



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

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

LA INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO. INNOVACIÓN PEDAGÓGICA PARA LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA

Juan Manuel López Ayala

Universidad Autónoma de Occidente
Cali, Colombia

Resumen

El siguiente artículo presenta la propuesta metodológica generada por el CIEI (Centro de Innovación Educativa de Ingeniería) de la Universidad Autónoma de Occidente (UAO) para la asignatura de “Diseño Conceptual” la cual se considera como la asignatura “sello” de la ruta curricular del ciclo básico de ingeniería, que tiene como propósito formativo desarrollar en los estudiantes competencias para la comprensión, apropiación y aplicación racional y reflexiva de un proceso proyectual sistémico, estructurado y sistemático para el desarrollo conceptual de soluciones de ingeniería que se materializan en un artefacto; haciendo uso asertivo y adecuado de diferentes técnicas y procedimientos que se concatenen para emprender un proyecto de diseño que parte desde la configuración del problema y levantamiento de requerimientos de los clientes/usuarios hasta la definición de especificaciones técnicas de ingeniería, considerando la comunicación gráfica de alternativas de solución coherentes con el concepto de diseño definido y un proceso de evaluación y selección entre éstas para determinar la solución de diseño que mejor satisfaga los criterios propuestos. Esta propuesta se fundamenta fuertemente en la disciplina del diseño y particularmente en el proceso de investigación a través del diseño, aplicado con el fin de generar un desarrollo inicial de las competencias genéricas designadas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente.

Palabras clave: diseño; ingeniería; investigación

Abstract

The Universidad Autonoma de Occidente has a solid Engineering School with nine programs. For the School is very important the basic training of its students because this gives them a structured thought and many of the professional skills they need. For this School created an Engineering Educational Innovation Center. The School curriculum includes the basic cycle engineering and the ends of this cycle is Engineering Conceptual Design, which aims to develop in students training skills for understanding, ownership and rational and reflective of a systemic design process, structured and systematic approach to the conceptual development

of engineering solutions that are embodied in an artifact, assertive and using proper procedures and techniques that are concatenated to undertake a design project that starts from the problem setting and lifting requirements of customers / users to the definition of engineering specifications, considering alternative graphical communication solution consistent with the design concept defined and a process of evaluating and selecting between them to determine the design solution that best meets the proposed criteria. This proposal is based mightily on the discipline of design, particularly in the research process through design, applied to generate an initial development of generic skills designated by the Faculty of Engineering of the Universidad Autónoma de Occidente.

Keywords: design; engineering; research

1. Introducción

En el contexto de un proceso de formación superior, centrado en la reflexión pedagógica para repensar y ajustar las estrategias didácticas aplicadas en la formación inicial de ingenieros en búsqueda de un mejor desarrollo de las competencias genéricas en los estudiantes, a partir de escenarios problema en contextos reales y que refieren a procesos de indagación a través del diseño enfocado a la Ingeniería, se presenta los resultados académicos alcanzados por los estudiantes, quienes han logrado consolidar estrategias para abordar problemas de diseño cada vez más complejos mediante procesos metódicos de generación de soluciones creativas e innovadoras, las cuales se implementan a través de la acción proyectual llevada a modelos de representación formal-funcional.

Para afrontar este proceso se ha definido una metodología de diseño para la asignatura de diseño conceptual de ingeniería, la cual se cimienta en la teoría y la investigación en diseño e involucra una serie de métodos afines al área de la ingeniería que le dan a los datos recopilados una visión más clara y cuantitativa, lo que fundamenta el proceso de diseñar para el ingeniero en formación para así darle solución o satisfacción a algo.

Finalmente, la intencionalidad pedagógica bajo el enfoque de investigación a través del diseño que se ha dado a este curso, se complementa con procesos de evaluación formativa apoyados mediante rúbricas y criterios que son conocidos por los estudiantes previo al desarrollo de cualquiera de las actividades de aprendizaje dentro del proceso de diseño; dándole prioridad a la planificación microcurricular basada en innovación educativa, aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia didáctica para generar la propuesta de un proyecto transversal que permita desarrollar y evaluar, de forma sistemática, las competencias genéricas y específicas de los ingenieros e ingenieras y CDIO como iniciativa que moviliza las actuaciones y el quehacer del ingeniero en formación como proyectista innovador en su campo de acción profesional en el Ciclo Básico de Ingeniería.

2. Marco de referencia

Para la concepción de la propuesta de la estrategia didáctica y posterior definición del diseño metodológico que se ha implementado en el curso de diseño conceptual de ingeniería, se tuvieron en cuenta tres categorías o ejes de reflexión que se funden como una síntesis de referentes teóricos, epistémicos y metódicos del diseño y del que hacer del ingeniero así como de las competencias genéricas que deben desarrollar los ingenieros e ingenieras en formación.

Como primera categoría de reflexión se presenta al diseño como una disciplina que se define por su práctica proyectual indiferentemente del medio de materialización en que se enfoque la actividad. Dentro del desarrollo de la actividad del diseño, este centra su práctica y su técnica en el conocimiento el cual toma y transforma en un objeto, artefacto o servicio que busca ser útil. Al utilizar los términos de técnica y práctica se hacen desde la definición de los términos aristotélicos de *tecné*, haciendo referencia a las acciones deliberadas que se realizan cuando se hace o fabrica algo y *praxis*, siendo la forma de interacción humana que se realiza en la comunicación. Al definir estos términos que se reúnen en el que hacer del diseño se entiende que esta actividad requiere un conocimiento previo el cual genera y detona las acciones que permiten la materialización, que debe basarse en un conocimiento que busca una interacción simbólica entre lo diseñado y las personas.

La episteme hace referencia al “saber” o “conocimiento” fundamental o como era llamado por los primeros grandes filósofos cuando hacían referencia al verdadero conocimiento. Lo que nos lleva a entender la referencia de la episteme de diseño como la búsqueda o definición del conocimiento o saber necesario para lograr encaminar la indeterminación del diseño hacia el acto de creación que se quiere crear. Cuando se propone la creación de un objeto, artefacto o elemento material o inmaterial (producto) se requiere de un conjunto de saberes y conocimientos previos, para lograr generar un proceso de ideación significativo que evolucionará y generará la determinación de otros conocimientos para enfocar la indeterminación del acto de diseño hacia el desarrollo del proyecto y la producción del mismo.

En el episteme del acto de diseño que plantea (Horta, 2012) en su libro Trazos Poéticos del Diseño, cita la postura de R. Loewy en referencia a la relación entre forma y función en donde se encuentra gran parte de la teoría del diseño y el conocimiento en función del acto de diseño, la cual describe como: “La forma entonces sería continente de las asociaciones eidéticas de las cosas a partir de la indagación del proyecto que culmina en el ente u objeto diseño, mientras que la función depende de una pureza técnica, signifiante de la objetivación y su trascendencia”. Esto resalta la relación entre la investigación que propende por conseguir el conocimiento y el hacer que busca ser útil para algo o alguien.

De modo que cuando se piensa en diseño se debe pensar en la esencia que brinda la investigación en la generación (aprendizaje) y gestión del conocimiento (manejo y transferencia) y en que al realizar esta actividad proyectual se está aplicando e indagando conocimiento con el fin de llegar a algo que pueda ir más allá del significado del mismo. Partiendo de la idea anterior se puede cuestionar si ¿El diseño es una actividad que puede producir conocimiento? Para responder esto se debe entender que el conocimiento y su gestión, son indispensables para cualquier proceso, actividad e investigación que se pretenda en algún momento desarrollar en cualquier disciplina así como en toda proyección que busque tener a la innovación como eje fundamental de desarrollo. Por esto se puede afirmar que la indagación en el proceso de diseño es una acción necesaria para alcanzar cada uno de sus objetivos de una investigación de diseño, (Archer, 1995) plantea de una forma muy concreta la acción de investigar, así como la naturaleza misma que gira entorno a ella. Primero define a la investigación como un proceso de indagación sistemático que tiene como meta transmitir el conocimiento. Esta definición se explica de la siguiente manera: sistemática, porque se desarrolla según un plan establecido previamente; de indagación, porque busca dar respuesta a toda costa a las preguntas de la investigación; posee una meta definida en la que toda la indagación busca justificar su razón; para esto se requiere la búsqueda de conocimiento concreto que es pertinente para la investigación, la indagación provee mucho de este conocimiento; por último la razón de investigar es generar nuevos conocimientos que sean comunicados y puedan ser entendidos por el público apropiado potencializando aprendizajes significativos.

Esta visión da como componente indispensable del proceso de investigación a la indagación, que es detonada por la acción de diseñar que busca resolver un problema o satisfacer una necesidad y es en ese punto en donde la práctica, el hacer de diseñar se transforma en una fuente transferible de conocimiento y en una herramienta o estrategia para el aprendizaje, como menciona (Saikaly, 2005), la práctica del diseño es muy importante como lugar y medio para la investigación del diseño por consiguiente se tiene una necesidad de aproximaciones y métodos, pero todos se basan en su formulación inicial en la indagación e investigación sobre lo que se quiere intervenir, de modo que existe la investigación en el proceso de diseño.

Es a partir de esto en donde autores como (Cross, 2006) proponen que el diseño juega un papel importante en la educación y plantean argumentos en donde reconocen algunos aportes que puede hacer el diseño desde su propio enfoque proyectual, en el que por el momento se está explorando las formas y las implicaciones donde el diseño es una parte de la educación de todos, así como las ciencias y las humanidades son parte de la educación de todos.

El proceso de diseño se realiza a través de la síntesis. Lo que los diseñadores intentan hacer es buscar o imponer un “generador primario” con el cual definir los límites del problema y sugerir la naturaleza de su posible solución. Esto refuerza que los problemas y exigencias dan paso a la creación de nuevas formas de resolver los problemas existentes, esto define al diseño como una acción disciplinar enfocada a resolver problemas en función de las personas, lo que se relaciona fuertemente al diseño con las estrategias de aprendizaje de ABP y aprendizaje orientado a proyectos (AOP).

Como segunda categoría de reflexión se propone la investigación a través del diseño, que una vez se define claramente como disciplina y no como actividad como ya se ha planteado, se precisan tres tipos de investigación en diseño, los cuales son definidos por autores como (Forlizzi, Stolterman, & Zimmerman, 2009) quienes proponen tres tipos de investigación en diseño: la investigación en (sobre) diseño: enfocada a comprender la actividad humana del diseño y como esta se desarrolla en torno a la creatividad; la investigación para el diseño: se considera que determina la función del diseño basándose en varias teorías para determinar la intencionalidad de estos conocimientos en la práctica del diseño; y la investigación a través del diseño siendo este tipo de investigación muy utilizado en procesos de enseñanza, sin embargo este tipo de investigación gira en torno al desarrollo de problemas, lo que implica que al formularlos se producen refuerzos conceptuales de las teorías del diseño en función con otras disciplinas que aportan al desarrollo del problema generando nuevas relaciones de conocimiento en relación a comunidades.

La visión de la investigación en el área del diseño en estas tres dimensiones es emergente y está empezando a dar frutos que se reflejan en diferentes resultados tanto materiales como inmateriales que solucionan diferentes tipos de problemas que a su vez produce y valida las teorías que pueden ser propias de la disciplina del diseño que sigue en desarrollo o de otras áreas disciplinares que se articulan con el diseño, siendo la investigación a través del diseño la que permite la inclusión del diseño en otras disciplinas como eje formador y generador de conocimientos y habilidades como llegó a plantear Cross con los caminos diseñísticos del conocimiento.

La tercera categoría de reflexión se define desde el que hacer del ingeniero el cual se fundamenta en los conocimientos científicos para proponer soluciones a problemas y necesidades de la sociedad, las cuales hoy en día son mediadas en gran medida por la aplicación de la tecnología que requiere ser aproximada a las personas, pero siendo su enfoque o función principal el hacer. Bajo esta visión se ha estructurado la asignatura de diseño conceptual de ingeniería, la cual se propuso en la UAO expresada en un documento inédito por (Vega, 2010) y socializado ante los profesores de la Facultad, se expone que el propósito de la

ruta curricular es “potenciar en los ingenieros en formación los conocimientos, habilidades y comportamientos pertinentes para comprender la profesión de Ingeniería en la integralidad de su quehacer, posibilitándoles la identificación de necesidades, configuración y solución metódica de problemas, el desarrollo de proyectos y el abordaje de procesos conceptuales de diseño con capacidad analítica, creatividad, efectividad, ética y pensamiento crítico”.

3. Metodología

La metodología propuesta tiene como objetivo general el desarrollar habilidades y conocimientos que contribuyan a la formación de los ingenieros, mediante la aplicación de un proceso proyectual sistémico, estructurado y sistemático el cual media como iniciativa bajo el enfoque de aprendizaje activo y colaborativo, lo cual se resume en la Figura 1, buscando que estos ingenieros en formación logren tener un acercamiento con su finalidad como ingenieros y alcancen el desarrollo conceptual de soluciones.

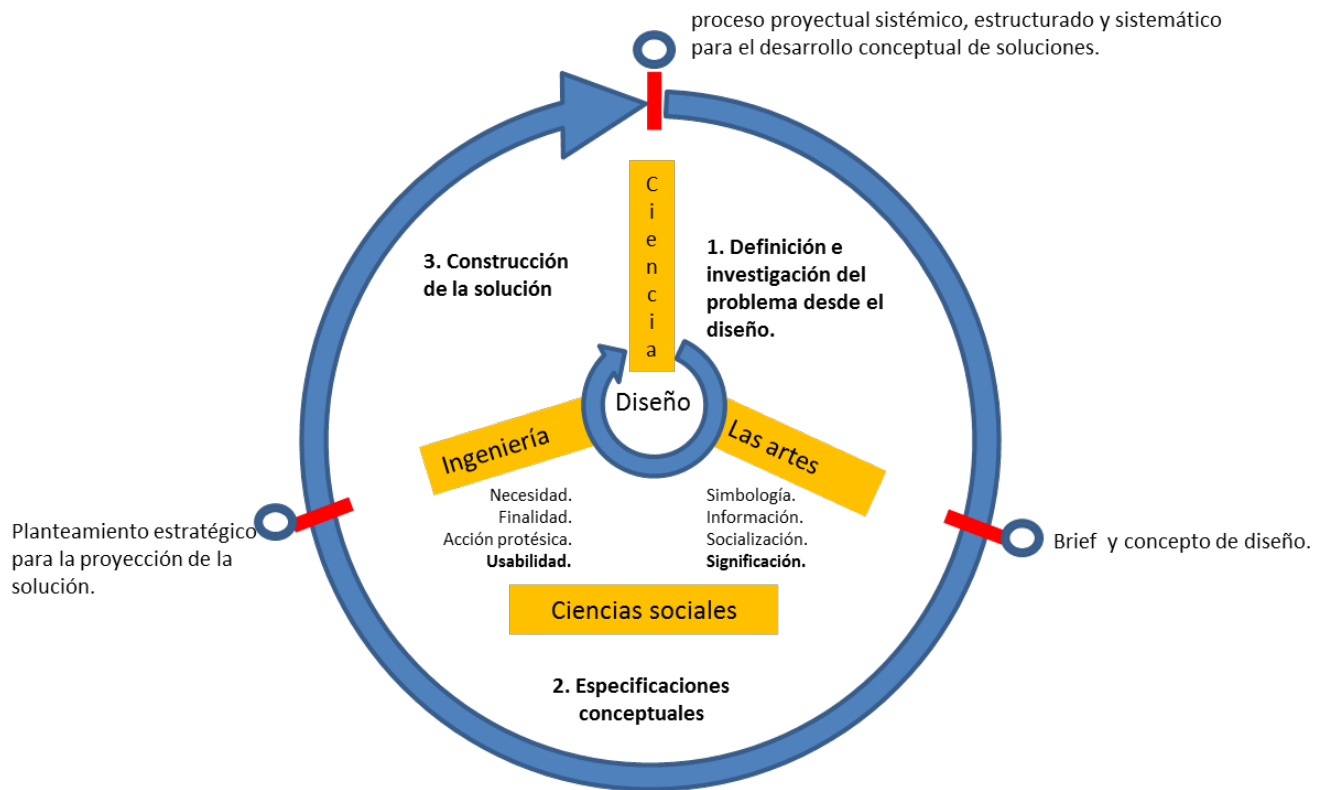


Figura 1. Estructura metodológica del proceso de diseño por el cual se aborda el aprendizaje de los ingenieros en formación

Una vez establecido la metodología a seguir se define como estrategia didáctica la implementación del ABP y AOP, lo que implica definir un problema en un contexto amplio en el que el Diseño debe fundamentarse en su acto de creación como un desarrollo sostenible sistemático y sistémico. Y es desde esta postura en donde el grupo de ingenieros en formación son quienes definen su problema específico a intervenir. Una vez esta definición empiezan un proceso de investigación sobre las teorías pertinentes y una indagación sobre los denominados “usuarios futuros” comprendiendo claramente las necesidades y comportamientos de tipo social, cultural, político y tecnológico de estos, determinando una relación clara entre el saber para poder

hacer, por lo que se define dentro de cada una de estas etapas metodológicas el uso de diversos métodos que permitan realizar un juicio claro sobre lo que está planteando como materia de proyección el ingeniero en formación para dar solución al problema.

Con este proceso de proyectual se espera que los estudiantes empiecen a desarrollar algunas de las competencias genéricas durante su paso por el ciclo básico de su formación. Las competencias establecidas por la Facultad de Ingeniería de la UAO son: (1) Identificar, analizar y resolver problemas de Ingeniería, (2) Formular, planear y ejecutar proyectos, (3) Buscar, seleccionar, analizar y usar información, (4) Comunicación oral, escrita y gráfica, (5) Trabajo en equipo, (6) Aprendizaje autónomo y continuo y (7) pensamiento crítico. Estas se muestran en la figura 2, como se abordan por medio de las etapas de la metodología propuesta.

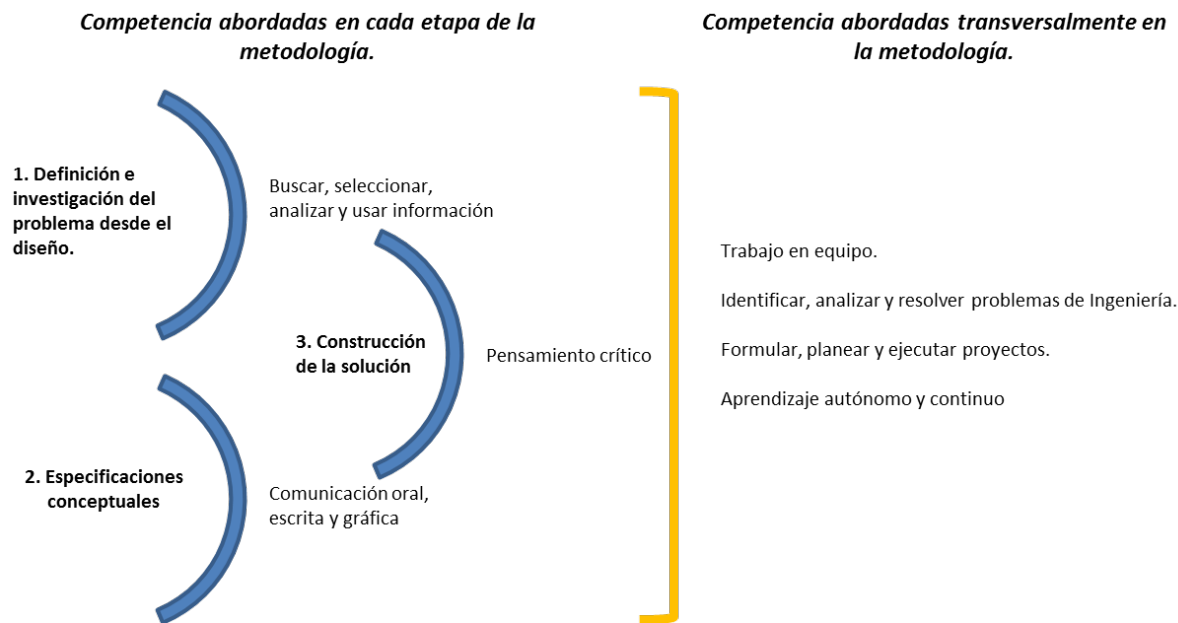


Figura 2. Abordaje de las competencias genéricas de la facultad en la metodología propuesta.

Con estas competencias genéricas inmersas en una metodología proyectual se busca que los ingenieros en formación de la UAO sean actores integrales capaces de interpretar, argumentar y resolver problemas ligados a un contexto el cual involucra a seres humanos con necesidades por lo que sus procesos meta-cognitivos deben generar soluciones idóneas y éticas para el medio.

4. Experiencia y resultados logrados

Después de realizada la implementación de una metodología proyectual en el curso de diseño conceptual de ingeniería a partir del 2010 y su posterior evolución hasta lo presentado en el presente documento y a partir del análisis de las observaciones de los trabajos de los ingenieros en formación y vivencias a la luz de los tres ejes de reflexión fueron emergiendo diferentes comprensiones en relación con las situaciones esperadas y ocurridas con los actores de esta intervención, las que se detallan a continuación como experiencia o resultados del proceso.

El uso del enfoque proyectual del diseño y el fundamentar el inicio de la inmersión en este mediante procesos de investigación e indagación ligados al proceso de la investigación a través del diseño al proyecto formativo integrador permite afianzar la idea que el planteamiento micro curricular es coherente, lógico y contribuye significativamente en el proceso de formación de los ingenieros autónomos.

La amplia gama de disciplinas de la ingeniería que ofrece la Facultad abarca una serie de subdisciplinas, cada uno con una atención más específica sobre determinados campos de aplicación y áreas específicas de la tecnología en los que sea podido verificar que la enfoque proyectual es válido para todas en su postura fundamental y aspectos más genéricos del hacer o diseñar soluciones.

En el ejercicio de la formulación de los casos planteados se han definido mediante un problema en contexto logrando que este contenga, los contenidos declarativos, procedimentales de un ingeniero en formación, resaltadas en las competencias genéricas propuestas por la facultad, de una forma lógica y coherente lo que permite afianzar al curso de diseño conceptual como el curso de cierre de la ruta curricular centrada en el diseño como actividad genérica del ingeniero, constituida por 3 asignaturas en los primeros tres semestres.

Fundamentalmente se ha logrado que los ingenieros potencialicen sus habilidades mediante el pensamiento proyectual y el pensamiento de diseño, mediante la generación de conceptos de diseño que proponen de forma creativa basados en información real obtenida por procesos de investigación, que se traducen en alternativas de solución capaces de ser llevadas a una materialización por medio de la construcción de modelos físicos que permiten la validación de su proceso determinando así mejoras en las soluciones y una aproximación del paso del idear a la materialización.

Por último se ha podido comprobar que el uso de esta metodología basada en las estrategias didácticas del ABP y AOP, han logrado generar casos que exigen que los ingenieros en formación formen niveles de comprensión en su aprendizaje más elevados pues requieren ser autónomos en la cantidad y relación de información y conocimiento necesarios para abordar el problema e iniciar la proyección de la solución del problema.

5. Conclusiones

- Es de vital importancia diseñar un proyecto formativo integrador que este enfocado en el proceso de desarrollo personal y profesional de las competencias genéricas y específicas de los ingenieros en formación durante el Ciclo Básico de Ingeniería, para esto se requiere generar siempre casos que permitan la vinculación de la investigación teórica y la indagación de las personas o actores participantes en la problemática ubicados en su contexto.
- Es importante que el proyecto formativo integrador sobre el que se implementara el proceso proyectual de diseño pueda darse a conocer a las demás asignaturas de Formación Profesional con el fin que los estudiantes puedan generar mayor interacción con docentes especializados en las áreas en las que el problema definido por ellos puede desenvolverse y así potencializar la búsqueda de información y conocimiento necesario para dar respuesta a los problemas, lo que transforma a la esencia metodológica del diseño en una guía de aprendizaje activo durante el desarrollo del proyecto.
- El desarrollo de competencias en los estudiantes, se debe entender como un proceso gradual y que por tanto requiere establecer niveles de dominio que sirvan como referentes para realizar una evaluación

efectiva del proceso de formación. Así se puede entender como un proceso de diseño, el cual es dinámico y sistémico que avanza progresivamente hacia la solución planteada, lo que permite evidenciar en el proceso de diseño el avance de las competencias en diferentes niveles y momentos.

- Dado que el auge del uso de la tecnologías ha acercado en gran medida al conocimiento, se puede señalar que es difícil determinar que alguien pueda ofrecer ya un conocimiento verdadero, socialmente relevante, que debamos determinar y el cual deba ser repetido indefinidamente por los estudiantes como si fueran aprendices de una técnica. Así que debemos generar la motivación o el detonante para que los estudiantes aprendan a construir sus propias verdades relativas, fundamentadas en el conocimiento que permitan resolver los problemas actuales y futuros, convirtiéndose en parte activa en su formación, en su vida social y cultural, lo que el entendimiento del concepto de diseño y acercamiento con esta disciplina para resolver un problema ayuda a desarrollar la capacidad de investigación y síntesis (divergencia y convergencia del conocimiento).
- Muchas de las estrategias planteadas para abordar el aprendizaje significativo se basa en estrategias creativas, la elaboración verbal y conceptual, la elaboración de resúmenes autogenerados o storyboard, la detección o generación de conceptos claves e ideas enfocadas y de manera reciente con estrategias metacognitivas y autorreguladoras que permiten al individuo reflexionar y regular su proceso de aprendizaje, lo que permite definir que ya se utilizan muchas herramientas o estrategias que son manejadas en la disciplina del diseño desde hace ya mucho tiempo, lo que permite afirmar que es de gran ayuda en los procesos formativos actuales centrarse en el usuario “estudiante” y determinar la relación formal–funcional asiendo la analogía al diseño o sea la relación conocimiento - aprendizaje.

6. Referencias

- Archer, B. (1995). The Nature of Research. *Interdisciplinary Journal of Design*, 6-13.
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of Knowing*. London: Springer.
- Forlizzi, J., Stolterman, E., & Zimmerman, J. (2009). From design Research to Theory: Evidence of a Maturing Field. En I. A. Research, *Rigor and Relevance in Design Proceedings* (págs. 2889-2898). Seoul.
- Horta, A. (2012). *Trazos poéticos sobre el Diseño. Pensamiento y teoría*. Bogota: Universidad de Caldas.
- Saikaly, F. (2005). Approaches to Design Research: Towards the Designerly Way. *6th European Academy of Design Conference*. Bremen.
- Vega, C. (2010). presentación de la ruta curricular: Problemas, Proyectos y Diseño conceptual en el ámbito de ingeniería. Cali, Colombia.

Sobre el Autor

- **Juan Manuel López Ayala**, Diseñador Industrial de la Universidad Icesi. Máster en Ingeniería, Especialista en Gestión de la Innovación Tecnológica de la Universidad del Valle y estudiante Doctoral en Diseño y Creación. Docente y coordinador de la asignatura de diseño conceptual de ingeniería. Correo electrónico: jmlopez@uao.edu.co

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

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