBJETIVO ESPECÍFICO	RESULTADO	CAPITULO
Evaluar el funcionamiento de las estrategias de enseñanza aplicadas y su efecto en el proceso de aprendizaje del estudiante.	Informe de evaluación por parte del curso control.	3.3 Retroalimentación
Mejorar y/o ajustar la estrategia de enseñanza según lo evaluado anteriormente.	Elaboración de guías docente y estudiantes de las prácticas.	3.4.1 Ajustes a las propuestas
Capacitar al grupo GALEA en la aplicación de metodologías resultantes de la investigación.	Continuidad en la aplicación de las actividades diseñadas	3.5 Capacitación al grupo GALEA
Documentar las metodologías de enseñanza/aprendizaje resultantes del proyecto en un manual detallado con guías para los docentes y estudiantes.	Plataforma Moodle para el curso de Investigación de Operaciones I	3.4.1 Ajustes a las propuestas Anexo L. interfaz del curso virtual

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

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. Es tan universal que cualquier joven profesor suele recurrir a ella cuando se enfrenta por primera vez a su nueva responsabilidad docente, como primer material de trabajo, 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. 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 en metodologías de enseñanza-aprendizaje donde sea el alumno quien hable de lo que está aprendiendo, escriba reflexivamente al respecto, lo relacione con experiencias pasadas, y sea capaz de aplicarlo a su vida cotidiana, logrando de esta forma ser el centro de atención, siendo el profesor sólo un orientador⁷.

Las críticas sobre los defectos e inconvenientes que la clase magistral ha acumulado son variadas y algunas de ellas se resumen a continuación⁸:

- Reducción de las fuentes de información a las procedentes del profesor, con el consecuente empobrecimiento del conocimiento al que accede al alumno.

7 CHICKERING, Arthur & GAMSON, Zelda. Seven Principles For Good Practice in Undergraduate Education. En: American Association for Higher Education (AAHE) Bulletin. Vol. 3 (Marzo de 1987); p.3-7.

8 RODRIGUEZ, Manuel. Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. En: Tendencias Pedagógicas. Vol 17 (2011); p. 83-103.

- Reducción de las funciones docentes a una sola, la exposición comunicativa del propio conocimiento.
- Fomento de la pasividad intelectual del alumno.
- Sobrevaloración de la enseñanza, así entendida, sobre el aprendizaje del alumno, que es abandonado a sus propios medios, dando por hecho que su estancia en la universidad consiste en salvar obstáculos con el único objetivo de aprobar asignaturas y conseguir un título. Según este planteamiento, los que lo consigan serán obviamente los mejores.
- Escaso o nulo seguimiento del aprendizaje.
- Empleo abusivo o exclusivo del método.
- Incapacidad del método para alcanzar determinados objetivos de aprendizaje.
- Sobrevaloración del docente, convertido así en una autoridad indiscutible e indiscutida en su disciplina al constituirse en la única fuente de conocimiento válido para sus alumnos.

Está demostrado que la atención de los alumnos sólo se puede mantener por períodos cortos de 15-20 minutos separados por pequeños “lapsus” de 1-2 minutos en los que los que el estudiante se “desconecta” y deja de prestar atención; dichos periodos de atención se van reduciendo, llegando a durar menos de cinco minutos al final de una clase magistral tradicional⁹; esto no quiere decir que la clase magistral sea un método del todo inadecuado, de hecho, ofrece importantes ventajas frente a otras metodologías docentes: es rápido, barato y eficiente cuando se requiere transmitir una gran cantidad información a un gran número de alumnos de forma simultánea.

Los métodos de enseñanza y aprendizaje deben orientarse tanto a la aplicación como al desarrollo de prácticas pedagógicas que además de estimular, favorezcan los procesos educativos entre estudiantes y profesores. En los programas de ingeniería, las estrategias pedagógicas deberían ser más

⁹ KHAN, Salman. Why Long Lectures Are Ineffective. En: Time Magazine [En línea]. (Abril 27 de 2015). Disponible en: < <http://ideas.time.com/2012/10/02/why-lectures-are-ineffective/>> [citado en 20 de Agosto de 2015]

agradables, más amena, menos acartonada, con menos énfasis a la memorización de procedimientos mecanizados, sin quitarles rigor académico¹⁰.

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, consta de 4 créditos y se cursa en sexto semestre según el plan de estudios de la carrera; para conocer la situación actual e identificar los puntos críticos fueron aplicados tres elementos.

Fue realizado un análisis de los históricos sobre las notas definitivas de los alumnos en los cursos de los cuatro semestres inmediatamente anteriores. De 268 estudiantes que cursaron la asignatura, 103 no lograron aprobarla (38,34%). En el anexo A se relaciona el rango de notas obtenidas con el número de estudiantes que cursaron la materia en cada semestre.

Adicional a esto, se aplicó un cuestionario a manera de entrevista a los docentes de la asignatura. A continuación, se presentan los puntos más importantes extraídos del mismo:

- 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 profesorado¹¹. Los docentes están de acuerdo en que la duración del semestre es adecuada para abarcar el contenido de la materia, siendo 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.

10 ULLOA, Gonzalo. ¿Qué pasa con la ingeniería en Colombia?. En: Eduteka [En línea]. (Julio 5 de 2015). Disponible en: <<http://www.eduteka.org/IngenieriaColombia.php>> [citado en 21 de Agosto de 2015]

11 CHICKERING, Op. cit., p. 3-7

- 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 VARK¹² (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.

Además se aplicó un cuestionario a estudiantes que ya cursaron la materia, se encuentra en el anexo B; basado en un instrumento utilizado por la Universidad Iberoamericana en Ciudad de México¹³. A partir de este se han logrado obtener algunas conclusiones:

Los estudiantes afirman que las competencias que más se desarrollan al cursar Investigación de Operaciones I son el dominio de temas relacionados con el ejercicio de la profesión, es decir, competencias de dimensión profesional (59,7%); el desarrollo de la capacidad de investigar o de plantear y resolver problemas, competencias de liderazgo intelectual (83,6%) y el desarrollo de la capacidad de planear y dirigir el trabajo de un equipo, que se refiere a organización de personas y tareas (47,8%).

En la tabla 1 se realiza un comparativo de las competencias señaladas por los estudiantes, el objetivo que persigue la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) para la asignatura y las competencias que se espera que alcancen los estudiantes del curso de Investigación Operativa de la Universidad

12 VARK LEARN. Cuestionario de VARK [en línea]. < <http://vark-learn.com/el-cuestionario-vark/>> [citado en 19 de Julio de 2015]

13 UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA CIUDAD DE MEXICO. Sistema de evaluación procesos educativos [en línea]. <<http://www.uia.mx/formaciondeprofesores/Evaluacion%20docencia/wp%20AD-ED%20SEPE%201%20Cuestionario.pdf>> [citado en 24 de Agosto de 2015]

de Zaragoza¹⁴, institución que ha basado y centrado sus objetivos y resultados de aprendizaje en un modelo por competencias integrando nuevas metodologías docentes como Project Based Learning, resolución de problemas y el uso de TICs.

Las competencias que no se están desarrollando a nivel de Investigación de Operaciones I en los estudiantes de la EEIE y que son de gran utilidad, corresponden al manejo de sí mismo y el aprendizaje autónomo y la toma de decisiones con creatividad y razonamiento crítico, refiriéndose concretamente a la innovación y el cambio.

Tabla 1. Competencias en Investigación de Operaciones

Encuesta estudiantes	Escuela de Estudios Industriales y Empresariales	Universidad de Zaragoza
Dominar temas relacionados con la profesión.	Adquirir los conocimientos básicos sobre construcción, análisis, solución y validación de modelos matemáticos para estudio de sistemas.	Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
		Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas.
Desarrollar la capacidad de investigar o de plantear y resolver problemas		Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar.
		Capacidad para aprender de forma continua y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
Desarrollar la capacidad de planear y dirigir el trabajo de un equipo.	Profundizar en el estudio de técnicas y herramientas analíticas y computacionales fundamentales en los modelos determinísticos de optimización.	Capacidad para resolución de problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería.
		Aptitud para aplicar los conocimientos sobre estadística y optimización.
		Conocimientos y capacidades para aplicar métodos cuantitativos y de decisión en las organizaciones

14 UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. Guía docente para el curso de Investigación Operativa [en línea]. <<http://titulaciones.unizar.es/asignaturas/30113/contexto15.html>> [citado en 21 de Agosto de 2015]

Por otra parte, las actividades realizadas con mayor frecuencia para promover el logro de los objetivos de aprendizaje de la materia por parte del docente han sido exposición del profesor, solución de problemas o estudios de caso y el desarrollo de trabajos (señaladas por más de la mitad de los encuestados); dibujos, proyectos o practicas bajo la supervisión del profesor (marcada por un 46,3%); y en menor medida, el trabajo en equipo (32,8%). Lo anterior evidencia que, a pesar de tratarse de una asignatura con metodología de clase magistral, los docentes muestran interés en la utilización de métodos activos en el aprendizaje de sus alumnos.

Dentro del contenido programático y del diseño actual de la asignatura, se encuentran establecidas 4 horas de trabajo dirigido por parte del docente y 8 horas de trabajo independiente por parte de los estudiantes; el 76,1% de los estudiantes dedica las mismas horas de clase o incluso algún tiempo adicional para la realización de tareas, trabajos, ejercicios, lecturas, entre otros, fuera del aula de clase. Un panorama bastante alentador, puesto que a pesar de que el ideal sería que todos los alumnos dedicaran el doble de tiempo, como mínimo, fuera del aula de clases al estudio de la materia, existe cierto compromiso por parte de ellos.

El 78,4% de los estudiantes esperaba obtener una mayor nota al final del curso. Importante resaltar que este porcentaje se hace mayor al analizar únicamente aquellos estudiantes que dedican menos de cuatro horas fuera del aula al estudio de la materia, para este caso, el 87,5% obtuvieron menor nota.

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 inapropiadas¹⁵. El problema de enseñanza-aprendizaje en Investigación de Operaciones, más específicamente en modelamiento matemático, consiste en que se aplican herramientas para

15 HERRERA, Nancy, et al. Revisión teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En: Revista Virtual Universidad Católica del Norte [en línea]. No 35. (2012). <<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>> [citado el 18 de Agosto de 2015]

encontrar la solución y no un desarrollo mental del por qué se llega a la solución. Esta situación abre la oportunidad para desarrollar y aplicar una metodología que genere en los estudiantes de ingeniería industrial, destrezas para comprender los algoritmos de solución desde la vivencia del problema real hacia el procedimiento matemático y no desde un procedimiento matemático mecanizado y memorizado. El docente se debe acoplar a los alumnos, compartir el conocimiento de una manera didáctica para obtener como resultado un nivel de aprendizaje uniforme¹⁶

Dicho lo anterior y teniendo en cuenta que las metodologías de enseñanza en la educación superior han presentado cambio 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 para adquirir competencias y desarrollar un aprendizaje efectivo y permanente.

16 WALDEGG, Guillermina. El uso de las nuevas tecnología para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En: Revista electrónica de Investigación Educativa [en línea]. Vol. 4, No. 1. (2002). <<http://redie.ens.uabc.mx/vo4no1/contents-waldegg.html>> [citado el 18 de Agosto de 2015]

1.2 JUSTIFICACIÓN

Los cambios que se están gestando en la docencia universitaria están dando cada vez más relevancia a nuevos modelos de enseñanza/aprendizaje, y generan nuevos retos que exigen al docente flexibilidad y empatía con el estudiante; se están demandando nuevos enfoques en donde se vea más acorde la realidad con el estudio de la Investigación de Operaciones, los métodos docentes empleados también necesitan ser renovados y adaptados a las nuevas necesidades de la disciplina y las oportunidades que ofrecen los avances tecnológicos¹⁷, por tanto, se hace necesario que estos métodos se adapten a la realidad actual y se evolucione hacia una docencia que habilite al alumno en la obtención de las capacidades que ha de desarrollar y aplicar a lo largo de su vida profesional¹⁸. A ello se une la necesidad de responder a una creciente demanda de aprendizaje continuo (lifelong learning) y un variado perfil de estudiantes con diferentes edades, motivaciones e intereses¹⁹, pero sobre todo, con distintos estilos de aprendizaje (visual, auditivo, lecto-escritor, kinestésico).

El método actual de enseñanza implementado en Investigación de Operaciones genera en los estudiantes un proceso de aprendizaje donde mecanizan procedimientos para dar solución a problemas académicos, pero no se desarrollan competencias profesionales; la clase magistral implica la transferencia de la información de las notas del profesor a las notas del estudiante, sin pasar por la mente de este último. Por ejemplo, observar los estudiantes de hoy durante las presentaciones del docente, tanto en las aulas de tamaño regular como en grandes salas de conferencias, revelará una proporción significativa de los estudiantes en otras cuestiones como: soñar

17 ALFALLA, Luque, et al. Mejorando la formación en Dirección de Operaciones: la visión del estudiante y su respuesta ante diferentes metodologías docentes. En: Cuadernos de Economía y Empresa. Vol. 14. No.1 (2011); p. 40-52.

18 MARIN-GARCÍA, Juan, et al. Teaching Management Based On Students Teamwork: Advantages, Drawbacks and Proposals for Action. En: Intangible Capital. Vol. 4, No. 2 (2008); p. 143-165

19 ALFALLA, Luque Y DOMINGUEZ, Jose. Estudio empírico sobre los métodos docentes y de evaluación en la enseñanza de la Dirección y Gestión de la Producción/Operaciones en la universidad Española. En: Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa. Vol. 10, No. 3 (2001); p. 75-96

despierto, asistir informalmente a la conferencia, escuchar iPods, la mensajería instantánea en un teléfono celular, o jugando en un ordenador portátil. La proporción de estudiantes visiblemente involucrado en la toma de notas en la mayoría de las clases comprende una cifra bastante pequeña²⁰.

Un estudio realizado Freeman²¹ compara los resultados académicos en función del tipo de clases impartidas. Concretamente, compara las calificaciones obtenidas mediante clases magistrales, con las que emergen de las clases impartidas mediante métodos de aprendizaje activo.

Las principales conclusiones, obtenidas a partir del análisis de 225 estudios anteriores, son dos:

- las calificaciones de los cursos basados en aprendizaje activo son un 6% superiores a los cursos basados en clases magistrales;
- el número de aprobados con aprendizaje activo es un 50% superior a los aprobados mediante clases magistrales.

Estos resultados reflejan que el simple cambio en la forma de impartir las clases incrementa notablemente el número de estudiantes que aprueban la materia, la experiencia hace que sea cada vez más claro que las presentaciones puramente verbales dejan prácticamente nada significativo o permanente en la mente del estudiante²². La conclusión es que hay camino por recorrer en lo que a metodología docente se refiere.

Existen múltiples teorías de aprendizaje las cuales son omitidas, en ocasiones, por las instituciones de educación superior, por lo tanto, se busca aportar con la implementación de metodologías de enseñanza/aprendizaje que

20 EISON, Jim. Using Active Learning Instructional Strategies to Create Excitement and Enhance Learning [en línea] <<http://www.cte.cornell.edu/documents/presentations/Eisen-Handout.pdf>> [citado el 22 de Agosto de 2015]

21 FREEMAN, Scott. et al. Active Learning Increases Student Performance In Sciences, Engineering and Mathematics. En: Proceedings National Academy of Sciences. Vol. 111 (2014); p. 8410

22 STRAUSS, Michael, and FULWILER, Toby. Writing to Learn In Large Lecture Classes. En: Journal of College Science Teaching. Vol. 19. No. 3 (Dic-Ene 1989/1990); p. 158-163

complementen el desarrollo actual de la asignatura, con el propósito de facilitar la comprensión del contenido académico, ayudar al desarrollo de competencias en el estudiantado e innovar en cuanto a la clase magistral se refiere. Psicólogos de la educación y especialistas en la enseñanza tales como Bonwell et al.²³ y Johnson et al.²⁴ convienen en la importancia de involucrar de forma activa a los estudiantes en el proceso educativo. El aprendizaje activo es un método efectivo, pero se utiliza pocas veces. Becker²⁵ afirma que los estudiantes comprenden mejor y están más comprometidos con el aprendizaje cuando los docentes emplean este tipo de metodologías.

Cuando se habla de competencias profesionales, en un marco institucional de nivel educativo superior, se refiere al proceso de formar profesionales competentes no solo por los conocimientos y las habilidades para desempeñar sus funciones profesionales y laborales sino también por su proceso de desarrollo personal y social, de tal manera que construye e integra sus capacidades conceptuales, procedimentales y actitudinales en una actuación profesional eficiente en escenarios laborales heterogéneos y cambiantes²⁶, es decir, bajo un enfoque más constructivista.

Desde la perspectiva universitaria y de los empleadores, las competencias que debe reforzar la educación media superior son: habilidades de tipo cognitivo como conocimientos teóricos y su aplicación y habilidades para la abstracción, la síntesis y el análisis de la información. Los egresados y los empleadores coinciden en que las competencias más importantes en un joven que busca trabajo son las habilidades interpersonales y trabajo en equipo, aunque, para los empleadores también es fundamental la habilidad de adaptación a nuevas

23 BONWELL, Charles y EISON, James. Active learning: Creating excitement in the classroom. En: ASHE-ERIC Higher Education Report [en línea] No. 1 (1991) <http://www.ed.gov/databases/ERIC_Digests/ed340272.html> [citado el 21 de Agosto de 2015]

24 JOHNSON, David. et al. Active Learning: Cooperation in the College Classroom. Minesota. Interaction Book Co. Edina (1991); p. 316

25 BECKER, William. Teaching Economics to Undergraduates. En: Journal of Economic Literature. Vol. 35, No. 3 (Septiembre de 1997); p. 1347-1373

26 SEGOVIA, Julie. et al. Importancia de desarrollar competencias profesionales en ingeniería: caso UPIITA. En: Ciencia y Tecnología. Vol. 13 (2013); p 133-142. ISSN 1850-0870

situaciones²⁷. Puesto que para los profesores sigue siendo prioridad el aprendizaje permanente, la identificación y resolución de problemas y la toma de decisiones, es necesario diseñar una estrategia que combine los dos puntos de vista y que resulte en un perfil profesional mucho más completo del Ingeniero Industrial.

1.3 Objetivo general

Diseñar e implementar metodologías activas de enseñanza/aprendizaje para la asignatura de Investigación de Operaciones I, con la finalidad de facilitar el aprendizaje de los estudiantes

1.4 Objetivos específicos

- Indagar y documentar las prácticas y metodologías empleadas actualmente en la asignatura de Investigación de Operaciones I en el programa de Ingeniería Industrial de la escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
- Realizar revisión de la literatura acerca de metodologías activas de enseñanza aplicadas en el área de ingeniería.
- Definir, idear y prototipar las propuestas de enseñanza con base al material recopilado, orientada al contenido programático de la asignatura de Investigación de Operaciones I.
- Aplicar las propuestas de enseñanza a la asignatura de Investigación de Operaciones I.

27 UNIVERSIA MÉXICO. Necesario reforzar el desarrollo de competencias en los jóvenes: Informe de Competencias Profesionales en Preuniversitarios y Universitarios de Iberoamérica [en línea] <<http://noticias.universia.net.mx/vida-universitaria/noticia/2013/08/30/1046182/necesario-reforzar-desarrollo-competencias-jovenes-informe-competencias-profesionales-preuniversitarios-universitarios-iberoamerica.html>> [citado el 24 de Agosto de 2015]

- Evaluar el funcionamiento de las estrategias de enseñanza aplicadas y su efecto en el proceso de aprendizaje del estudiante.
- Mejorar y/o ajustar la estrategia de enseñanza según lo evaluado anteriormente.
- Capacitar al grupo GALEA en la aplicación de metodologías resultantes de la investigación.
- Documentar las metodologías de enseñanza/aprendizaje, resultantes del proyecto en un manual detallado con guías para los docentes y estudiantes.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

Para desarrollar cualquier investigación es relevante entender lo que se ha escrito previamente sobre un tópico, e identificar las fortalezas y debilidades de estudios anteriores, así lo afirma Boote²⁸; lo anterior se logra a partir de una revisión de literatura.

En un documento publicado en 2004 por la Universidad de Guelph se define una revisión de literatura como un resumen y explicación del estado completo y actual de los conocimientos sobre un tema limitado que se encuentran en los libros académicos y artículos de revistas²⁹; por su parte Hart la define como un objetivo, el resumen completo y análisis crítico de la investigación pertinente disponible y la literatura no experimental en el tema objeto de estudio³⁰. Dicho en otras palabras, la revisión de la literatura consiste en detectar; obtener y consultar la bibliografía y otros materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de donde se tiene que extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe a nuestro de problema de investigación³¹.

Una revisión literaria tiene un valor especial por dos razones, primero, combina los resultados de diferentes estudios y les da el valor y el poder que ninguno tendría por si solo; segundo, permite al investigador abordar cuestionamientos generales, sin importar si todos los métodos utilizan estudios y medidas distintas, puede establecer y justificar conclusiones a partir de ellos³².

28 BOOTE, David; y BEILE, Penny. Scholars before researchers: On the centrality of the dissertation literature review in research preparation. En: Educational Researcher. Vol. 34, No. 6 (2005); p. 3-15

29 UNIVERSITY OF GUELPH. Writing a Literature Review [en línea] www.learningcommons.uoguelph.ca/ByFormat/OnlineResources/Fastfacts/index.html [citado el 28 de Julio de 2015]

30 HART, Christopher. Doing a Literature Review. SAGE Publication Ltd. (1999); p. 230

31 SAMPIERI, Roberto. et al. Metodología de la Investigación. México D.F. McGraw Hill Interamericana. Ed. 3 (2003).

32 BAUMEISTER, Roy. Writing a Literature Review. En: The portable mentor: Expert guide to a successful career in psychology. Ed. 2 (2013); p. 119-132

Barraza³³ define los siguientes objetivos y propósitos de una revisión de la literatura:

- Conocer ideas y planteamientos que se han generado sobre el tema
- Soportar la necesidad de explorar sobre el tema a través de los vacíos encontrados en la revisión
- Evitar repeticiones
- Identificar instituciones y autores que han publicado sobre el tema
- Dar apoyo a los planteamientos de la investigación
- Determinar los métodos que están vigentes y los que ya no son aplicables

Cronin³⁴ define cuatro tipos de revisiones de literatura:

Revisión tradicional o narrativa: critica y resume un conjunto de literatura y saca conclusiones sobre el tema en cuestión, teniendo como objetivo principal proporcionar al lector un fondo global para la comprensión de conocimientos y destacar la importancia de la nueva investigación. Baumeister define la revisión de literatura como aquella que proporciona descripciones cualitativas de los resultados de muchos estudios anteriores, permitiendo integrar resultados de diferentes métodos y procedimientos³⁵.

Revisión sistemática: utiliza un enfoque más riguroso y bien definido para la revisión de la literatura en un área específica, a diferencia de una revisión narrativa, su propósito es proporcionar una lista completa con los estudios publicados y no publicados sobre el tema en cuestión utilizando criterios explícitos y rigurosos para identificar, evaluar críticamente y sintetizar la literatura sobre un tema en particular³⁶.

33 BARRAZA, Arturo. Revisión de la Literatura. Apuntes sobre metodología de la investigación. Universidad Pedagógica de Durango. Vol. 1 (2003); p. 1-9

34 CRONIN, Patricia. et al. Undertaking a literatura review: a step-by-step approach. British Journal of Nursing. Vol 17, No. 1 (2011); p. 38-43

35 BAUMEISTER, Op. cit., p. 119-132

36 CRONIN, Op. Cit., p. 38-43

Meta-análisis: Baumeister lo define como un método cuantitativo que funciona al convertir los hallazgos de diferentes estudios en una medida común de forma que puedan ser combinados y analizados. Es una forma de revisión que se puede entender como una técnica estadística y consiste en tomar los resultados de varios estudios sobre el mismo tema y analizarlos usando procedimientos estadísticos normalizados; esto ayuda a dibujar un panorama claro que permita obtener conclusiones y detectar patrones y relaciones entre los hallazgos³⁷.

Meta-síntesis: es una técnica no estadística utilizada para integrar, evaluar e interpretar los hallazgos de múltiples estudios de investigación cualitativa, identificando y combinando sus elementos y temas básicos. Implica la realización del análisis y síntesis de los elementos clave de cada estudio con el objetivo de transformar los hallazgos de cada uno en nuevas conceptualizaciones e interpretaciones³⁸.

Diversos autores, e incluso universidades han publicado los pasos que se deben seguir para la realización de una revisión de literatura; las diferencias entre uno y otro no son mayores, Cronin³⁹ ha definido cinco pasos para llevarla a cabo.

Selección del tema de la revisión: Se debe identificar qué es exactamente de interés, de tal forma que se pueda refinar el tema⁴⁰, pues aunque tener mucha literatura disponible puede ser una estrategia inicial útil, existen temas que generan una cantidad considerable de datos, haciendo la revisión inviable. Los autores recomiendan empezar con un estrecho y centrado tema, y si es necesario ampliar el alcance de la revisión a medida que avanza.

37 POLIT, Denise y BECK, Cheryl. *Essentials of Nursing Research: Methods, Appraisal and Utilization*. Philadelphia. Lippincott Williams and Wilkins. Ed. 6 (2004); p. 115

38 Ibid., p. 115

39 CRONIN, Op. Cit., p. 38-43

40 HENDRY, C y FARLEY, A. *Reviewing the literature: a guide for students*. En: *Nurs Stand*. Vol. 12, No. 44 (1998); p. 46

Búsqueda de la literatura: Después de seleccionar el tema, se identifica de forma estructurada la información apropiada y relacionada. Los principios y la estructura de la revisión narrativa serán útiles en la determinación del enfoque⁴¹. Hoy en día, las búsquedas bibliográficas en su mayoría están ligadas al uso de computadoras y bases de datos electrónicas. Danhke⁴² distingue tres tipos básicos de fuentes de información para llevar a cabo la revisión de la literatura, fuentes primarias: aquellas que proporcionan datos de primera mano (libros, publicaciones periódicas, artículos, tesis, trabajos publicados en conferencias o seminarios, entre otros); secundarias: comprenden compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular (listados de fuentes primarias); terciarias: documentos que incluyen nombres y títulos de revistas y otras publicaciones periódicas, así como nombres de boletines, conferencias y simposios, sitios Web.

Análisis y síntesis de literatura: Hasta este punto se habrá reunido la literatura apropiada, el foco de la revisión puede variar dependiendo del propósito; existen varias estrategias útiles para el análisis y síntesis que ayudarán a la construcción y la escritura. Se aconseja realizar una primera lectura a los resúmenes de los artículos que se han recogido. El objetivo es recopilar la información y señalar cómo se relaciona con el trabajo de investigación en cuestión, identificando tipos de trabajo, estrategias metodológicas, teorías y vacíos de información. Construyendo en la etapa final un breve resumen de cada artículo donde se incluyan pensamientos clave, puntos fuertes y debilidades, lo cual constituye una buena base para la redacción de la revisión.

Las dos etapas finales comprenden la escritura de la revisión y referenciación. Los autores recomiendan la escritura objetiva y ordenada para facilitar la comprensión del escrito.

41 TIMMINS F y MCCABE C. How to conduct an effective literature review. En: Nurs Stand. Vol. 20, No. 11 2005); p. 41

42 DANHKE, G. Human Communications: Theory and Research. Wadsworth Publishing Co Inc. P. 384

REVISIÓN DE METODOLOGÍAS ACTIVAS EN LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA

Se parte de la metodología de revisión de literatura narrativa definida por Cronin⁴³ para realizar la investigación, la cual tiene como propósito analizar críticamente la literatura sobre un tema en particular para extraer y recopilar información relevante que responda al problema en cuestión. Las etapas para la construcción y obtención de los resultados de la revisión se encuentran en detalle en el anexo C.

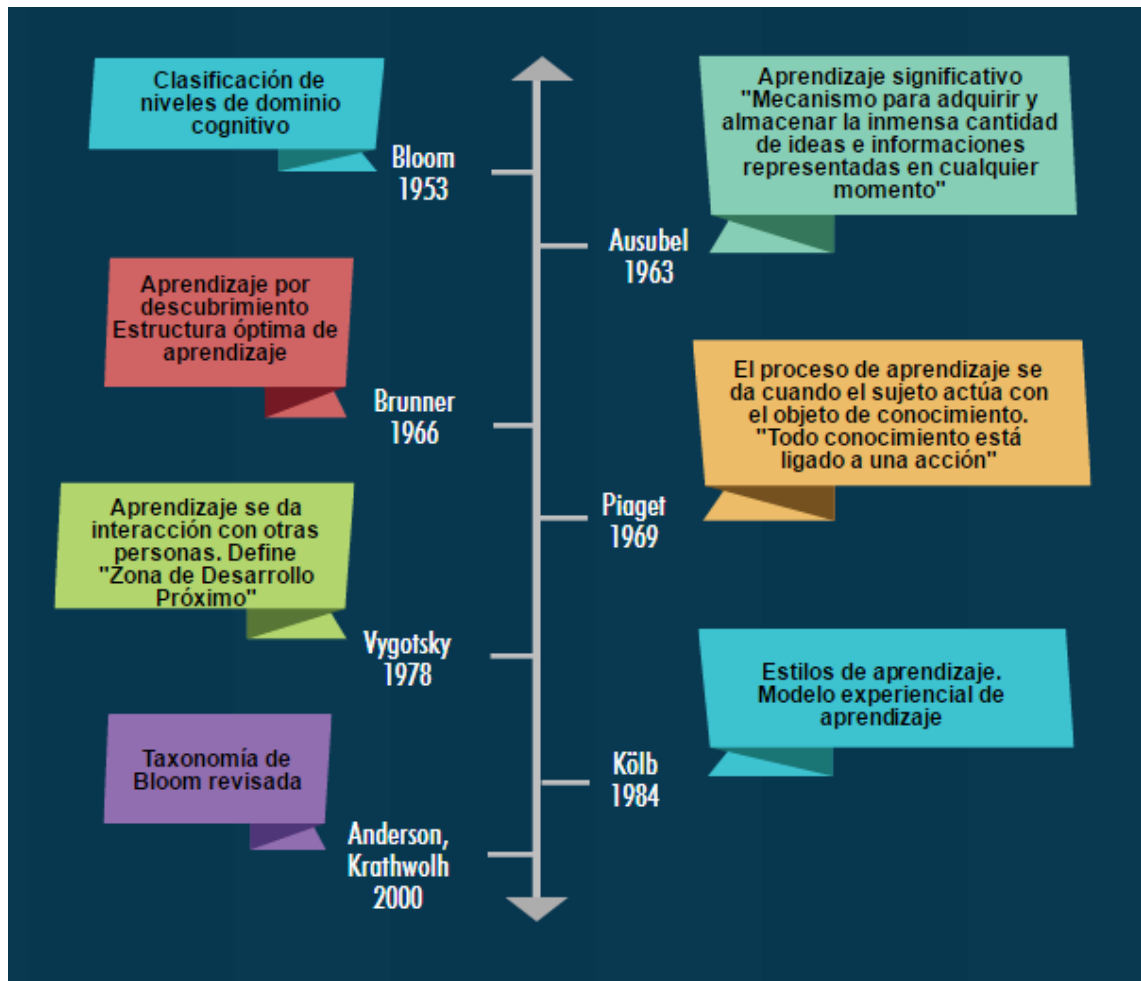
No es posible hablar de metodologías activas, sin hablar del constructivismo; como se mencionó en el capítulo anterior, el constructivismo plantea que el aprendizaje de los estudiantes debe ser activo, utilizando metodologías que brinden al individuo la posibilidad de participar en actividades, en lugar de permanecer de manera pasiva observando lo que se les explica⁴⁴. Basado en ello es necesario entender los principios y premisas de los grandes exponentes del constructivismo a través del tiempo y cómo ha ido evolucionando el concepto y la aplicación en la educación hasta el día de hoy.

Un factor común que marcó la revisión fue que las instituciones que mejores resultados obtuvieron de la aplicación de metodologías activas, fundamentaban su trabajo en por lo menos una de las teorías de los autores presentados en la figura 1; artículos como *Felder's learning styles*, *bloom's taxonomy*, and *the Kolb learning cycle: Tying it all together in the CS2 course*, *Student-centered, concept-embedded problem-based engineering thermodynamics* y *Evaluation of final examination papers in engineering: A case study using bloom's taxonomy*. La base de dichos trabajos se centraba principalmente en el modelo de aprendizaje de Kölb y/o la taxonomía de Bloom, las cuales 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.

43 CRONIN, Op. Cit., p. 38-43

44 HERNÁNDEZ, S. El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. En: Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. Vol. 5, No. 2 (2008); p. 26-35.

Figura. 1 Teorías de autores encontrados en la revisión de literatura



Los niveles del dominio cognitivo identificados por Bloom⁴⁵, mostrados en la tabla 2, 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

45 Bloom, Benjamin. Taxonomy of Educational Objectives Book 1: Cognitive Domain. Second Edition. Addison Wesley Publishing Company (1984).

de la taxonomía tanto como sea posible (Bell, 1995)⁴⁶, de esta manera, el estudiante puede llegar a una profunda comprensión de la materia.

Tabla 2. 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)⁴⁷ 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)⁴⁸. 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)⁴⁹; de acuerdo con el modelo, un concepto se aprende de mejor

46 BELL, J and SCOTT, F. The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool. En: Proceedings of the American Society for Engineering Education 1995 Annual Conference, Session number 2513, June 1995, Anaheim, CA.

47 KOLB, D. A. Learning Style Inventory, Version 3. Boston, MA: Hay Group. (1999)

48 MURPHY, Elena. A Review of Bloom's Taxonomy and Kolb's Theory of Experiential Learning: Practical Uses for Prior Learning Assessment. [en línea] <<https://www.homeworkmarket.com/sites/default/files/priorlearning-experientialtheory.pdf>> [citado el 10 de Diciembre de 2015]

49 KÖLB, David. Experiential learning, experience at the source of learning and development. Prentice-Hall Inc. New Jersey (1984)

forma cuando se responde a las cuatro preguntas en su totalidad (Terry, 1993)⁵⁰.

Figura. 2 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)⁵¹.

50 TERRY, Ronald and HARB, Jhon. Kölb, Bloom, creativity and engineering design. En: ASEE Annual Conference on Proceedings. (1993)

51 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

¿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)⁵² 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.

2.2 APRENDIZAJE

Aprender comprende la adquisición y la modificación de conocimientos, habilidades, estrategias, creencias, actitudes y conductas. Exige capacidades cognoscitivas, lingüísticas, motoras y sociales y adopta muchas formas⁵³.

Ninguna definición de aprendizaje es aceptada por todos los teóricos, investigadores y profesionales de la educación; y las que hay son numerosas y variadas, pues existen desacuerdos acerca de la naturaleza precisa del aprendizaje. La siguiente definición general comprende los criterios que la mayoría de los investigadores y los profesionales consideran fundamentales:

52 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.

53 SHUNCK, Dale. Learning theories an educational perspective. Pearson, Ed. 6 (2011); p. 561

"aprender es un cambio perdurable de la conducta o en la capacidad de conducirse de manera dada como resultado de la práctica o de otras formas de experiencia"⁵⁴.

Ahora bien, las teorías del aprendizaje difieren en el modo de tratar temas que son fundamentales para el mismo, dónde los más importantes tienen que ver con la forma como ocurre el aprendizaje y los elementos que influyen en él, cuál es la función de la memoria y cuál la de la motivación y como ocurre la transferencia.

Una teoría es un conjunto de principios científicamente aceptable, que explican un fenómeno. Las teorías ofrecen marcos de trabajo para interpretar las observaciones ambientales y sirven como puentes entre la investigación y la educación⁵⁵. La teoría del aprendizaje y la práctica educativa deben ir de la mano. Mientras la teoría sola pierde la importancia de los factores contextuales; la experiencia práctica sola carece de la estructura general para organizar el conocimiento.

Aprendizaje activo

*"El aprendizaje activo" significa que los estudiantes se involucren con el material, participen en la clase, y colaboren entre sí. No espere a que sus estudiantes simplemente escuchen y memoricen; en su lugar, haga que ayuden a demostrar un proceso, analizar un argumento, o aplicar un concepto a una situación del mundo real"*⁵⁶

Stanford University

54 SHUELL, Thomas. Cognitive conceptions of learning. En: Review of Educational Research. Vol. 56, No. 4 (1986); p. 411-436

55 Suppes, P . The semantics of children's language. En: American Psychologist. Vol. 29 (1974); p. 103

56 STANFORD UNIVERSITY. Promoting Active Learning [en línea]

<<https://teachingcommons.stanford.edu/resources/learning-resources/promoting-active-learning>>
[citado el 5 de Agosto de 2015]

Bonwell⁵⁷ define el aprendizaje activo como el proceso que compenetra a los estudiantes a realizar cosas y pensar en eso que realizan. Los estudiantes deben ser parte del proceso de aprendizaje a través de la participación en tareas como escribir, leer, reflexionar, pensar y hablar⁵⁸. Mediante el aprendizaje activo se hace mayor énfasis en el desarrollo de habilidades que en la transmisión de información⁵⁹.

Para que exista aprendizaje activo el estudiante debe hacer mucho más que simplemente oír; debe leer, cuestionarse, escribir, discutir, aplicar conceptos, utilizar reglas y principios, resolver problemas; debe estar expuesto continuamente a situaciones que le demanden operaciones intelectuales de orden superior, análisis, síntesis, interpretación inferencia y evaluación⁶⁰; debe ser él mismo el responsable del proceso, siendo consciente de lo que se aprende, lo que se debe aprender y lo que aún no ha aprendido, pasa de ser espectador, a ser protagonista. Los estudiantes deben participar en discusiones y actividades en las que reflexionen sobre sus experiencias con el fin de hacer el aprendizaje práctico más eficaz⁶¹. Cuando el estudiante adquiere información en un contexto significativo y la relaciona con conocimientos y experiencias previas es capaz de formar una conexión entre el nuevo conocimiento y las experiencias previas desarrollando un vínculo más fuerte de comprensión conceptual⁶².

57 BONWELL, Charles & EISON, James. Active learning: Creating excitement in the classroom. En: ASHE-ERIC Higher Education Report [en línea] No. 1 (1991)

<http://www.ed.gov/databases/ERIC_Digests/ed340272.html> [citado el 21 de Agosto de 2015]

58 Meyer, C., & Jones, T. B. Promoting active learning: Strategies for the college classroom. En: Biochemistry and Molecular Biology Education. Vol. 22, No. 1 (1994); p. 61

59 PAULSON, Donald & FAUST, Jennifer. Active learning in the college classroom. En: Journal on Excellence in College Teaching. Vol. 9, No. 2 (1998); p. 3-24.

60 GONZALEZ, Z. La evaluación de los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo de la cartilla docente [en línea] <http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla_evaluacion.pdf> [citado el 8 de Agosto de 2015]

61 KOLODNER, J. Case-Based Reasoning. En: Cambridge Handbook of the Learning Sciences (2006); p. 225-242

62 KRAJCIK, J & BLUMENFELD, P. Project-Based learning. En: Cambridge Handbook of the Learning Sciences (2006); p.317-333

Constructivismo y aprendizaje activo: Los métodos de enseñanza que promueven el aprendizaje activo se encuentran enmarcados dentro de la teoría constructivista de aprendizaje; teoría para la cual los estudiantes son el eje y los protagonistas del proceso, siendo ellos quienes deciden cuándo y cómo quieren aprender; y el docente es solo un guía que orienta, motiva y retroalimenta al estudiante en este proceso. 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 explica⁶³; “el aprendizaje se forma construyendo nuestros propios conocimientos desde nuestras propias experiencias”⁶⁴.

Autores como Piaget, Ausubel, Vygotsky y Bruner plantearon que aprender era la consecuencia de desequilibrios en la comprensión del estudiante y que el ambiente tenía una importancia fundamental en este proceso. Para la teoría constructivista el desarrollo y exploración del estudiante se mueve libremente, transitando desde un nivel sencillo a uno más complejo; en donde los estudiantes deben desarrollar actividades centradas en sus habilidades para consolidar rápidamente el aprendizaje.

2.3 METODOLOGÍAS ACTIVAS DE APRENDIZAJE

Una estrategia de aprendizaje activo es aquella que propicia una actitud participativa del estudiante en el aula; dejando a un lado el papel pasivo del método clásico, en el que se limita únicamente a tomar nota de lo que ve en el tablero. Por su parte, 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 esto ocurra⁶⁵, cada metodología

63 HERNÁNDEZ, S. Op, cit. p. 26-35.

64 ORMROD, J. E. Human learning. Sydney, New South Wales: Merrill, Prentice Hall Australia Pty Ltd. Ed. 3 (1999)

65 DE MIGUEL, M. Modalidades de Enseñanza centradas en el desarrollo de Competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior. En: Universidad de Oviedo [en línea]

utilizada en el proceso de enseñanza-aprendizaje es buena para determinadas situaciones; sin embargo, ningún método es bueno para todas. Existen muchas maneras de involucrar al estudiante en su aprendizaje, tanto con ejercicios dentro del salón de clases, como fuera de él.

Aprendizaje colaborativo: se refiere a actividades de aprendizaje diseñadas expresamente para un tema y que se llevan a cabo en parejas o pequeños grupos interactivos⁶⁶. Los objetivos del aprendizaje colaborativo se pueden enmarcar en la mejora del aprendizaje del estudiante a través de su participación activa y el desarrollo de habilidades sociales como toma de decisiones, solución de conflictos y comunicación⁶⁷. Así mismo es importante resaltar que dentro de esta metodología están contenidos otros métodos activos que serán tratados más adelante; por ejemplo, los casos de estudio, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje orientado a proyectos, juego de roles, entre otros.

Cavanaugh⁶⁸ integró actividades de aprendizaje colaborativo a su clase semanal de matemáticas durante un semestre, con un total de 147 estudiantes inscritos. La clase magistral de 50 minutos era intercalada cada 10 o 15 minutos con actividades como casos de estudio, trabajos en pequeños grupos y la discusión de toda la clase. Al finalizar el semestre se pidió a 94 estudiantes responder un cuestionario de forma anónima. Del total de encuestados la mayoría pensaba que el formato les había ayudado a aprender y entender el contenido de la unidad, unos pocos pensaban que fue entregado muy poco contenido. Sin embargo, todos los encuestados estuvieron de acuerdo en que las actividades ayudaron a mantener su interés y atención en cada clase sesión.

http://www.uvic.es/sites/default/files/Ensenanza_para_competencias.PDF [citado el 18 de Junio de 2015]

66 STANFORD UNIVERSITY. Collaborative Learning [en línea]

<<https://teachingcommons.stanford.edu/resources/learning/learning-activities/collaborative-learning>> [citado el 22 de Agosto de 2015]

67 BONWELL, Op. cit., p. 43

68 CAVANAUGH, M. Students experiences of active engagement through cooperative learning activities in lectures. En: Active Learning in Higher Education. Vol. 12, No. 23 (2011); p. 23-33.

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. Es interesante por la motivación que pueda 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.

En la Universidad de Stanford frecuentemente se combinan aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos; pues ambas estrategias son colaborativas e implican aprendizaje activo. Los equipos pueden ser multidisciplinarios y gracias a las TICs pueden estar distribuidos por todo el mundo; con la ventaja de que pueden tratarse problemas de tipo local o global, incluso en algunos casos, estos son proporcionados por socios corporativos⁶⁹.

Aprendizaje basado en problemas (PBL) 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. Favorece el desarrollo de habilidades de análisis y síntesis de información, es decir, busca que el estudiante piense crítica, creativa y productivamente sobre el problema. 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.

69 STANFORD UNIVERSITY. Project-Based Learning [en línea] <
<https://teachingcommons.stanford.edu/resources/learning/learning-activities/project-based-learning>>
[citado el 22 de Agosto de 2015]

En 2003 Steinemann⁷⁰ aplicó PBL en un curso de posgrado de Ingeniería Civil como medio para desarrollar habilidades de resolución de problemas en el aula que fueran transferidas a la práctica profesional. El problema estaba enfatizado en hacer el campus universitario más sustentable. Los estudiantes entablaron reuniones con los “stakeholders” del proyecto en el campus, hubo discusiones abiertas durante las clases, al mismo tiempo que el docente realizaba una retroalimentación con cada grupo de forma individual. Al final del semestre los estudiantes concluyeron que PBL fue un método de enseñanza eficaz para la adquisición de conocimientos y habilidades para resolver problemas necesarios para el ejercicio profesional; menos del 5% de los estudiantes deseaba mayor atención por parte del docente.

Estudios de caso: desde su introducción en la escuela de derecho de Harvard en el siglo XIX, los casos de estudios han sido utilizados en diversas disciplinas a lo largo de todo el espectro académico; en esta metodología los estudiantes revisan una situación del mundo real (un caso), que plantea un problema a la reflexión o dilema y son colocados en el papel de quien toma las decisiones para cuestionarse como resolverían el problema. El hecho de que el caso esté relacionado y dentro de un contexto de la vida real lo hace más interesante y relevante para el estudiante, que debe abstraer la información necesaria y aplicar la teoría aprendida en clase a un entorno práctico. Mediante el trabajo en equipo y la discusión de la clase, se logra llegar al aprendizaje y el descubrimiento de distintas soluciones, comprendiendo los factores clave y los no tan importantes de cada situación⁷¹.

70 STEINEMANN, A. Implementing sustainable development through problem-based learning: pedagogy and practice. En: Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. Vol. 129, No. 4 (2003); p. 216-224.

71 ZAYAPRAGASSARAZAN, Z & KUMAR, Santosh. Active learning methods. NTTC Bulletin. Vol. 19, No. 1 (2012); p. 3-5.

Lección magistral: Fernández⁷², la define como la más común dentro de las metodologías, 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.

Simulaciones, juegos y juego de roles: son utilizados para que el estudiante adquiera experiencia frente a situaciones estresantes, desconocidas o complejas mediante la creación de circunstancias que son momentáneamente reales⁷³. De la misma forma, promueven el trabajo en equipo, generando altos niveles de motivación, entusiasmo e iniciativa, funcionando de forma paralela con la clase magistral⁷⁴.

En los juegos de rol se mezclan cualidades afectivas como la empatía, con lo 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.

Por otra parte, en las simulaciones y juegos los estudiantes aprenden de manera interactiva a través de experiencias, afrontando experiencias 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.

72 FERNÁNDEZ, Amparo. Metodologías activas para la formación de competencias. En: *Educatio siglo XXI*. Vol 24 (2006); p. 35-56

73 DAVIDSON, Donald. *Inquiries into Truth and Interpretation*. Clarendon Press. Ed. 2 (2001); p. 320

74 CLOKE, Paul. *Applied Rural Geography Gaming Technique*. En: *Journal of Geography in Higher Education* Vol. 1, No. 1 (1987); p. 35-45

Es importante establecer que el docente debe especificar claramente el rol que desempeñará cada estudiante, y solo actuará como un moderador de la actividad.

Foros de discusión en línea: la Universidad de Stanford define foros en línea como espacios donde los estudiantes pueden tener discusiones con los demás sobre temas relacionados con el curso, contribuyendo a la discusión mediante la publicación de mensajes a un tablero de anuncios en línea⁷⁵.

Un foro tiene capacidad para numerosas discusiones y sub-debates (sub-foros) a un solo hilo de la discusión sobre un tema. Una nueva discusión inicia un nuevo tema, donde se une un número de estudiantes publicando en tiempo real su opinión sobre el tema tratado. Los mensajes de la discusión se archivan por un periodo de tiempo, de forma que el docente pueda observar y analizar si la discusión iba por buen camino, o simplemente perdió el rumbo; el papel que debe desempeñar es de moderador. Los foros en línea involucran a los estudiantes en el aprendizaje activo, y promueven el crecimiento de las comunidades de aprendizaje colaborativo.

Fernández⁷⁶ afirma que ningún método es mejor que otro de forma absoluta, la decisión de usarlo o no, se debe fundamentar en el fin al que se quiere llegar y el nivel de aprendizaje y de dominio cognitivo que se busca que el estudiante alcance. Los beneficios de incorporar estrategias de aprendizaje activo en el salón de clase son inmensos; estas promueven la interacción social entre los estudiantes, abarcando los diferentes estilos de aprendizaje: visual, auditivo, lecto-escritor, kinestésico⁷⁷. A partir de estas estrategias se puede mejorar la experiencia de aprendizaje y aumentar la retención y recuperación de

75 STANFORD UNIVERSITY. Online Forum Discussion [en línea] <
<https://teachingcommons.stanford.edu/resources/learning/learning-activities/online-forum-discussion>>
[citado el 23 de Agosto de 2015]

76 FERNÁNDEZ, Op. cit., p. 35-56

77 PHILLIPS, Janet. Strategies for active learning in online continuing education. En: The Journal of Continuing Education Nursing. Vol 36, No. 2 (2005); p. 77-83

conocimiento para el aprendizaje a largo plazo⁷⁸; de forma que se puedan emplear en cualquier entorno, tanto en el aula tradicional como en una clase en línea, obteniendo el mismo nivel de éxito en los resultados⁷⁹.

2.4 ESTILOS DE APRENDIZAJE

Kölb⁸⁰ influenciado por las teorías de John Dewey, Kurt Lewin y Jean Piaget establece cuatro estilos distintos de aprendizaje, basados en un ciclo de cuatro etapas; este modelo se diferencia de los demás porque ofrece una manera de entender los estilos de aprendizaje individuales, que él nombró “Learning Styles Inventory” (Inventario de estilos de aprendizaje – LSI), y brinda una explicación de un ciclo de aprendizaje experiencial que se aplica a todo tipo de estudiantes y busca lograr el aprendizaje efectivo. La premisa de su teoría es el aprendizaje centrado en el estudiante, más que en el profesor.

En la matriz planteada por Kölb se observan cuatro procesos que deben estar presentes para que ocurra el aprendizaje; su utilidad radica en que en lugar de tratar de identificar un estilo de aprendizaje; ofrece un programa de aprendizaje integral, adaptado a todos los estilos, mejor llamados preferencias, están representados en cada cuadrante como se observa en la figura 3.

- ✓ Asimilador (teórico): Predomina en esta persona la conceptualización abstracta (CA) y la observación reflexiva (OR). Su punto más fuerte lo tiene en la capacidad de crear modelos teóricos. Se interesa menos por las personas que por los conceptos abstractos, y dentro de éstos prefiere lo teórico a la aplicación práctica. Suele ser un científico o un investigador.

- ✓ Acomodador (pragmático): Se desempeña mejor en la experiencia concreta (EC) y la experimentación activa (EA). Su punto más fuerte

78 YAZEDJIAN, A, & KOLKHORST, B. Implementing small-group activities in large lecture classes. En: College Teaching. Vol. 55, No. 4 (2007); p. 164-169.

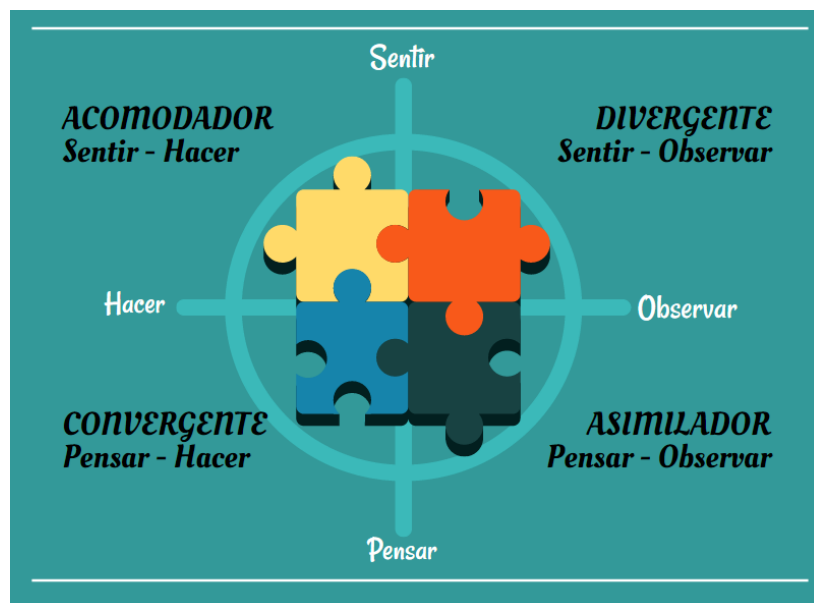
79 PHILLIPS, Op. cit., p 77-83

80 KOLB, D. A. Learning Style Inventory, Version 3. Boston, MA: Hay Group. (1999)

reside en hacer cosas e involucrarse en experiencias nuevas. Suele arriesgarse más que las personas de los otros tres estilos de aprendizaje. Se le llama “acomodador” porque se destaca en situaciones donde hay que adaptarse a circunstancias inmediatas específicas

- ✓ Convergente (reflexivo): Su punto más fuerte reside en la aplicación práctica de las ideas. Se desempeña mejor en las pruebas que requieren una sola respuesta o solución concreta para una pregunta o problema. Organiza sus conocimientos de manera que se pueda concretar en resolver problemas usando razonamiento hipotético deductivo. Estas personas se orientan más a las cosas que a las personas.
- ✓ Divergente (activo): Se desempeña mejor en cosas concretas (EC) y la observación reflexiva (OR). Su punto más fuerte es la capacidad imaginativa. Se destaca porque tiende a considerar situaciones concretas desde muchas perspectivas. Se ha nombrado “divergente” porque es una persona que funciona bien en situaciones que exigen producción de ideas.

Figura. 3 Estilos de aprendizaje de Kölb



Fuente: adaptado de Learning Style Inventory. Kölb

Con los resultados obtenidos hasta este punto, se escribió un artículo científico que fue presentado como ponencia en el Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería – ACOFI EIEI 2015, realizado en la ciudad de Cartagena de indias. En el anexo D se puede observar la publicación del artículo.

2.5 DESIGN THINKING

Es una herramienta que se ha instituido en los últimos tiempos brindando gran utilidad enfocada a la promoción de la innovación en las organizaciones de manera eficaz y exitosa. Esto, debido a que su implementación genera importantes beneficios en el diseño de soluciones, permitiendo a las compañías mejorar los resultados en su labor comercial.

“Design Thinking” es una metodología que se origina por la forma en la que trabajan los diseñadores de productos. De ahí su nombre, que en español se traduce de forma literal como "Pensamiento de Diseño"⁸¹.

Sus inicios datan a partir de los años 70 en la cual se desarrolló teóricamente en la Universidad de Stanford en California, y su primera aplicabilidad con fines lucrativos como "Design Thinking" la llevó a cabo la consultoría de diseño IDEO, siendo hoy en día su principal precursora.

Según Tim Brown, actual director ejecutivo de IDEO, el “Design Thinking”: “Es una disciplina que usa la sensibilidad y métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertir en valor para el cliente, así como en una gran oportunidad para el mercado⁸²”.

81Diseño Usandizaga Institutua. “METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA ABORDAR PROYECTOS”. [en línea]. Agosto, 2012. [26 de agosto, 2015]. <http://www.usandizaga.com/design/actitud-creativa-design-thinking/>.

82 Harvard Business Review. “Design Thinking por Tim Brown” Septiembre, 2008. [26 de agosto, 2015].

Empresas como Apple, Google o Zara lo utilizan al ser un gran generador de innovación, la cual puede ser aplicada en múltiples campos, desde el desarrollo de productos o servicios (incluyendo la educación), hasta la mejora de procesos o la definición de modelos de negocio, manteniendo como límite de su aplicabilidad, nuestra propia imaginación⁸³.

Sus 5 características diferenciales son⁸⁴:

Actitud y la generación de empatía: En el “Design Thinking” es indispensable la actitud. Hay que adoptar una actitud de diseñador, ser curiosos y observadores. En cualquier detalle se puede encontrar información trascendental. También hay que ser empáticos, tanto con las personas como con sus circunstancias. Ser capaces de ponerse en la situación del otro, entender las necesidades, problemas, y deseos de las personas involucradas en la solución que se está buscando. Sin importar lo que se esté desarrollando, siempre existirá la interacción con personas. La clave para encontrar un resultado exitoso, es satisfacer las personas mencionadas anteriormente. Ser optimistas y positivos. Perder el miedo a la equivocación, y ver los errores como oportunidades.

El trabajo en equipo, se pone en valor la capacidad de las personas de aportar singularidad. Al tener un equipo diverso se pueden generar mayores puntos de vista, variados conocimientos y múltiples experiencias. Es importante que dentro del equipo exista al menos una persona con conocimientos claros sobre la metodología y así poder guiar el proceso con mayor fluidez. Se debe mantener un grupo estable de personas que participen hasta el final, se pueden agregar otras obedeciendo a las necesidades de la fase en la que se encuentre. Por ejemplo, en la generación de ideas o en la prueba de prototipos.

El “Design Thinking” ayuda a identificar fallas, para que, al momento de encontrar la solución deseada, éstas ya hayan sido solucionadas. Todo ello

83 Abad, Mar. “¿Qué es el pensamiento del diseño?”. [en línea]. Noviembre, 2009. [26 de agosto, 2015]. <http://www.yorokobu.es/%C2%BFque-es-el-pensamiento-de-diseno/>

84 Institute of Design at Stanford, “Guía del proceso Creativo” [26 de agosto, 2015].

bajo un ambiente en donde se promueve lo interactivo, dado que se trata de disfrutar durante todo el proceso y es por ello que se llega a un estado mental en donde el potencial imaginativo no tiene límites. Se pueden desarrollar técnicas de gran contenido visual y manual, esto, con el objetivo de poner a trabajar tanto la mente creativa como la analítica, dejando como resultado soluciones innovadoras y a la vez factibles.

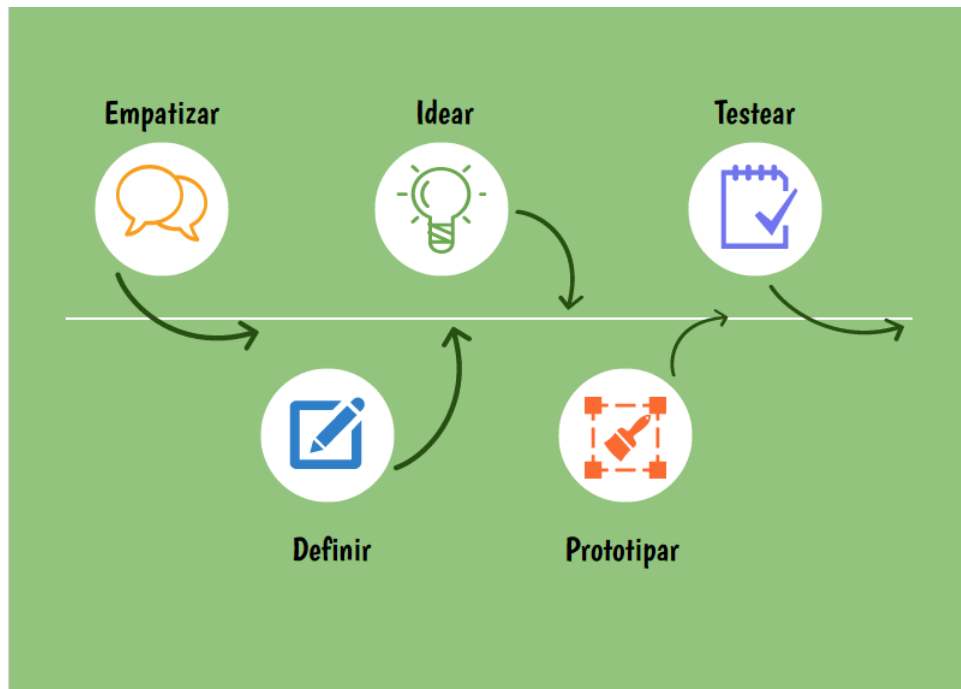
Los materiales: para el “Design Thinking”, los materiales de trabajo son muy sencillos y están al alcance de cualquiera. Basta con tener cintas adhesivas, colores, marcadores, notas adhesivas e incluso una cámara fotográfica; herramientas de muy bajo costo que permiten generar una comunicación visual, lo cual es clave, dado que una imagen vale más que mil palabras, generando que su interpretación sea muy variada y así producir gran cantidad de ideas que resultan de gran aporte al proceso.

El espacio: Durante el proceso es necesario contar con un espacio de trabajo, aunque también se desarrollan técnicas fuera de él. Lo ideal es encontrar un sitio lo suficientemente amplio para trabajar en torno a una mesa, con paredes libres donde pegar la información que se vaya generando. El lugar debe ser luminoso e inspirador, que propicie el trabajo distendido y genere comodidad y buen estado de ánimo, algo similar a las oficinas de Google, un espacio inspirador motiva la innovación.

El proceso de “Design Thinking” se compone de cinco etapas (ver figura 4), pero no tiene orden establecido, lo que indica que en cualquier momento se puede ir hacia atrás o hacia delante cuando se considere oportuno, saltando incluso a etapas no consecutivas. Inicialmente se recolecta mucha información, generando una gran cantidad de contenido, que crecerá o disminuirá dependiendo de la fase en la que se encuentre⁸⁵.

85 Leland Stanford Jr. University, “Design Thinking for Social Innovation?” Invierno, 2010. [26 de agosto, 2015].

Figura. 4 Etapas del Design Thinking



EMPATIZAR: El proceso de “Design Thinking” comienza con una profunda comprensión de las necesidades de las personas implicadas en la solución que se esté desarrollando, y también de su entorno. Se debe desarrollar la capacidad de sentir lo que sienten las demás personas y generar soluciones consecuentes con sus realidades.

DEFINIR: Durante la etapa de Definición, se filtra la información extraída durante la fase de Empatía para que finalmente se siga trabajando con lo que realmente aporta valor lo cual provoca el alcance de nuevas e interesantes perspectivas. Se deben identificar problemas cuyas soluciones serán clave para la obtención de un resultado innovador.

IDEACIÓN: en esta etapa se tiene como objetivo generar una libertad para generar ideas y no quedarse con la primera opción que se plantee. En esta fase, las actividades favorecen el pensamiento expansivo y se deben eliminar

los juicios de valor. A veces, las ideas más extravagantes son las que generan soluciones visionarias.

PROTOTIPAR: en la etapa de prototipado es en donde se convierten las ideas en una realidad. Construir prototipos hace las ideas tangibles y ayuda a visualizar las soluciones viables, poniendo de manifiesto elementos que se deben mejorar o refinar antes de llegar al resultado final.

TESTEAR: Durante la fase de Testeo, se prueban los prototipos con los usuarios involucrados en la solución que se esté desarrollando. Es una fase importante que ayudará a identificar mejoras significativas, fallas a resolver o posibles falencias. Durante esta fase se lleva a una evolución de la idea hasta convertirla en la solución que se está buscando. Medir es un paso imprescindible y con este paso se busca la retroalimentación de usuarios, clientes e integrantes del equipo de diseño, ya que un prototipo lejos de ser acabado, está abierto y admite aportaciones y modificaciones. No importa cuántas veces deba volverse a mejorar, cambiar y testear. Además, esta etapa es una gran oportunidad para afianzar o ganar empatía de usuarios o clientes, refinando soluciones y mejorándolas. Esta fase no busca una calificación como resultado, sino un aprendizaje, mostrando al usuario una posible solución y confrontándolo con ella, para aprender y generar un prototipo mejor.

“Design Thinking” para Educadores:⁸⁶ es una herramienta empleada para generar un cambio significativo en la manera de impartir clases en las instituciones educativas. Existen varios puntos de vista, entre los cuales se encuentran:

- ✓ Diseñado por el profesor: diseñar salas de acuerdo a las necesidades de los alumnos.
- ✓ Diseñado por la escuela: el aprendizaje investigativo, en el cual los estudiantes dejan de ser receptores de información y se convierten en forjadores del conocimiento. El cuerpo docente sigue evolucionando y

⁸⁶ Creative Commons Reconocimiento, “Design Thinking para Educadores”, Ed. 2 [26 de agosto, 2015].

compartiendo este enfoque con los nuevos profesores a través de la creación de un manual de aprendizaje de investigación para realizar seguimiento de su filosofía y métodos.

- ✓ Diseñado a nivel local: Existe desconexión entre el currículo existente (el papel) y los recursos digitales interactivos que ya están disponibles para profesores y estudiantes en cualquier momento y lugar. El “Design Thinking” reconceptualiza la creación de planes de estudio y así satisfacer las necesidades de todos los alumnos.
- ✓ Diseñado por la comunidad: el “Design Thinking” motiva a realizar grandes desafíos en las instituciones educativas para reimaginar la experiencia dentro de las mismas, a través de sesiones colaborativas en las cuales se recogen necesidades e intereses de los alumnos, profesores y familia, motivando a la comunidad a imaginar nuevas soluciones que podrían ayudar a que la escuela sea más eficaz. La comunidad aporta entorno a nuevos contenidos y estructuras.

En la educación de hoy en día, existen múltiples problemas, pero cada uno de ellos puede verse como una oportunidad en la cual se pueden diseñar nuevas y mejores soluciones para mejorar el aula, la escuela y la comunidad. Las necesidades de los estudiantes de hoy se están desarrollando tan rápidamente como las tecnologías que compiten por aumentar su atención. Al mismo tiempo, las organizaciones y sistemas se estiran al límite para mantenerse al día con las exigencias cambiantes de los tiempos.

Los procesos y el currículum existentes están estructurados según las necesidades de todo un estado o país, pero cada escuela es diferente, es precisamente por ello que los educadores entienden a los estudiantes y a sus respectivas escuelas, convirtiéndose en una oportunidad y responsabilidad para crear soluciones para los desafíos que se presentan tanto al educador como a la escuela en el diario vivir. Como Einstein dijo, "No podemos resolver


problemas utilizando el mismo tipo de pensamiento que usamos cuando los creamos".

El "Design Thinking" es un acto creativo que permite a los profesores entender que el hecho de generar un ambiente de aprendizaje eficaz es un arte tanto reflexivo como intencional. Si se desea modificar la educación y aprender a hacerlo de manera notable, los educadores tienen que ser los diseñadores y rediseñadores emprendedores de los "sistemas" escolares y de las propias escuelas. Consiste en creer que se puede marcar la diferencia por medio de un proceso proactivo con el objetivo de llegar a nuevas soluciones pertinentes que demuestren un impacto positivo, generar confianza en la capacidad creativa para así, poder transformar dificultades en oportunidades de diseñar soluciones.

El "Design Thinking" está centrado en el ser humano, generando una empatía profunda en la comprensión de sus necesidades y motivación de los estudiantes, profesores, padres de familia y demás personas involucradas en el equipo de enseñanza/aprendizaje; de este modo se convierte en una metodología colaborativa involucrando varias mentes para encontrar una solución a la necesidad encontrada, motivándolos de manera optimista para generar un cambio grupal sin interesar el nivel del problema a tratar. No importan las limitaciones del entorno, el "Design Thinking" da la oportunidad de fracasar y aprender de los errores, los cuales dejan un aprendizaje para llegar a obtener nuevas ideas, opinar sobre ellas e iterar nuevamente. De esta manera, el trabajo nunca estará terminado, siempre estará en progreso de acuerdo a las necesidades que se van presentando en los estudiantes.

El proceso de diseño (figura 5), consta de cinco etapas que ayudan las personas a navegar desde la identificación de un problema, hasta la búsqueda y construcción de soluciones creativas.

Figura. 5 Fases del proceso de diseño

1 DESCUBRIMIENTO	2 INTERPRETACIÓN	3 IDEACIÓN	4 EXPERIMENTACIÓN	5 EVOLUCIÓN
				
Tengo un desafío. <i>¿Cómo lo abordo?</i>	Aprendí algo. <i>¿Cómo lo interpreto?</i>	Veo una oportunidad. <i>¿Qué puedo crear?</i>	Tengo una idea. <i>¿Cómo la construyo?</i>	Intenté algo nuevo. <i>¿Cómo evolucionarlo?</i>
PASOS				
1-1 Comprende el desafío 1-2 Prepara la investigación 1-3 Reúne la inspiración	2-1 Narra historias 2-2 Busca el sentido 3 Formula oportunidades	3-1 Genera ideas 3-2 Refina ideas	4-1 Construye prototipos 4-1 Obtén retroalimentación	5-1 Haz seguimiento de los aprendizajes 5-2 Avanza

Fuente: Design Thinking for Educator, Ed. 2. P. 16

2.6 CIBERNÉTICA DE TERCER ORDEN

La cibernética es el estudio de los sistemas de regulación, y se encuentra vinculada estrechamente a la teoría de sistemas, es entendida como el estudio de los ciclos de control y la variación del comportamiento, como descriptores de las actividades observadas de un sistema⁸⁷ y estudia principios generales que pueden ser usados para el estudio de los modos de comportamiento humano basándose en los ciclos de control donde la variación en el comportamiento es lo central⁸⁸. Pues bien, la cibernética de tercer orden comprende un modelo conceptual para concebir la educación y los procesos de enseñanza aprendizaje desde un fundamento establecido en el estudio del control en máquinas, hombres y animales, es decir desde una perspectiva de la cibernética. Este modelo, contendrá la metodología para definir la gestión educativa en diferentes aspectos, que abarcan desde concepciones filosóficas, las actividades propias de la enseñanza y la evaluación en términos de transformación, modificación, comunicación⁸⁹ y su efecto sobre el diseño y evaluación de actividades de juego para aprender de forma significativa y satisfactoria.

87 Wiener, 1965; Ashby, 1957; Nova Arévalo, Pinzón Rueda, & Quintero, 2011

88 Ashby, 1957

89 Nova Arévalo, Pinzón Rueda, & Quintero, 2011

La cibernética de tercer orden puede usarse para evaluar un método, por lo tanto, puede usarse el para diseñar una metodología o para describir, analizar, sintetizar y evaluar los métodos particulares en uso o las prácticas o acciones propuestas y seleccionadas por el observador.

Para su uso se efectúa el siguiente procedimiento:

- 1) Se identifica el observador y se le nombra
- 2) Se identifica el sistema observado, conocido también como el sistema en foco
- 3) Se listan los elementos del ciclo cibernético de tercer orden:
 - a. Propósito atribuido al sistema u objetivo general o principal o distinción
 - b. Metas u objetivos específicos
 - c. Criterio o regla que acepta o rechaza el cumplimiento de la meta
 - d. Plan o secuencia de acción o lista de procedimiento o acción, conocido también como protocolo de adquisición y uso de recursos
 - e. Recursos de entrada: lista de los factores que se incluyen y se requieren para la lúdica, en los ámbitos de:
 - i. Moneda: aspecto económico financiero
 - ii. Materiales: lista de los dispositivos elementales a utilizarse
 - iii. Máquinas: lista de dispositivos organizados que efectúan una transformación, como iluminación, audio, aromatización, cinemáticos, cimánticos.
 - iv. Mano de obra: configuración de la calidad, cantidad y disposición de las personas que participan
 - v. Medio: características del entorno, horario, recursos, infraestructura de edificaciones y comunicaciones
 - vi. Método: forma en la que se organizan los anteriores elementos e interactúan para cumplir con los objetivos específicos o con el objetivo principal o propósito

- vii. Management: administración y forma de resolver los conflictos entre los participantes o en los cambios o modificaciones de circunstancias y reglas del juego o lúdica
 - viii. Conocimiento previamente disponible o utilizado o que pretende
- f. Transformación o proceso: lista de los cambio o modificaciones esperadas
 - g. Salidas: lista de productos obtenidos o medidas de desempeño.
 - h. Supuestos que fundamentan el juego, sobre los que se espera funcione la lúdica
 - i. Supuesto usados durante el uso de la lúdica
- 4) Una vez se dispongan los elementos descritos se organizan en forma del circuito cibernético de tercer orden, según el siguiente esquema de la figura 6, el cual es implementado por la Red IDDEAL⁹⁰.
- 5) Verificación o diagnóstico horizontal de la lúdica: verifica la existencia de las relaciones horizontales entre los elementos según el grafo anterior, se ubican en los nuevos recuadros que aparecen en la figura 7. En ellos se revisan los supuestos, las metas y los criterios: esto constituye la evaluación semiótica, axiológica y epistemológica
- a. Los supuestos declarados sobre los que se fundamenta la lúdica son lo que se verifican en la ejecución de la misma.
 - b. Lo que se les dice o se nombra a los participantes de la lúdica es lo mismo que lo ejecutado
 - c. Se cumple lo que buscaba el diseñador según lo declaran los jugadores
 - d. Las metas son suficientes para cumplir con el propósito de la lúdica

⁹⁰ Red para la Investigación, Desarrollo y Divulgación de los procesos Enseñanza-Aprendizaje a través de la Lúdica

Figura. 6 Esquema de evaluación de lúdica en IDDEAL

	Nombre de la lúdica	
Supuestos del Juego		Supuestos Usados
Propósito de la lúdica		Metas ú objetivos específicos
Plan		Criterios
Recursos de entrada	Transformación	Salida

Fuente: Cibernética de Tercer Orden - Red para la Investigación, Desarrollo y Divulgación de los procesos Enseñanza-Aprendizaje a través de la Lúdica.

- e. Las metas están articuladas entre sí de forma consecuente entre ellas, ello no implica que la articulación sea secuencial, es decir lo importante es que se articulen no que la meta 2 dependa siempre y solo de la meta 1, lo importante es que pasando por todas las metas se cumple el propósito
- f. Los criterios se evalúan y se vuelven un plan de acción en términos de secuencia de acciones y de los recursos requeridos
- g. Los criterios identifican las metas a las que están asociados
- h. Los criterios tienen una métrica o identificación de cumplimiento
- i. De qué forma los criterios valoran la diferencia entre las salidas obtenidas y las metas propuestas

Figura. 7 Matriz de comparación horizontal de criterios de evaluación de lúdicas en IDDEAL

	Nombre de la lúdica	
Supuestos del Juego	Los supuestos usados son los mismos que los declarados	Supuestos Usados
Propósito de la lúdica	Metas adecuadas al propósito	Metas ú objetivos específicos
Plan	Plan adecuado a los criterios	Criterios
Recursos de entrada	Transformación	Salida

Fuente: Cibernética de Tercer Orden - Red para la Investigación, Desarrollo y Divulgación de los procesos Enseñanza-Aprendizaje a través de la Lúdica.

El contraste entre los supuestos declarados y los supuestos usados lleva a la identificación de la axiología de la semiótica, es decir de cómo se interpretan las acciones de juego, el contraste entre las metas y el propósito es un indicativo de la axiología o de lo que es considerado valioso para la lúdica o juego e indica si es consistente entre sus elementos componentes, el contraste entre planes y criterios identifica como conocemos y cuál es el efecto del observadores en términos de valorar las diferencias que existen entre los sucesos y lo deseado en las metas, así como la forma en que este pretende cambiar sus comportamientos en el plan de acción y es allí donde se identifica el cambio en la forma de aproximarse al mundo o epistemología.

6) Análisis Vertical (ver figura 8): Este diagnóstico usa los elementos de los dos primeros niveles del circuito de cibernética de tercer orden: primero identifica los siguientes elementos:

- Metas, Criterio y salidas, de ello se verifica si están los tres en la misma dimensión o aspecto es decir si se está hablando y tratando del mismo tipo de elementos esto para saber si se están comparando el mismo tipo de objetos y así conocer si se alinean con el propósito, pues de otro lado ya se ha contrastado la consistencia entre metas y propósito con lo que se espera efectúe la lúdica.
- Plan y Recursos de entrada: aquí se verifica si corresponde lo planeado con lo ejecutado,
- Transformación, identifica si hay causalidad entre las entradas y salidas a través de la lúdica propuesta y ejecutada.

Figura. 8 Matriz de comparación vertical de criterios de evaluación de lúdicas en IDDEAL

	Nombre de la lúdica	
Supuestos del Juego	Los supuestos usados son los mismos que los declarados	Supuestos Usados
Propósito de la lúdica	Metas adecuadas al propósito	Metas ú objetivos específicos
Plan	Plan adecuado a los criterios	Criterios
Recursos de entrada	Transformación	Salida
El plan describe los recursos	Cómo la lúdica usa los recursos descritos para elaborar las salidas	Las salidas se comparan con los criterios Las metas corresponden a las salidas

Fuente: Cibernética de Tercer Orden - Red para la Investigación, Desarrollo y Divulgación de los procesos Enseñanza-Aprendizaje a través de la Lúdica.

3 DISEÑO Y DESARROLLO DE PROPUESTA METODOLÓGICA

Antes de iniciar las diferentes fases de diseño y desarrollo de la propuesta, se deben tener en cuenta ciertos aspectos que permitieron direccionar y definir el desafío de diseño a resolver en el proceso de diseñar estrategias o ideas especializadas, donde se despliegan enfoques interactivos y colaborativos, dando apertura a diferentes puntos de vista,⁹¹ explicados en la figura 9:

Figura. 9 Consideraciones previas al proceso de diseño



Fuente: adaptado del libro Design Thinking For Educators

91 LINDBERG, T. MEINEL, C. Design Thinking in IT Development?. En: Electronic Colloquium on Design Thinking Research, Report No. 1 (2010)

91 PHILLIPS, Janet. Strategies for active learning in online continuing education. En: The Journal of Continuing Education Nursing. Vol 36, No. 2 (2005); p. 77-83

91 YAZEDJIAN, A, & KOLKHORST, B. Implementing small-group activities in large lecture classes. En: College Teaching. Vol. 55, No. 4 (2007); p. 164-169.

91 PHILLIPS, Op. cit., p 77-83

91 KOLB, D. A. Learning Style Inventory, Version 3. Boston, MA: Hay Group. (1999)

Cabe mencionar las herramientas que fueron utilizadas para el desarrollo de algunas etapas del Design Thinking for Educators que fueron involucradas en el presente capítulo del proyecto. (Ver figura 10).

Figura. 10 Herramientas utilizadas en cada etapa del Design Thinking involucradas en éste capítulo del proyecto



Fuente: adaptado de Design Thinking For Educators

3.1 FASE DE IDEACION Y PROTOTIPADO

Ideación significa generar una gran cantidad de ideas. En efecto son las experiencias, personalidades, áreas del conocimiento y vivencias de los colaboradores y participantes lo que contribuyen a aportar ideas desde diferentes perspectivas, lo que, por consecuencia, hace el resultado final certero⁹².

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. En primer lugar, es necesario describir 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 diseño⁹³.

Para la generación de ideas se realizaron sesiones con integrantes del grupo GALEA puesto que sus integrantes cuentan con una apertura mental hacia la solución de problemas por medio de las lúdicas y otras metodologías activas, también se contó con estudiantes que ya habían visto la asignatura puesto que sus vivencias en las clases ayudarían a generar un rumbo más acertado, del mismo modo se contó con todos los docentes del área, en donde se pudieron extraer valiosos aportes para la creación y construcción de las diferentes actividades a implementar, en el cual se destaca la importancia de incluir experiencias que propicien una interacción entre docentes y estudiantes puesto

92 ACKOFF, Russell. MAGIDSON, Jason. *Idealized Design: How to Dissolve Tomorrow's Crisis Today* Edición 1; FT Press. (2006).

93 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

que de esta forma el docente tendrá un mayor conocimiento del contexto de sus estudiantes y, por tanto, de sus necesidades.

Motivados por los excelentes resultados evidenciados en la revisión de literatura y considerando los temas y diferentes falencias que docentes y estudiantes han evidenciado en el desarrollo de la asignatura, se definió el desafío de diseño como: integrar la taxonomía de Bloom y el modelo de aprendizaje de Kölb a la enseñanza de Investigación de Operaciones aplicando metodologías activas; de esta premisa parte la definición de la propuesta de enseñanza/aprendizaje.

El método actual en que se imparte la materia, el cual fue explicado en detalle en el capítulo 2.1.1, 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 propone la aplicación de actividades lúdicas (Introducción al curso, método gráfico y mezclas).

¿Qué? y ¿Cómo? El segundo y tercer cuadrante comprenden la forma tradicional como se viene impartiendo la materia; sin embargo, se busca dar soporte en este aspecto a través del aprendizaje colaborativo, creando espacios extraclase de construcción de conocimiento en conjunto con los estudiantes; en donde ellos puedan reunirse y plantear sus dudas; y estén liderados por estudiantes del grupo GALEA que en su momento ya hayan cursado y aprobado la asignatura, para que actúen como tutores y realicen 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 integran 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 busca invertir el proceso, con la construcción de casos a partir de la información y datos recopilados en dichos proyectos que planteen retos para los estudiantes y los motiven a buscar soluciones afines a la realidad que vive la industria en la región. Adicional a esto se propone la elaboración de un trabajo de investigación de la asignatura a través de la metodología de aprendizaje orientado a proyectos; este será catalogado como el proyecto final. En resumen, el resultado final de las actividades para los diferentes temas del curso, se pueden observar en la figura 11.

Figura. 11 Actividades propuestas en la fase de ideación



Elaboración de prototipos

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. En los anexos E, F y G se ilustra el proceso que se llevó a cabo para desarrollar el prototipo de cada lúdica.

3.1.1.1 Lúdica introducción al curso

En la actividad se utilizan Legos para ilustrar la parte económica de la programación lineal. La clase se divide en grupos de 5 personas, a cada uno de ellos se le da una bolsa que contiene 70 legos de 8 pines y 70 legos de 4 pines, con ellos deben fabricar los productos. El precio de venta para cada producto es de \$20 y \$7. 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.

3.1.1.2 Método gráfico y análisis de sensibilidad

En esta actividad se forman grupos de 5 personas, y a cada grupo se le entrega un problema de una fábrica de calzado, en un corto periodo de tiempo los grupos deberán construir el modelo matemático. Una vez todos hayan construido el modelo, se les entrega un conjunto de materiales que comprende (fichas lego, y recursos de mano de obra y maquinaria) 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.

3.1.1.3 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 4 minas que contiene cada una 3 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 5 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.

3.1.1.4 Caso de Estudio

Continuando con el prototipo de las actividades, se pasó a 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 MATEMATICO*⁹⁴. 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*⁹⁵. El caso fue construido siguiendo el método Harvard⁹⁶ y los lineamientos para la construcción de un caso de estudio⁹⁷ aprendidos en el curso virtual; en el anexo H se ilustra la forma en que se llevó a cabo la construcción del caso. 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 COMERTEX⁹⁸.

3.1.1.5 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.

94 NIÑO, Edna. PELAEZ, Johana. DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE LOCALIZACION PARA LOS CENTROS DE DISTRIBUCION (CEDIs) DE LA EMPRESA COMERTEX S.A A PARTIR DE UN MODELO MATEMATICO.

Bucaramanga, 2012. Ingeniería Industrial, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

95 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].

96 HARVARD BUSINESS SCHOOL. *The Case Method at HBS*. [en línea] < <http://www.hbs.edu/teaching/inside-hbs/>> [citado el 20 de Marzo de 2016]

97 Global Delivery Initiative. *Delivery Case Study Guidelines* [en línea] < https://courses.edx.org/asset-v1:PrincetonX+CaseStudies101x+3T2015+type@asset+block/Guidelines_24September.pdf> [citado el 20 de Marzo de 2016]

98 NIÑO, Edna. PELAEZ, Johana, Op. cit.

3.1.1.6 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.

3.2 FASE DE 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 han cursado y podrían realizar aportes relevantes para encontrar las fortalezas y debilidades de cada lúdica, desde la facilidad en su comprensión. Esta primera aplicación se hizo con el objetivo de evaluar la estrategia de enseñanza/aprendizaje, teniendo en cuenta 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 Likert⁹⁹; el cuestionario se muestra en el anexo I.

Para la interpretación de resultados se utilizará la siguiente notación; los indicadores de alarma y requerimiento de mejora se dan entre las calificaciones 1 y 2 (color rojo), la calificación 4 y 5 indican buena aceptación y por tanto no

99 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>>

requiere mejora (color verde), y el puntaje 3 está definido como indiferente (color amarillo).

Laboratorio de Optimización

Tabla 3. Técnica de Likert - Laboratorio de Optimización

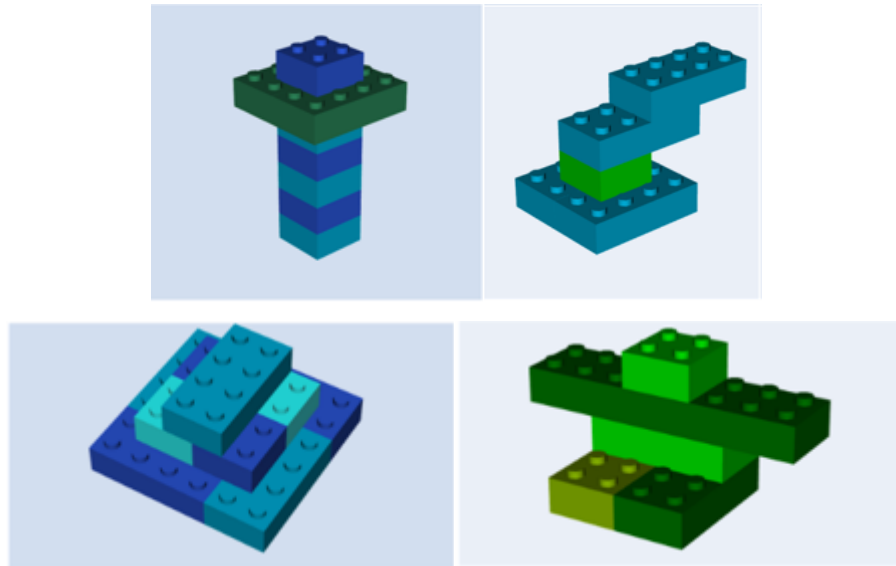
		1 - 2	3	4 - 5
Método	Las instrucciones de la lúdica son claras y facilitan el desarrollo de la misma	7%	0%	93%
	La organización del aula taller facilita el desarrollo de la lúdica	14%	14%	72%
	El orden en que se desarrolla la lúdica es coherente y facilita el desarrollo de la misma	7%	7%	86%
	El formato de la guía del estudiante permite hacerse una idea general del juego	50%	0%	50%
	El material suministrado fue suficiente para el desarrollo de la lúdica	100%	0%	0%
Tema	La práctica ayudo a afianzar los conceptos dados en la materia	0%	0%	100%
	El juego planteado permite contextualizarse en los temas abordados	0%	7%	93%
	Los temas elegidos en el juego son los que mayor refuerzo necesitaban dentro del contenido de la materia	0%	14%	86%

Según el cuestionario aplicado al final de la actividad, arroja resultados que se pueden observar en la tabla 3. En cuanto al método, es necesario aplicar mejoras en cuanto a la claridad en el formato de guía del estudiante y la cantidad de material suministrado para el desarrollo. Por otra parte, el tema y la forma en que se aborda mediante la lúdica, recibió buena acogida por parte de los participantes de la actividad. De las sugerencias se pudieron rescatar aportes valiosos como, reducir el número de estudiantes por grupo, de forma que cada uno de ellos logre comprometerse y participar activamente en la actividad; de igual forma, aprovechar al máximo la versatilidad que los legos brindan diseñando un producto más llamativo, para que la construcción de este, plantee diversión y reto para el estudiante, atraiga la atención del mismo y despierte su interés por participar en la actividad.

Las modificaciones realizadas a la guía del estudiante tuvieron que ver con ilustrar de manera clara los materiales que se van a usar, y la descripción detallada de cómo será desarrollada la lúdica. El material suministrado terminó siendo poco, pues las fichas de madera utilizadas inicialmente para representar la mano de obra y la materia prima, ante lo cual se diseñaron fichas especiales para representar cada una de estas notaciones. El número de integrantes por grupo se redujo a 2 personas, al ver que cuando trabajaban en grupos de 4 no

todos los estudiantes participaban al 100% de la actividad. Finalmente, se probaron nuevos diseños para el producto final, y se acordó que serían los siguientes que se muestran la figura 12:

Figura. 12 Producto final para lúdica de introducción al curso



Método gráfico y análisis de sensibilidad

Según el cuestionario aplicado al final de la actividad, arroja resultados que se pueden observar en la tabla 4, en donde se evidencia que las mejoras que son estrictamente necesarias tienen que ver con la explicación de la lúdica, el orden en que se desarrolla y la guía estudiante donde se explica un panorama general del juego; el tema sigue recibiendo puntuación óptima por parte de los participantes. Adicional a ello, hubo situaciones particulares que se presentaron a medida que se fue aplicando la actividad, las cuales no fueron estimadas previamente e hicieron que se duplicara el tiempo estimado para la aplicación de la actividad.

Tabla 4. Técnica de Likert - Método Gráfico y Análisis de Sensibilidad

		1 - 2	3	4 - 5
Método	Las instrucciones de la lúdica son claras y facilitan el desarrollo de la misma	93%	0%	7%
	La organización del aula taller facilita el desarrollo de la lúdica	14%	14%	72%
	El orden en que se desarrolla la lúdica es coherente y facilita el desarrollo de la misma	57%	0%	43%
	El formato de la guía del estudiante permite hacerse una idea general del juego	50%	0%	50%
	El material suministrado fue suficiente para el desarrollo de la lúdica	0%	0%	100%
Tema	La práctica ayudo a afianzar los conceptos dados en la materia	0%	0%	100%
	El juego planteado permite contextualizarse en los temas abordados	0%	0%	100%
	Los temas elegidos en el juego son los que mayor refuerzo necesitaban dentro del contenido de la materia	0%	0%	100%

Algunas observaciones y recomendaciones dadas por los participantes al finalizar la actividad, hacían referencia sobre una previa explicación de GeoGebra que no estuviera involucrada con la parte lúdica, dado que al estar aprendiendo a manejar el software se pasaba a un segundo plano el uso de la lúdica, lo cual generaba una pérdida del valor que se puede aportar con ésta metodología. Al momento de implementar el test de Kahoot, los estudiantes encontraron dificultades para poder visualizar los gráficos en el proyector y en especial, los números de su interior, dado que se la luz del día no era favorable para usar este tipo de multimedia con ese nivel de detalle.

En busca de mejorar la actividad y lograr cumplir el objetivo de aprendizaje se decidió dividir la actividad en dos sesiones; de forma que la primera de ellas fuese una introducción al software GeoGebra y al manejo del mismo; y la segunda comprendería la actividad con legos y la aplicación del software para conocer los puntos óptimos y la sensibilidad del problema. Nuevamente el número de estudiantes por grupo se redujo a 2 personas y se tomaron los aportes para corregir la explicación inicial haciéndola más completa y clara, al igual que reforzando los conceptos y descripción en la guía estudiante para que el estudiante comprendiera la manera en que sería llevada a cabo la actividad y su importancia.

Creación Mezclas

Tabla 5 Técnica de Likert - Creación de Mezclas

		1 - 2	3	4 - 5
Método	Las instrucciones de la lúdica son claras y facilitan el desarrollo de la misma	14%	0%	86%
	La organización del aula taller facilita el desarrollo de la lúdica	0%	0%	100%
	El orden en que se desarrolla la lúdica es coherente y facilita el desarrollo de la misma	0%	0%	100%
	El formato de la guía del estudiante permite hacerse una idea general del juego	0%	0%	100%
	El material suministrado fue suficiente para el desarrollo de la lúdica	0%	0%	100%
Tema	La práctica ayudo a afianzar los conceptos dados en la materia	0%	0%	100%
	El juego planteado permite contextualizarse en los temas abordados	0%	0%	100%
	Los temas elegidos en el juego son los que mayor refuerzo necesitaban dentro del contenido de la materia	0%	14%	86%

Posterior a la aplicación de esta lúdica con los integrantes del grupo GALEA se aplicó el cuestionario y se hizo una retroalimentación dónde cada uno propondría mejoras en cuanto al funcionamiento de la misma. Los resultados del cuestionario fueron bastante satisfactorios (ver tabla 5); las mejoras aplicadas se realizaron en base a las opiniones que dejó la retroalimentación final. El número de integrantes por grupo se redujo a 3 personas y a cada estudiante se le daría un par de guantes puesto que el material utilizado para el desarrollo de la actividad manchaba las manos. En cuanto a método y tema, los participantes estuvieron de acuerdo en que la lúdica podría ser aplicada tal cual como se diseñó, a los estudiantes del curso de Investigación de Operaciones I.

3.3 APLICACIÓN EN EL AULA DE CLASE

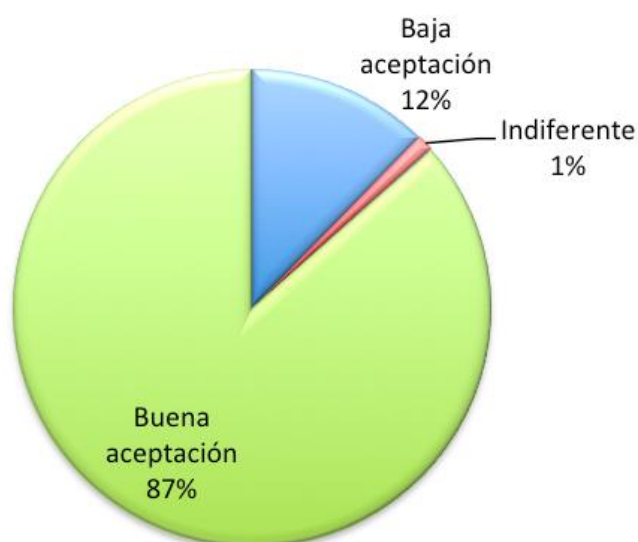
La aplicación de las estrategias con sus respectivas mejoras se llevó a cabo con el grupo B1 del curso de Investigación de Operaciones del profesor Carlos Díaz a lo largo del segundo semestre de 2015.

Lúdicas

En la figura 13 se resumen los resultados de los cuestionarios de las 3 lúdicas, (ver anexo J). 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 facilitaran su proceso de aprendizaje en el aula.

Figura. 13 Resumen de resultados sobre cuestionarios



Caso de estudio

El día jueves 11 de febrero, se informó a los estudiantes sobre la actividad relacionada al análisis de caso de estudio que hace referencia al proyecto realizado en la empresa COMERTEX S.A. Los estudiantes recibieron las indicaciones sobre el análisis que se debía realizar y la propuesta que debía ser entregada mediante la formulación del modelo matemático. El día lunes 15 de febrero los estudiantes recibieron el caso de estudio y tuvieron un lapso de 15 días para realizar la propuesta de manera individual. Finalmente, para el día martes 01 de marzo, se realizó la socialización del caso y la propuesta de cada uno de los alumnos; al finalizar la sesión se abrió un espacio de diálogo con los estudiantes para que expresaran sus opiniones respecto a la actividad. Se concluyó que el análisis de un caso real, les permitió enfrentarse a sus propios conocimientos y competencias personales generando un impacto positivo en el interés de los estudiantes; de igual manera evidenciaron que para la toma de

decisiones en empresas reales, no basta con tener los conocimientos teóricos aprendidos en clase, sino que también es necesario el desarrollo de habilidades y competencias que le permiten al profesional pensar y actuar de manera integral. La evaluación de la propuesta presentada por los estudiantes, se hizo en compañía del profesor Carlos Díaz, quien quedó supremamente satisfecho con los resultados; cada estudiante intentó enfrentar el problema a su manera, partiendo de sus propias suposiciones que al final le permitieran llegar a plantear un modelo con un resultado en común, hallar el mínimo costo; el objetivo se cumplió, mostrar a cada estudiante la diferencia cuando se enfrenta un problema de la realidad y la cantidad de caminos posibles para llegar a una solución que puede o no ser óptima.

Aprendizaje Colaborativo

La implementación de esta metodología se realizó a partir del día sábado 20 de febrero, en donde se brindó un espacio para resolver dudas respecto a diferentes temas o ejercicios que los estudiantes se encontraran realizando. A esta sesión asistieron 14 estudiantes, los cuales fueron asesorados por los autores del presente proyecto en los temas que cada uno presentaba dificultad. Inicialmente se diseñó la actividad en un espacio y hora fija, pero al avanzar las clases, los estudiantes solicitaron más seguimiento, por lo cual se tomó la decisión de continuar la implementación de esta actividad en horarios y espacios previamente acordados con los autores del proyecto y los estudiantes que solicitaran la metodología. La implementación de esta actividad fue finalizada el día viernes 11 de marzo, día en el cual finalizaron las clases para el segundo semestre del año 2015 según calendario académico.

Aprendizaje basado en proyectos

El día martes 16 de febrero en horario de clase, se informó a los estudiantes la realización de un proyecto el cual contenía las temáticas vista durante el semestre, se brindó la información sobre las actividades que debían realizar en la empresa y finalmente se comunicó que dicho proyecto era de libre decisión

realizarlo, por lo cual no generaría repercusión en notas académicas del curso. Para el día lunes 28 de marzo se recibieron 7 proyectos los cuales hacían relación a empresas del sector calzado, alimentos, construcción, transporte y agricultura. Al momento de recibir los informes, los estudiantes que participaron expresaron el beneficio que recibieron al momento de realizar este tipo de trabajos, dado que les sirvió en gran parte para estudiar la mayoría de temas vistos en el semestre y así presentar el parcial final.

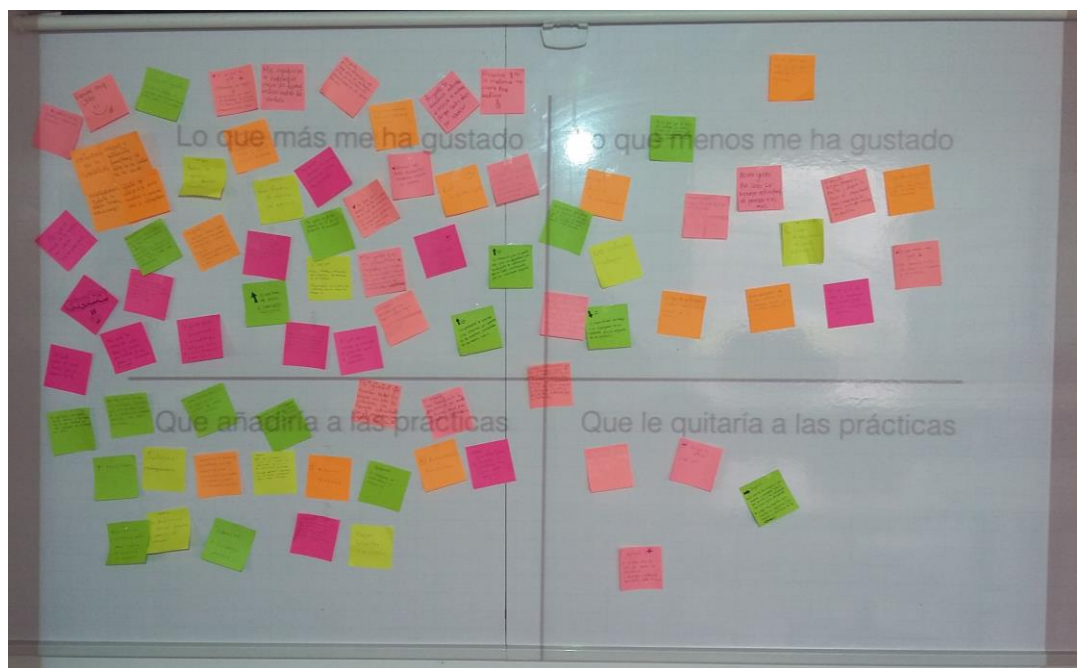
3.4 RETROALIMENTACIÓN

El día Jueves 17 de Marzo se hizo el cierre de actividades con el grupo B1 en el salón 316 de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; 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. El cuestionario aplicado se puede observar en el anexo K.

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.

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 14 que fue proyectada en el tablero.

Figura. 14 Matriz de retroalimentación por parte de los estudiantes



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.

Ajustes a las propuestas

Con base al proceso de evaluación y retroalimentación mencionado anteriormente, se realizaron los respectivos ajustes en cada una de las actividades implementadas. Para las actividades de tipo lúdico, se realizó la respectiva elaboración de las guías docente y estudiantes, las cuales fueron adaptadas al formato que maneja el grupo. Cabe resaltar que la actividad de explicación del software GeoGebra, también se documentó mediante las guías docente y estudiante.

Teniendo en cuenta la documentación total de las actividades y el acceso a las mismas, se diseñó la plataforma virtual Moodle¹⁰⁰, dentro de la cual se encuentra el acceso a las diferentes guías, enlaces y videos que facilitan el desarrollo de las actividades, adicionalmente se incluyeron diferentes documentos y actividades propias de la asignatura, pensando en dar uso a la herramienta durante todo el semestre académico. La plataforma virtual del curso fue entregada al director del proyecto, para la cual podrán tener acceso a ella los diferentes docentes de la asignatura que laboran en la Escuela de

100 Moodle es un software diseñado para ayudar a los educadores a crear cursos en línea de alta calidad y entornos de aprendizaje virtuales

Estudios Industriales y Empresariales. En el anexo L se puede observar la interfaz del curso virtual.

3.5 CAPACITACIÓN AL GRUPO GALEA

Durante dos jornadas de 3 horas cada una, se realizó el día 7 de abril la capacitación de las actividades en su versión final, únicamente a dos integrantes del grupo GALEA dado que durante las fechas mencionadas se encontraban los estudiantes en vacaciones intersemestrales. Uno de los integrantes ya había visto la asignatura y el otro integrante no había visto la asignatura, aspecto que ellos mismos resaltaron como favorable para poder comprender las actividades desde las dos condiciones y de esta manera poder replicar con mayor facilidad a todos los integrantes del grupo al momento de regresar de vacaciones y también para las clases en donde sean solicitadas cada actividad, igualmente cabe mencionar los integrantes de GALEA que recibieron la capacitación, hicieron parte del proceso de experimentación, lo cual permitió que la explicación de cada actividad se desarrollara con mayor fluidez.

Para la capacitación se realizó la presentación de cada actividad, resaltando los objetivos lúdicos y académicos inmersos en cada una de ellas, seguidamente se hicieron las simulaciones respectivas en donde los participantes iban preguntando las diferentes inquietudes que se presentaban, las cuales fueron atendidas en el momento.

Para las actividades de manejo de software (WinQSB, GeoGebra y GAMS) y manejo plataformas (Kahoot y Moodle), se realizó la explicación de uso de cada herramienta involucrada. En esta etapa se dedicó la mayor parte del tiempo cuya causa se atribuye al desconocimiento de las mismas por parte de los participantes, sin embargo, se pudo culminar de manera exitosa apoyados por los manuales de cada herramienta. En el anexo M se puede observar algunos momentos de la capacitación realizada.

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.
- Las TICs hoy día, ofrecen un espectro amplio de recursos que facilitan el aprendizaje significativo y personalizado de conceptos complejos y la construcción y confrontación de conocimientos en ambientes altamente llamativos; facilitando el aprendizaje del estudiante y su conexión al contenido de la materia.
- El ofrecer al estudiantado una plataforma virtual, motiva a adquirir de manera autodidacta nuevos conceptos; solucionar sus inquietudes de clase que muchas veces no expresa por temor a lo que piensen sus compañeros, y adentrarse en toda la complejidad de la Investigación de Operaciones.

- La metodología del Design Thinking 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 escapará 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 a únicamente el dueño de conocimiento, a ser el de un tutor que guíe a los estudiantes en el proceso de descubrimiento.

5 RECOMENDACIONES

- Se propone que investigaciones futuras abarquen la aplicación de metodologías activas para las demás asignaturas de Ingeniería Industrial y sirvan como soporte y complemento a la forma en que se dicta cada una de las clases tradicionalmente.
- La educación y el mundo en general están en constante cambio día a día, por tanto, se propone estar siempre a la vanguardia de las metodologías y estrategias que pueden fomentar un desarrollo de competencias y capacidades en el estudiante al tiempo que despierta su motivación por la asignatura.
- Cada estudiante es un mundo diferente y su estilo y preferencia de aprendizaje también puede serlo; por tanto, se propone que la educación y la forma de dictar la materia permiten que sea esta la que se adapte a todos los estilos de aprendizaje de los alumnos que ven la asignatura, y no sean los alumnos quienes deban adaptarse a la forma de enseñanza. Para lograrlo basta con diversificar las estrategias usadas para la enseñanza, no concentrarse únicamente en una metodología, sino lograr abarcar un conjunto de ellas y hacer más eficiente este proceso.
- Sería interesante que la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales reforzará su estudio en lo que respecta a las formas de enseñanza, las estrategias y los métodos de la actualidad, para que se logre crear un portafolio de actividades para distintas materias, que pueda ser comercializado como producto para que otras universidades también lo apliquen en sus aulas.
- El grupo GALEA posee herramientas para elaboración de guías que gran claridad, pero se ven muy limitadas al momento de documentar otro tipo de actividades que sean diferentes a lúdicas, por lo tanto, se recomienda trabajar en la elaboración de otros tipos de documentos que faciliten la adaptación de cualquier tipo de actividad.

BIBLIOGRAFÍA

ALFALLA, Luque Y DOMINGUEZ, Jose. Estudio empírico sobre los métodos docentes y de evaluación en la enseñanza de la Dirección y Gestión de la Producción/Operaciones en la universidad Española. En: Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa. Vol. 10, No. 3 (2001); p. 75-96

ALFALLA, Luque, et al. Mejorando la formación en Dirección de Operaciones: la visión del estudiante y su respuesta ante diferentes metodologías docentes. En: Cuadernos de Economía y Empresa. Vol. 14. No.1 (2011); p. 40-52.

ARAQUE, Jose. Implementación de talleres basados en cadenas de Markov de tiempo discreto con probabilidades estacionarias, para la asignatura investigación de operaciones II. Trabajo de grado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2012. p. 21

BARRAZA, Arturo. Revisión de la Literatura. Apuntes sobre metodología de la investigación. Universidad Pedagógica de Durango. Vol. 1 (2003); p. 1-9

BAUMEISTER, Roy. Writing a Literature Review. En: The portable mentor: Expert guide to a successful career in psychology. Ed. 2 (2013); p. 119-132

BECKER, William. Teaching Economics to Undergraduates. En: Journal of Economic Literature. Vol. 35, No. 3 (Septiembre de 1997); p. 1347-1373

BONWELL, Charles & EISON, James. Active learning: Creating excitement in the classroom. En: ASHE-ERIC Higher Education Report [en línea] No. 1 (1991) <http://www.ed.gov/databases/ERIC_Digests/ed340272.html> [citado el 21 de Agosto de 2015]

BOOTE, David; y BEILE, Penny. Scholars before researchers: On the centrality of the dissertation literature review in research preparation. En: Educational Researcher. Vol. 34, No. 6 (2005); p. 3-15

CAVANAUGH, M. Students experiences of active engagement through cooperative learning activities in lectures. En: Active Learning in Higher Education. Vol. 12, No. 23 (2011); p. 23-33.

CHICKERING, Arthur. y GAMSON, Zelda. Seven Principles For Good Practice in Undergraduate Education. En: American Association for Higher Education (AAHE) Bulletin. Vol. 3 (Marzo de 1987); p. 3-7.

CLOKE, Paul. Applied Rural Geography Gaming Technique. En: Journal of Geography in Higher Education Vol. 1, No. 1 (1987); p. 35-45

CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO, "Design Thinking para Educadores", Ed. 2 [26 de agosto, 2015].

CRONIN, Patricia. et al. Undertaking a literatura review: a step-by-step approach. British Journal of Nursing. Vol 17, No. 1 (2011); p. 38-43

DANHKE, G. Human Communications: Theory and Research. Wadsworth Publishing Co Inc. P. 384

DAVIDSON, Donald. Inquiries into Truth and Interpretation. Clarendon Press. Ed. 2 (2001); p. 320

DE MIGUEL, M. Modalidades de Enseñanza centradas en el desarrollo de Competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior. En: Universidad de Oviedo [en línea] <http://www.uvic.es/sites/default/files/Ensenanza_para_competencias.PDF> [citado el 18 de Junio de 2015]

DISEÑO USANDIZAGA INSTITUTUA. "METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA ABORDAR PROYECTOS". [en línea]. Agosto, 2012. [26 de agosto, 2015]. <http://www.usandizaga.com/design/actitud-creativa-design-thinking/>.

DIAZ, Javier; y FILOMENA, Giussepe. Estudio de casos como herramienta pedagógica en la asignatura creación de empresas de la escuela de estudios industriales y empresariales de la universidad industrial de Santander. Trabajo de grado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2011. p. 20

EISON, Jim. *Using Active Learning Instructional Strategies to Create Excitement and Enhance Learning* [en línea] <<http://www.cte.cornell.edu/documents/presentations/Eisen-Handout.pdf> > [citado el 22 de Agosto de 2015]

FERNÁNDEZ, Amparo. Metodologías activas para la formación de competencias. En: *Educatio siglo XXI*. Vol 24 (2006); p. 35-56

FREEMAN, Scott. et al. Active Learning Increases Student Performance In Sciences, Engineering and Mathematics. En: *Proceedings National Academy of Sciences*. Vol. 111 (2014); p. 8410

GONZALEZ, Z. La evaluación de los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo de la cartilla docente [en línea] <http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla_evaluacion.pdf> [citado el 8 de Agosto de 2015]

HART, Christopher. *Doing a Literature Review*. SAGE Publication Ltd. (1999); p. 230.

HARVARD BUSINESS REVIEW. "Design Thinking por Tim Brown" Septiembre, 2008. [26 de agosto, 2015].

HENDRY, C y FARLEY, A. Reviewing the literature: a guide for students. En: Nurs Stand. Vol. 12, No. 44 (1998); p. 46

HERNÁNDEZ, S. El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. En: Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. Vol. 5, No. 2 (2008); p. 26-35.

HERRERA, Nancy, et al. Revisión teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En: Revista Virtual Universidad Católica del Norte [en línea]. No 35. (2012). <<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>> [citado el 18 de Agosto de 2015]

INSTITUTE OF DESIGN AT STANFORD, “Guía del proceso Creativo” [26 de agosto, 2015].

JOHNSON, David. et al. Active Learning: Cooperation in the College Classroom. Minesota. Interaction Book Co. Edina (1991); p. 316

KHAN, Salman. Why Long Lectures Are Ineffective. En: Time Magazine [En línea]. (Abril 27 de 2015). Disponible en: <<http://ideas.time.com/2012/10/02/why-lectures-are-ineffective/>> [citado en 20 de Agosto de 2015]

KOLB, D. A. Learning Style Inventory, Version 3. Boston, MA: Hay Group. (1999)

KOLODNER, J. Case-Based Reasoning. En: Cambridge Handbook of the Learning Sciences (2006); p. 225–242

KRAJCIK, J & BLUMENFELD, P. Project-Based learning. En: Cambridge Handbook of the Learning Sciences (2006); p.317-333

LELAND STANFORD JR. UNIVERSITY, "Design Thinking for Social Innovation?" *Invierno, 2010. [26 de agosto, 2015].*

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

MARIN-GARCÍA, Juan, et al. Teaching Management Based On Students Teamwork: Advantages, Drawbacks and Proposals for Action. En: Intangible Capital. Vol. 4, No. 2 (2008); p. 143-165

MARTINEZ, Tatiana y VARGAS, Jessica. Adaptación e integración de una estrategia de aprendizaje basada en lúdicas para las asignaturas de análisis de procesos e ingeniería de calidad. Trabajo de grado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2014. p. 22

Meyer, C., & Jones, T. B. Promoting active learning: Strategies for the college classroom. En: Biochemistry and Molecular Biology Education. Vol. 22, No. 1 (1994); p. 61

ORMROD, J. E. Human learning. Sydney, New South Wales: Merrill, Prentice Hall Australia Pty Ltd. Ed. 3 (1999)

PAULSON, Donald & FAUST, Jennifer. Active learning in the college classroom. En: Journal on Excellence in College Teaching. Vol. 9, No. 2 (1998); p. 3-24.

PHILLIPS, Janet. Strategies for active learning in online continuing education. En: The Journal of Continuing Education Nursing. Vol 36, No. 2 (2005); p. 77-83

POLIT, Denise y BECK, Cheryl. *Essentials of Nursing Research: Methods, Appraisal and Utilization*. Philadelphia. Lippincott Williams and Wilkins. Ed. 6 (2004); p. 115

RODRIGUEZ, Manuel. Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. En: *Tendencias Pedagógicas*. Vol 17 (2011); p. 83-103.
SAMPIERI, Roberto. et al. *Metodología de la Investigación*. México D.F. McGraw Hill Interamericana. Ed. 3 (2003).

SEGOVIA, Julie. et al. *Importancia de desarrollar competencias profesionales en ingeniería: caso UPIITA*. En: *Ciencia y Tecnología*. Vol. 13 (2013); p 133-142. ISSN 1850-0870

SHUELL, Thomas. *Cognitive conceptions of learning*. En: *Review of Educational Research*. Vol. 56, No. 4 (1986); p. 411-436

SHUNCK, Dale. *Learning theories an educational perspective*. Pearson, Ed. 6 (2011); p. 561

STANFORD UNIVERSITY. Collaborative Learning [en línea] <<https://teachingcommons.stanford.edu/resources/learning/learning-activities/collaborative-learning>> [citado el 22 de Agosto de 2015]

STANFORD UNIVERSITY. Online Forum Discussion [en línea] <<https://teachingcommons.stanford.edu/resources/learning/learning-activities/online-forum-discussion>> [citado el 23 de Agosto de 2015]

STANFORD UNIVERSITY. Project-Based Learning [en línea] <<https://teachingcommons.stanford.edu/resources/learning/learning-activities/project-based-learning>> [citado el 22 de Agosto de 2015]

STANFORD UNIVERSITY. Promoting Active Learning [en línea] <<https://teachingcommons.stanford.edu/resources/learning-resources/promoting-active-learning>> [citado el 5 de Agosto de 2015]

STEINEMANN, A. Implementing sustainable development through problem-based learning: pedagogy and practice. En: Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. Vol. 129, No. 4 (2003); p. 216-224.

STRAUSS, Michael, and FULWILER, Toby. Writing to Learn In Large Lecture Classes. En: Journal of College Science Teaching. Vol. 19. No. 3 (Dic-Ene 1989/1990); p. 158-163

SUPPES, P . The semantics of children's language. En: American Psychologist. Vol. 29 (1974); p. 103

TIMMINS F y MCCABE C. How to conduct an effective literature review. En: Nurs Stand. Vol. 20, No. 11 2005); p. 41

ULLOA, Gonzalo. ¿Qué pasa con la ingeniería en Colombia?. En: Eduteka [En línea]. (Julio 5 de 2015). Disponible en: <<http://www.eduteka.org/IngenieriaColombia.php>> [citado en 21 de Agosto de 2015]

UNIVERSIA MÉXICO. Necesario reforzar el desarrollo de competencias en los jóvenes: Informe de Competencias Profesionales en Preuniversitarios y Universitarios de Iberoamérica [en línea] <<http://noticias.universia.net.mx/vida-universitaria/noticia/2013/08/30/1046182/necesario-reforzar-desarrollo-competencias-jovenes-informe-competencias-profesionales-preuniversitarios-universitarios-iberoamerica.html>> [citado el 24 de Agosto de 2015]

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. Guía docente para el curso de Investigación Operativa [en línea].

<<http://titulaciones.unizar.es/asignaturas/30113/contexto15.html>> [citado en 21 de Agosto de 2015]

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA CIUDAD DE MEXICO. Sistema de evaluación procesos educativos [en línea]

<<http://www.uia.mx/formaciondeprofesores/Evaluacion%20docencia/wp%20AD-ED%20SEPE%201%20Cuestionario.pdf>> [citado en 24 de Agosto de 2015]

UNIVERSITY OF GUELPH. Writing a Literature Review [en línea]

www.learningcommons.uoguelph.ca/ByFormat/OnlineResources/Fastfacts/index.html [citado el 28 de Julio de 2015]

VARX LEARN. Cuestionario de VARX [en línea]. < <http://vark-learn.com/el-cuestionario-vark/>> [citado en 19 de Julio de 2015]

VILLARROEL, Ricardo. La enseñanza de investigación de operaciones: una 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.

WALDEGG, Guillermina. El uso de las nuevas tecnología para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En: Revista electrónica de Investigación Educativa [en línea]. Vol. 4, No. 1. (2002). <<http://redie.ens.uabc.mx/vo4no1/contents-waldegg.html>> [citado el 18 de Agosto de 2015]

YAZEDJIAN, A, & KOLKHORST, B. *Implementing small-group activities in large lecture classes.* En: *College Teaching*. Vol. 55, No. 4 (2007); p. 164-169.

ZAYAPRAGASSARAZAN, Z & KUMAR, Santosh. Active learning methods. NTTC Bulletin. Vol. 19, No. 1 (2012); p. 3-5.