

.....

# Estrategias para la gestión de la innovación: Pasado, Presente y Futuro

Nelson V Yépes\*

## Abstract

The innovation is developed as one of the primary factors in developing economies, where its study becomes the reason and essence of the programs and projects of institutions and countries. The present paper presents two philosophies in management development for TRIZ innovation and design thinking, disciplines that have been extensively addressed by researchers and scientists. The study is based on secondary sources of information; its structure contains elements described by different authors and presents conclusions and recommendations on the development of innovation management for Colombian companies.

Keywords: TRIZ, Innovation, design thinking

## Resumen

La innovación se desarrolla como uno de los factores primordiales en el desarrollo de las economías, donde su estudio se convierte en la razón y esencia de los programas y proyectos de desarrollo de instituciones y naciones. El presente artículo presenta dos filosofías en el desarrollo de la gestión para la innovación, TRIZ y DESIGN THINKING (DT), disciplinas que han sido ampliamente abordadas por investigadores y científicos. El estudio que se fundamenta en fuentes secundarias de información, recoge elementos de su estructura descritos por diferentes autores y realiza unas conclusiones y recomendaciones al desarrollo de la gestión de innovación para las empresas Colombianas.

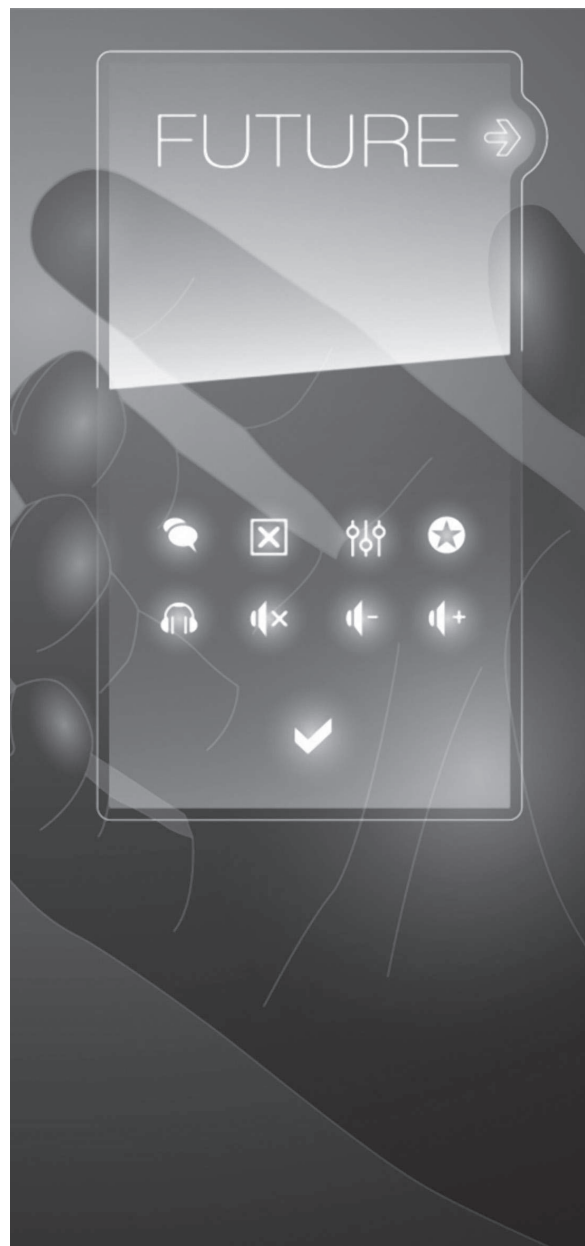
**Palabras clave:** TRIZ, innovación, Pensamiento en diseño.

---

Fecha Recibido: 2012-09-13

Fecha Aprobado: 2012-11-20

\* Master en Diseño, Dirección y Gestión de proyectos de la Universidad Politecnica de Cataluña, Especialización en Gerencia Financiera. Ingeniero Industrial de la Universidad Católica de Colombia. Educando del Doctorado en Proyectos, Universidad Internacional Iberoamericana de México.



## Introducción

¿Cómo innovar?, es la pregunta de muchos pioneros que han estado en la búsqueda de nuevas soluciones a las necesidades del ser humano. Existe una diversidad de técnicas definidas para la creatividad y otras para la innovación. En el presente artículo, expondremos dos de ellas (TRIZ y Design Thinking) y el ¿Por qué su importancia?

TRIZ es un método de resolución de problemas basado en la lógica y los datos, no en la intuición, lo que acelera la capacidad del equipo del proyecto para resolver estos problemas de forma creativa. TRIZ proporciona una repetición, previsibilidad y fiabilidad gracias a su estructura y enfoque algorítmico. “TRIZ” es el acrónimo (en ruso) para la “Teoría de resolución de problemas inventivos”. Desarrollado por GS Altshuller y sus colegas de la antigua Unión Soviética entre 1946 y 1985. TRIZ es una ciencia internacional de la creatividad que se basa en el estudio de los patrones de los problemas y las soluciones, no en la creatividad espontánea e intuitiva de los individuos o grupos.

TRIZ se extiende en el uso corporativo, a través de varios caminos paralelos - es cada vez más común en los procesos Seis Sigma, en los sistemas de gestión de proyectos y en las iniciativas de innovación de la organización.



Design Thinking o “Pensamiento del Diseño” es un proceso por el cual, la estrategia para desarrollar productos o servicios se basa en enfrentar los problemas de gestión y de desarrollo de negocio desde el mismo enfoque en el que un diseñador enfrenta y resuelve problemas de diseño, entendiendo diseño como el proceso creativo y no como la belleza en sí. Design thinking es una manera de resolver problemas al reducir riesgos y aumentar las posibilidades de éxito. Design thinking empieza identificando las necesidades humanas como el proceso central y a partir de ahí, mediante la observación, plantea prototipos, conecta conocimientos de diversas disciplinas (psicología, sociología, marketing, ingeniería) para llegar a una solución humanamente deseable, técnicamente viable y económicamente rentable.

El presente artículo, expone un panorama general de ambas escuelas y las metodologías de su aplicación como sus logros, poniendo de manifiesto la necesidad de involucrar estas disciplinas en las estructuras curriculares de las ingenierías.

## 2. Design thinking vs triz

En un panel de discusión<sup>1</sup> desarrollado por Catalign Innovation Consulting, presenta a dos expertos defendiendo los dos postulados [1], por un lado se encuentra Lakshman (2012), quién manifiesta que Design Thinking se acerca más a nuestra forma de pensar, lo define como una cultura que trata de explorar a los usuarios y sus comportamientos, lo que dicen, lo que quieren, lo que hacen, lo que piensan y lo que sienten. Se trata de obtener ideas sobre por qué y cómo las personas se comportan de una manera par-

<sup>1</sup> En el taller de liderazgo en innovación desarrollado por Catalign Innovation Consulting se presenta a dos expertos en innovación y metodologías de resolución de problemas – Design Thinking y TRIZ. Para Design Thinking, se tenía la presencia de Lakshman Pachineela Seshadri que es la cabeza de la innovación en SAP Global Delivery, Bangalore y también un profesor invitado de la Escuela de Hasso Plattner en Potsdam. En TRIZ se tuvo al Dr. Bala Ramadurai quien es el co-fundador de TRIZ Innovation India y un consultor en innovación.

ticular, dónde se obtienen conocimientos de estas situaciones que traen ideas relevantes y luego soluciones. Design Thinking no va por los requisitos establecidos, va por debajo de ellos, ve y entiende por qué se necesitan y cómo son utilizados.

Lakshman presenta un ejemplo: “Supongamos que nos fijamos en cómo los niños utilizan un cepillo de dientes, te darás cuenta que es diferente de cómo los adultos lo utilizan. Los niños sostienen el cepillo con las palmas en lugar de sólo los dedos como los adultos. Observaciones como éstas proporcionan los puntos de vista. Estas ideas luego darán lugar a soluciones más cómodas y firmeza en el manejo del cepillo de dientes para niños”.

Bala (2012), describe que el padre de la filosofía, Genrich Altshuller, descubrió que hay patrones reconocibles a la resolución de problemas y en TRIZ se les llama principios de la invención. Aguayo (1997) [2] manifiesta que “aquellas patentes que presentaban soluciones a difíciles contradicciones tecnológicas fueron usadas para definir y clasificar la naturaleza de los problemas de inventiva. El conocimiento representado por esas innovativas patentes fue la base del desarrollo del método para resolver problemas tecnológicos y desarrollar productos y procesos. Como en otras ciencias como físicas y matemáticas, TRIZ comprende un grupo de regularidades, algoritmos y herramientas. Con esta metodología un individuo puede desarrollar sistemas tecnológicos en una forma sistemática a través de un proceso que comienza con la identificación del problema, su categorización, su formulación y finalmente el uso de las herramientas para generar conceptos de solución creativos (innovación sistemática)”.

### 3. Proceso de invención triz

La teoría para la solución de los problemas inventivos distingue dos tipos de problemas [3-17]:

1. Problemas que pueden ser resueltos a través de la aplicación directa de las leyes de la evolución tecnológica, principios para la eliminación de contradicciones o estándares inventivos

2. Problemas que no pueden ser resueltos con estas técnicas, por lo cual hay dos aproximaciones a la solución de problemas inventivos: Procedimientos Estándar y ARIZ (Algoritmo de solución de problemas inventivos)

Las leyes de evolución de los Sistemas Técnicos, definen que la salida de un nuevo producto no es más que el fruto de la acumulación de todo el conocimiento hecho por el hombre y que conocer el desarrollo lógico ayuda al diseñador a conseguir la solución adecuada y a visualizar de mejor forma un problema y que estas leyes de evolución de los sistemas técnicos están clasificadas en estáticas, cinemáticas y dinámicas (Figura 1).

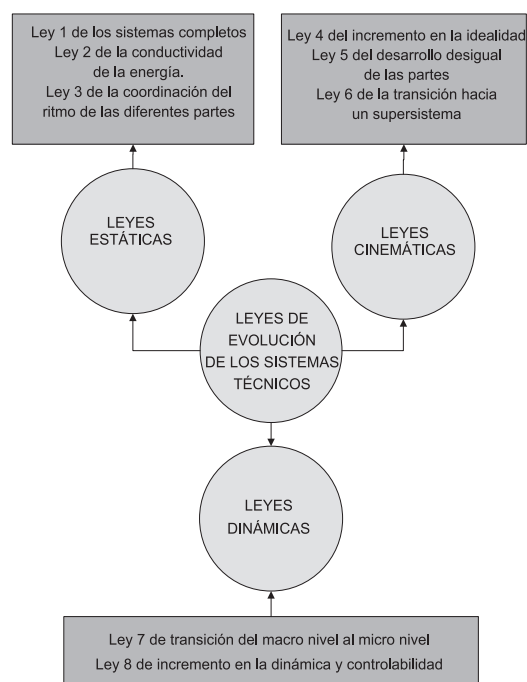
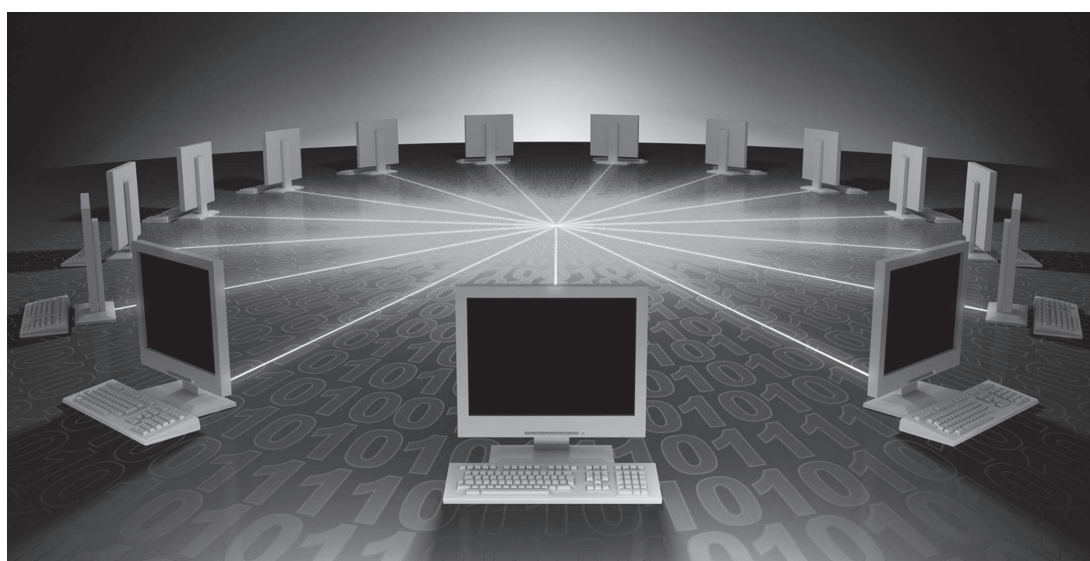


Figura 1: Leyes de evolución de los sistemas técnicos.

En los estudios [18-22], definen con claridad las leyes de los procesos inventivos:

1. La primera ley, de los sistemas complejos, evidencia que cada sistema técnico debe constar de cuatro componentes: motor, transmisión, unidad de control y la unidad de trabajo. Si falta algún componente, el sistema técnico no

- existe, si cualquier componente falla, el sistema no sobrevive.
2. La segunda ley de la conductividad de la energía expone que la viabilidad de un sistema es el libre flujo de energía a través de todas las partes del sistema. Como toda técnica transforma la energía, esta energía debe circular libremente y de manera eficiente a través de sus cuatro partes principales.
  3. La tercera ley de la coordinación, es un requisito previo para la viabilidad de un sistema técnico. La coordinación de ritmos (por ejemplo, las frecuencias de vibración, la periodicidad de la operación, etc) de todos los componentes en un sistema técnico. Las leyes cinemáticas definen cómo los sistemas técnicos evolucionan independientemente de las condiciones (factores técnicos o físicos).
  4. La cuarta ley del incremento de la idealidad, expone que todos los sistemas evolucionan hacia el incremento del grado de idealidad.
  5. La quinta ley, el desarrollo de partes de un sistema procede de manera desigual: el más complicado es el sistema, más desiguales los desarrollos de sus partes. El desarrollo desigual de las partes es una razón para la aparición de contradicciones técnicas y físicas y los problemas de la invención.
  6. La sexta ley, transición a un supersistema, define que durante la evolución, los sistemas técnicos se fusionan y forman bi-y poli-sistemas. Cuando un sistema agota las posibilidades de una mayor mejora significativa, que está incluido en un super-sistema como una de sus partes, surge un nuevo desarrollo del sistema que lo hace posible. Las leyes dinámicas definen cómo los sistemas técnicos evolucionan en función de factores técnicos o físicos.
  7. La séptima ley, Transición de un nivel macro a nivel micro. Esta ley refleja la tendencia de desarrollo de los sistemas técnicos hacia la miniaturización de los componentes del sistema, tales como microelectrónica, microinstrumentos y mecatrónica.
  8. La octava ley, El desarrollo de un sistema técnico siempre tiende hacia el más alto nivel de dinamismo y controlabilidad. De acuerdo a esta ley, los sistemas rígidos se mueven hacia la segmentación mientras enfatizan una controlabilidad más eficiente.
- En la Fig. 2, se observa, como aplican las leyes de los procesos inventivos
- El concepto de diseño para la innovación, haciendo uso de Triz está compuesto por 40 principios fundamentales (Tabla 1)





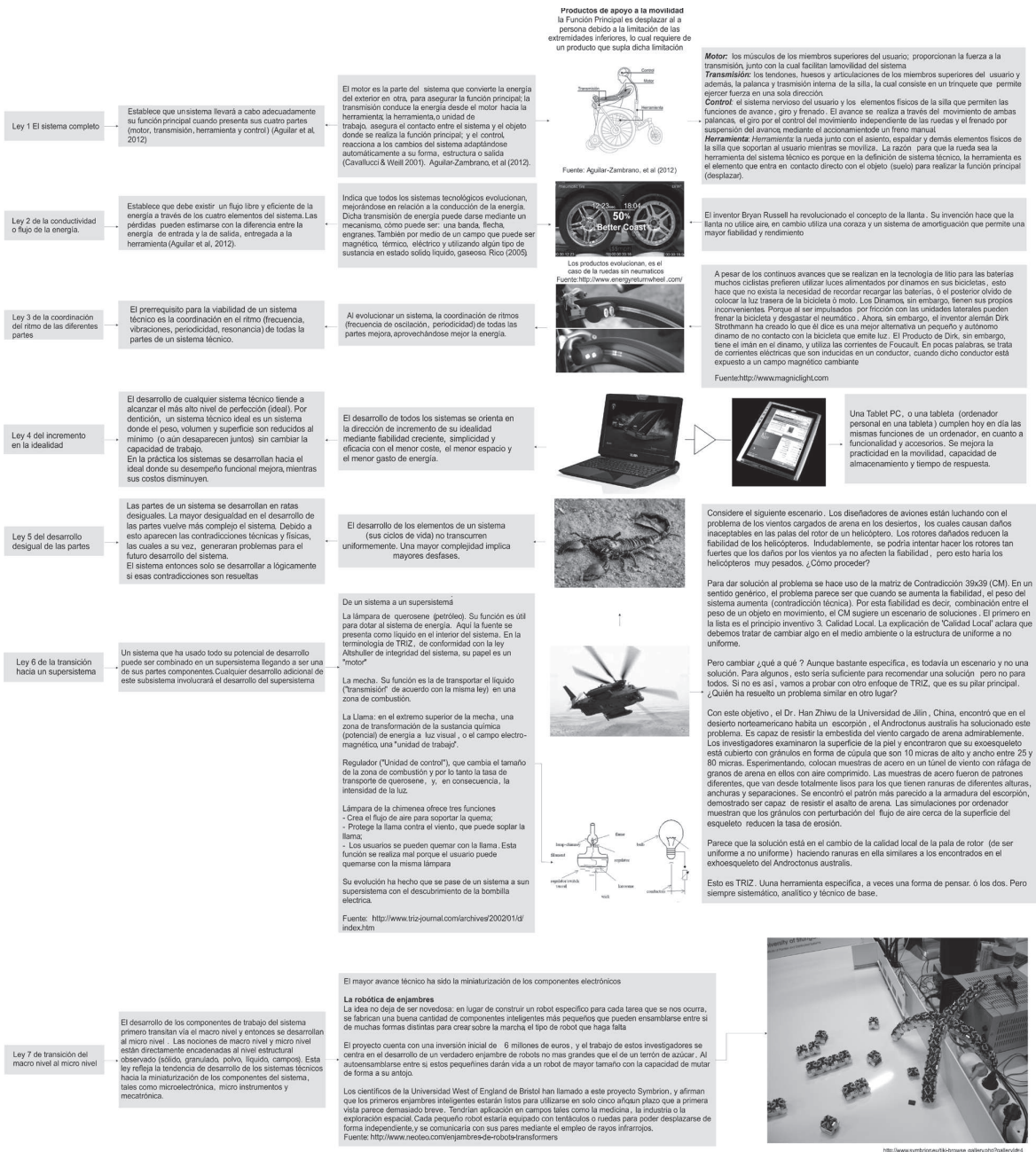


Figura 2: Descripción sobre las leyes de la evolución de los sistemas técnicos.

**Tabla 1.** 40 Principios de la inventiva

1) Extracción	22) Retroalimentación
2) Calidad local	23) Mediador
3) Asimetría	24) Autoservicio
4) Combinación	25) Copiado
5) Universalidad	26) Objeto barato de vida corta en vez de uno caro y durable
6) Anidación	27) Reemplazo de sistemas mecánicos
7) Contrapeso	28) Uso de una construcción
8) Reacción previa	29) Neumática o hidráulica
9) Acción previa	30) Película flexible o membranas delgadas
10) Amortiguamiento Anticipado	31) Uso de material poroso
11) Equipotencialidad	32) Cambio de color
12) Inversión.	33) Homogeneidad
13) Esferoidicidad	34) Restauración y regeneración de partes
14) Dinamicidad	35) Transformación de los estados físicos y químicos de un objeto
15) Acción parcial ó sobrepasada	36) Transición de fase
16) Moviéndose a una nueva dimensión	37) Expansión térmica
17) Vibración mecánica	38) Uso de oxidantes fuertes
18) Acción periódica	39) Medio ambiente inerte
19) Continuidad de una acción útil	40) Materiales compuestos
20) Despachar rápidamente	
21) Convertir algo malo en un Beneficio	

Cada uno de los principios enunciados, representa un estudio extenso que puede ser profundizado por el lector en los estudios [23-25], de la universidad de Southampton.

La estructura de la Teoría de Solución de Problemas de Inventiva, se compone de un muy variado grupo de métodos, técnicas, Herramientas y conocimientos. Unos más conocidos y otros más complejos-

Utiliza como base teorica la leyes de la evolución de los sistemas técnicos, como métodos el algoritmo de solución de problemas de inventiva (ARIZ), análisis de contradicciones, análisis campo sustancia, esquema multipantalla de pensamiento, análisis de función y costo, métodos para el desarrollo de la imaginación creativa. Como técnicas y herramientas utiliza los principios para la eliminación de contradicciones físicas, los 40 principios para la eliminación de contradicciones técnicas, enfoque estándar para la solución de problemas, modelado de funciones e idealidad (convergencia), análisis del problema inverso y otros.

La exposición relevante haciendo uso de la filosofía TRIZ, demanda un orden sistemático, organizado y secuencial, partiendo de estructuras definidas en la identificación de procesos inventivos. Se puede observar por ejemplo, en los estudios [26-43], sobre el “ Diseño de una metodología que reduzca la necesidad de expertos en el diseño de productos ambientalmente eficientes mediante el uso de elementos de la teoría para la resolución de problemas” que la metodología propuesta (TRIZ) está conformada por pasos guiados por la heurística y por herramientas que proveen al responsable del diseño la información y las estrategias metodológicas necesarias para generar nuevos conceptos.

Al utilizar los principios de TRIZ, extraídos de patentes alrededor del mundo, el uso de la metodología hace uso del conocimiento de expertos que han resuelto problemas técnicos con estructuras similares al que se enfrenta en la actualidad.

TRIZ es un método probado para potenciar la innovación y se ha aplicado con éxito en diferentes ramas de la ciencia. Entre las importantes

empresas que han adoptado la metodología en sus productos o procesos, se pueden mencionar: Jet Propulsion Laboratories, BMW, Siemens, Intel, Ericsson, Texas Instruments, Bosch, Toyota, Philips, LG Electronics, entre otras muchas [44].

#### 4. Design thinking

Brown y Wyath (2010) [45] en su publicación “Design Thinking para la innovación social”, realiza una descripción de la concepción de Design Thinking:

IDEO fue una organización conformada en 1991 como una fusión entre el Diseñador David Kelley, que creó el primer mouse para Apple Computer en 1982, y el ID de Dos, que creó el primer ordenador portátil también en 1982. Inicialmente, IDEO se centró en el trabajo de diseño tradicional para los negocios, el diseño de productos como el asistente personal digital Palm V, cepillos de dientes Oral-B y las sillas Steelcase. Estos son los tipos de productos que se muestran en revistas que presentan los estilos de vida o en los pedestales sobre los museos de arte moderno.

Para el año 2001, IDEO hace cada vez más frente a los problemas que parecían muy del diseño

tradicional. Una fundación al cuidado de la salud les pidió colaborar con reestructurar su organización, de un siglo de edad y una empresa de fabricación quería entender mejor a sus clientes, como a su vez una universidad tenía la esperanza de crear entornos de aprendizaje alternativos para aulas tradicionales.

Para distinguir este nuevo tipo de trabajo de diseño, se comenzó a referir como “diseño con una pequeña d.” Pero nunca esta frase parecía completamente satisfactoria. David Kelley, también conocido como el fundador de Hasso Plattner Institute of Design (también conocido como el “d.school”), señaló que cada vez que alguien le preguntó acerca del diseño, se encontró con la inserción de la palabra “pensamiento”.

Uno de los mayores impedimentos para la adopción de pensamiento de diseño no es más que el miedo al fracaso. Una vibrante cultura de pensamiento de diseño animará prototipos-rápidos, baratos, como parte del proceso creativo y no sólo como una forma de validar ideas

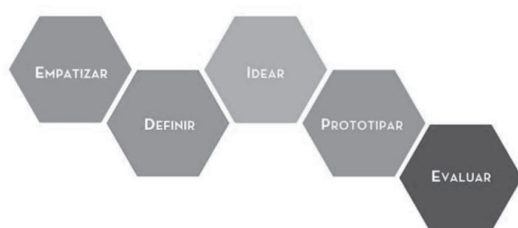
Como enfoque, Design Thinking abre las capacidades que todos tenemos y que son pasadas por alto, por los sistemas convencionales de resolución de problemas prácticos. Donde no solo se centran en la creación de productos y servicios que son centrados en el ser humano, sino que el proceso en sí es también profundamente humano. Design Thinking se basa en nuestra capacidad de ser intuitivo, para reconocer patrones, para la construcción de las ideas que tienen un significado emocional, además de ser funcional, y para expresarnos en otros medios de comunicación que solo palabras o símbolos. Nadie quiere dirigir una organización con el sentimiento, la intuición y la inspiración, pero un exceso de confianza en lo racional y analítico puede ser también arriesgado.

Design Thinking se desarrolla como un sistema de superposición de espacios en lugar de una secuencia de pasos ordenados. Existen tres espacios a tener en cuenta: INSPIRACIÓN, IDEACIÓN Y LA EJECUCIÓN. Se piensa en la inspiración como el problema u oportunidad que motiva la búsqueda de soluciones; la ideación como el proceso de generar, desarrollar y probar



las ideas, y la aplicación como el camino que debe seguir el proyecto. La razón para llamarlos espacios, en vez de pasos, es que se no se realicen siempre de forma secuencial. Design Thinking es un método de aprendizaje que se centra en el desarrollo de confianza de los estudiantes creativos. Los profesores y los estudiantes participan en la práctica de problemas de diseño que se centran en el desarrollo de la empatía, la promoción de un sesgo hacia la acción, animando a la idealización, desarrollo de la conciencia metacognitiva y el fomento activo en la resolución de problemas. El proceso de Design Thinking se fundamenta en cinco pasos fundamentales (ver Figura 3):

Comprender, observar, punto de vista, idear, prototipado y prueba, son los procesos que se adelantan para desarrollar la innovación.



**Figura 3.** Pasos en el proceso de Design Thinking [46]

La **COMPRESIÓN** es uno de los espacios del proceso de pensamiento de Design Thinking. Durante esta fase, los estudiantes se sumergen en el aprendizaje, hablan con los expertos y realizan investigaciones. El objetivo es desarrollar conocimientos básicos a través de estas experiencias. Los estudiantes utilizan sus entendimientos como un trampolín, para comenzar a abordar los desafíos de diseño.

El espacio **OBSERVAR**, es aquí donde los estudiantes se convierten en observadores entusiasmados. Observan cómo las personas se comportan e interactúan y observan espacios físicos y lugares. Hablan con la gente acerca de lo que están haciendo, hacen preguntas y reflexionar sobre lo que ven. La fase de la comprensión y la

observación de Design Thinking ayudan a los estudiantes a desarrollar un sentido de empatía.

Posterior a estos dos espacios, tenemos el **PUNTO DE VISTA**, En esta fase de Design Thinking, los estudiantes prestan atención en convertir las necesidades de la gente en ideas en desarrollo. La frase “¿Cómo podría hacerse...” se utiliza a menudo para definir un punto de vista. Esta declaración termina con una sugerencia sobre cómo hacer cambios que tendrán un impacto en las experiencias de los pueblos.

**IDEAR** es un espacio crítico de Design Thinking. Los estudiantes asumen el reto de generar una lluvia de ideas de gran variedad y suspender el juicio, donde no se abortan las ideas descabelladas y las ideas de todos son aceptadas sin ser rechazadas. Idear acepta todo lo que genere creatividad y diversión.

Los **PROTOTIPOS**, son concebidos en el proceso de diseño. El prototipo puede ser un dibujo, un modelo o una caja de cartón. Es una forma de transmitir una idea rápidamente. Los estudiantes aprenden que es mejor agilizar y aterrizar las ideas.

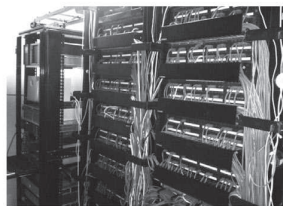
El último espacio es el **TEST** o la **PRUEBA**. Las pruebas son parte de un proceso iterativo que proporciona a los estudiantes retroalimentación. El propósito de la prueba es aprender qué funciona y qué no, y luego iterar. Esto significa ir de nuevo a su prototipo y modificándolo según los comentarios. Esta prueba garantiza que los estudiantes aprendan lo que funciona o lo que no para los usuarios.

Muchas empresas sociales utilizan intuitivamente Design thinking, pero la mayoría no llegan a abrazar el enfoque como una forma de ir más allá de la resolución del actual problema convencional. Ciertamente, existen impedimentos para la adopción de pensar en el diseño. Tal vez el enfoque no es aceptada por toda la organización. O tal vez la organización se resiste a tomar un enfoque centrado en el hombre y no para equilibrar los puntos de vista de los usuarios, la tecnología y las organizaciones.

En la Fig.4., se presenta algunas invenciones a partir de la filosofía Design Thinking



Figura 4. Aplicaciones de Design Thinking por IDEO



La mejor manera de dar rienda suelta a la creatividad, sostiene Kelley, es ofrecer a los estudiantes una "experiencia". Bajo su metodología, los estudiantes no reciben simplemente un problema para resolver sino que deben definir el problema por sí mismos a través de la investigación. A un grupo de estudiantes, por ejemplo, se le encargó el diseño de una incubadora para el mundo en desarrollo. Sin embargo, cuando los estudiantes fueron enviados a Nepal para pasar tiempo con madres y médicos, se encontraron con que la mayoría de los nacimientos tiene lugar en zonas rurales alejadas de los hospitales, por lo que las incubadoras baratas no serían de mucha utilidad. "Esto tiene que ver con mantener cálidos a los bebés y no con incubadoras baratas", explica George Kembel, director ejecutivo de Hasso Plattner. El segundo paso consiste en "idear", donde los estudiantes visualizan y piensan en posibles soluciones. Ellos decidieron que lo que necesitaban era un dispositivo de bajo costo para calentar a los bebés, que fuera transportable, fácil de usar y esterilizar, y que funcionara sin electricidad. Luego llega la etapa de "prototipos". Los estudiantes hicieron bocetos y modelos tridimensionales de las potenciales incubadoras que podrían probar, modificar y volver a probar, en un proceso iterativo que va al corazón del pensamiento de diseño. Al final de la clase, los estudiantes tenían un prototipo terminado, una especie de saco de dormir hecho con un material especial que envuelve al bebé y que puede mantenerse limpio y cálido con apenas agua hirviendo. Los estudiantes pasaron a formar una empresa sin fines de lucro con la esperanza de colocar su flamante incubadora Embrace en el mercado. Fuente: <http://observatorioredesempresariales.wordpress.com/2011/10/21/todos-podemos-ser-creativos-solo-hay-que-aprender-como-el-fundador-de-ideo-da-recetas-sobre-como-innovar/>

IDEO.org está trabajando con Sanergy, proporcionando a los residentes de asentamientos informales de Nairobi, Kenya una opción de saneamiento limpio y agradable para la vida a través del modelo de franquicia baño fresco. Fuente: Carla Lopez <https://www.ideo.org/stories/kicking-off-with-sanergy-and-the-fresh-life-toilet>

Hace años, los proyectos de IDEO se realizaron principalmente en el interior de los estudios. Actualmente, más y más diseñadores de IDEO están integrados con equipos de clientes en todo el mundo y prototipos en el campo. Esto crea los desafíos de infraestructura. Cosas como el almacenamiento (un servidor de archivos), conectividad (Internet, una red con cable e inalámbricas de área local), la arquitectura de servidores empresariales (controladores de dominio, servidores de impresión, etc) y protección (un firewall de nivel profesional) todo tenía que ser accesible en lugares remotos. Ideo puso toda esa infraestructura en un recipiente lo suficientemente pequeño como para que un diseñador lo pueda llevar a mano en un avión. Ah, y también asegurarse de que funciona en cualquier parte del mundo

Fuente: [www.ideo.org](http://www.ideo.org)

Para Melles (2011), es evidente que la práctica de traer el Design thinking a nuevos campos es más que la última moda que podría representar una especie de mina de oro para la renovación curricular en las escuelas de diseño. De hecho, la historia reciente de Design Thinking en América del Norte incluye la oferta de cursos en la Rotman School of Management, Toronto (Canadá) y la Universidad de Stanford de D-School y la Escuela de Administración de St Gallens. Juding [47].

## Conclusiones

Los avances tecnológicos y el desarrollo de los procesos de innovación, obligan a las naciones a romper los paradigmas establecidos y a generar proyectos que procuren el mejor estándar de vida de sus habitantes, desde luego sin olvidar el respeto al medio ambiente.

Se hace necesario en las facultades de ingeniería Colombiana, promover y abrir cátedras específicas que promuevan el pensamiento creativo e innovador. Escuelas como TRIZ y Design Thinking pueden contribuir a las ingenieras con el desarrollo de nuevos proyectos que tengan como resultados ser patentables al servicio de la humanidad.

La innovación cumple una función de servicio a la sociedad y en especial a las poblaciones más vulnerables. Este es el desarrollo que observamos con la filosofía Design Thinking, dónde los investigadores interactúan con los actores y estudian a profundidad el impacto de los problemas no sólo desde el punto de vista técnico sino humano.

TRIZ es una herramienta útil, que facilita la resolución de problemas inventivos, debido a su estructura metodológica que se fundamenta en una serie de patrones inventivos [48].

Combinando estas dos filosofías, se puede potenciar la habilidad de los estudiantes de ingeniería, en el desarrollo del pensamiento creativo e innovador a problemas de índole social que afectan a las comunidades.

Otras investigaciones que se pueden desarrollar, estarían enfocadas en aplicar el pensamiento

creativo por medio de Design Thinking con parámetros establecidos por TRIZ, evaluando el impacto.

El pensamiento de diseño o design thinking, menos conocido que el pensamiento científico, tiene características de gran valor para los equipos que se ocupan de problemas complejos. En conjunto, las características de la forma de pensar y la ciencia del diseño son un conjunto de procesos de pensamiento complementario capaz de añadir una fuerza considerable al área de asesoramiento [49-53].

## Bibliografía

- [1] V. Dabholkar. "Design thinking vs TRIZ": A panel discussion Held at Hotel Grand Mercure on July 5, 2012 as part of Next Gear workshop. Edited by Dr. Vinay Dabholkar, President, Catalign Innovation Consulting. (2012)
- [2] H. Aguayo. "Modelo del proceso de diseño conceptual: Integración de las metodologías QFD, análisis funcional y TRIZ", Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, (1997),
- [3] J. A. Aguilar, M. V. Valencia, M. F. Martínez, C. A. Quiceno, C. M. Sandoval. "Uso de la Teoría de Solución de Problemas Inventivos (TRIZ) en el análisis de productos de apoyo a la movilidad para detectar oportunidades de innovación Ingeniería y Competitividad", Volumen 14, No. 1, p. 137 - 151 (2012)
- [4] Kang, Y. J. "The method for uncoupling design by contradiction matrix of TRIZ, and case study". Third International Conference on Axiomatic Design, Seoul, Korea. 2004.
- [5] Mann, D. "Manufacturing technology evolution trends. Integrated Manufacturing Systems", 13(2), 86-90. 2002
- [6] Moehrle, M. G. "What is TRIZ? From Conceptual Basics to a Framework for Research". Creativity and Innovation Management 14(1), 3-13. 2005
- [7] Pugh, S. "Total design: integrated methods for successful product engineering". Wokingham, UK: Addison-Wesley Pub. Co. 1991.

- [8] Salamatov, Y. "TRIZ: The right solution at the right time". The Netherlands: Insytec B.V. 1999
- [9] Terninko, J. "Step-by-step QFD customer driven product design". Boca Raton, FL: CRC Press. 1997
- [10] Vincent, J., Bogatyreva, O., Pahl, A., Bogatyrev, N. & Bowyer, A. "Putting Biology into TRIZ: A Database of Biological Effects". *Creativity and Innovation Management* 14(1), 66-72. 2005
- [11] Dutta, S. "The global innovation index 2011". INSEAD. Fontainebleau France 2011
- [12] Aguilar, J. A., Prada, M., Gómez, E. & González, M. "Analysis and identification of research opportunities in product design using the multidimensional project model". In *Proceedings of the International Conference DESIGN 2008*, Duvrovnik, Croatia, p. 89-96. 2008
- [13] Cavallucci, D. "TRIZ, the altshullerian approach to solving innovation problems". 2002.
- [14] Chakrabarty, A., "Engineering design synthesis: understanding, approaches, and tools", pp.131-148, Springer.
- [15] Cavallucci, D. & Weill, R. D. "Integrating Altshuller's development laws for technical systems into the design process". *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 50(1), 115-120. 2001
- [16] Ciruello, E., Sánchez F. & Etxebarria, B. "Compendio de definiciones del concepto innovaci3n realizadas por autores relevantes: dise1o hibrido actualizado del concepto". *Dirección y Organización*, 36, 61-68. 2008
- [17] Gonzalez-Cruz, M., Aguilar-Zambrano, J., Aguilar-Zambrano, J. J. & Gardoni, M. "La estrategia de creatividad sistemática TRIZ con equipos multidisciplinares de dise1o de producto". *DYNA*, 83(6), 337-350. 2008.
- [18] D Russo, D. Regazzoni, "TRIZ Laws of evolution as eco-innovation method". *Proceedings of IDMME - Virtual Concept 2008*. Beijing, China. (2008)
- [19] Regazzoni, D., Russo, D., Rizzi, C., "TRIZ-driven eco-design and Innovation". In *International Conference on Research into Design, ICoRD*, Bangalore, India 7-10 January 2009.
- [20] Russo, D., Regazzoni, D., Montecchi T. "Eco-design with TRIZ Laws of Evolution". *Proceedings of the 9th ETRIA World TRIZ Future Conference*, Timisoara, Romania, 4-7 November 2009.
- [21] Russo, D., Birolini, V., "European testing of the efficiency of TRIZ in eco-innovation projects for manufacturing SMEs". *Proceedings of the 10th ETRIA World TRIZ Future Conference*. Bergamo, Italia, 3-5 November 2010, pp. 127-134. ISBN: 978-88-96333-59-4.
- [22] Russo, D., "A computer aided strategy for more sustainable products" accepted for WC-CAI2011 4th IFIP Working conference on Computer Aided Innovation, Strasbourg (FR), June 30th to July 1st 2011.
- [23] J. Scalan. "TRIZ 40 Design Principles", Module SESA3002a; Aerospace Design. University of Southampton.
- [24] Brown, T. "Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation", New York: HarperBusiness, 2009.
- [25] Kelley, T., Littman, J. "The Ten Faces of Innovation: IDEO's Strategies for Defeating the Devil's Advocate and Driving Creativity Throughout Your Organization", New York: Random House, 2005.
- [26] J.C. Chala. "Dise1o de una metodolog1a que reduzca la necesidad de expertos en el dise1o de productos ambientalmente eficientes mediante el uso de elementos de la teor1a para la resoluci3n de problemas de inventiva, TRIZ", Trabajo de grado Mag1ster en Ingenier1a Industrial, Universidad Nacional.
- [27] Gongchang Ren, Weiting Sun, Xin Tian, "Studies for the product innovative design system based on TRIZ," *Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design*, 2006. CAIDCD '06. 7th International Conference on, pp.1,4, 17-19 Nov. 2006.
- [28] Jiajun Shao, "New thinking and methodologies on reliability engineering," *Reliability*,

- Maintainability and Safety, 2009. ICRMS 2009. 8th International Conference on , pp.149,153, 20-24 July 2009
- [29] Wang, Mei, Wang, Jie, Xiong, Yan, "Research on computer aided product form creative design system," Technology and Innovation Conference, 2006. ITIC 2006. International , pp.368,371, 6-7 Nov. 2006
- [30] Yeh, C.H., Huang, J.C.Y., Wu, F.C., "A breakthrough product R&D model by using the integration of four-phases QFDs and TRIZ," Modelling, Identification and Control (ICMIC), Proceedings of 2011 International Conference on , pp.185,190, 26-29 June 2011
- [31] Ming Qi, Chang-Yi Zou, "An Object Oriented Method of Industrial Design Based on 40 Inventive Principles," Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, 2008. ICIII '08. International Conference on , vol.3, pp.202,205, 19-21 Dec. 2008
- [32] Hong-zhong Hu, Wen-tao Li, Ya-ting Hu, "Design and research of conceptual function vehicles under TRIZ Theory," Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM), 2011 IEEE 18Th International Conference on , vol.Part 1, pp.97,101, 3-5 Sept. 2011
- [33 ] Lin Xiaoying, Li Miao, Hou Liang, Liu Cairong, "Application of ARIZ in product design improvement," Mechanic Automation and Control Engineering (MACE), 2010 International Conference on, pp.6066,6069, 26-28 June 2010
- [34] Hsiang-Tang Chang, Thomas Chen, "An Eco-innovative design method based on design-around approach," Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, 2003. Eco-Design '03. 2003 3rd International Symposium on , pp.575,582, 8-11 Dec. 2003
- [35] Liu Feng, Yang Yi, "A Systematic Method for Identifying Contradiction of Casting Process," Digital Manufacturing and Automation (ICDMA), 2010 International Conference on , vol.1, pp.145,151, 18-20 Dec. 2010
- [36] Gongchang Ren, Weiting Sun, Xin Tian, "Studies for the product innovative design system based on TRIZ," Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design, 2006. CAIDCD '06. 7th International Conference on , pp.1,4, 17-19 Nov. 2006
- [37 ] Jiajun Shao, "New thinking and methodologies on reliability engineering," Reliability, Maintainability and Safety, 2009. ICRMS 2009. 8th International Conference on , pp.149,153, 20-24 July 2009
- [38] Wang, Mei, Wang, Jie, Xiong, Yan, "Research on computer aided product form creative design system," Technology and Innovation Conference, 2006. ITIC 2006. International, pp.368,371, 6-7 Nov. 2006
- [39 ] Yeh, C.H., Huang, J.C.Y., Wu, F.C., "A breakthrough product R&D model by using the integration of four-phases QFDs and TRIZ," Modelling, Identification and Control (ICMIC), Proceedings of 2011 International Conference on , pp.185,190, 26-29 June 2011
- [40] Ming Qi, Chang-Yi Zou, "An Object Oriented Method of Industrial Design Based on 40 Inventive Principles," Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, 2008. ICIII '08. International Conference on , vol.3, pp.202,205, 19-21 Dec. 2008
- [41] Hong-zhong Hu, Wen-tao Li, Ya-ting Hu, "Design and research of conceptual function vehicles under TRIZ Theory," Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM), 2011 IEEE 18Th International Conference on , vol.Part 1, pp.97,101, 3-5 Sept. 2011
- [42] Lin Xiaoying, Li Miao, Hou Liang, Liu Cairong, "Application of ARIZ in product design improvement," Mechanic Automation and Control Engineering (MACE), 2010 International Conference on, pp.6066,6069, 26-28 June 2010
- [43] Hsiang-Tang Chang, Thomas Chen, "An Eco-innovative design method based on design-around approach," Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, 2003. Eco-Design '03. 2003 3rd International Symposium on , pp.575,582, 8-11 Dec. 2003
- [44] J. L. Moya, A.S. Machado, R. Robaina, J.A. Velázquez, R. Mestizo, J. A. Cárdenas, R. A. Goytisoló. "“Uso de la metodología TRIZ para el Diseño de Engranajes” (2009).



- [45] A. Brown Tim & Wyatt Jocelyn “Design Thinking for Social Innovation”, Stanford Social Innovation Review Winter 2010, P 33. (2010)
- [46] F. Gonzalez. “Mini guía: una introducción al Design Thinking + Bootcamp bootleg”, Hasso Platner, Institute of design at Stanford. .
- [47] G. Melles “Teaching Design Thinking: Expanding Horizons in Design Education” Swinburne University, Faculty of Design 144 High Street, Prahran 3181, Australia. Vol 31, 2012, Pages 162–166
- [48] C. Maldonado, R Oropeza, R. Arzate “TRIZ, la metodología mas moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática”. Grupo Editorial Panorama, p 55. ISBN 968-38- 1359-3 (2005),
- [49] C. Owen. “Design Thinking: Notes on Its Nature and Use” Illinois Institute of Technology. Design Research Quarterly 1:2 Dec. 2006 (2006).
- [50] Owen, C. L. “Responsible Design”. (2004). Achieving Living Excellence: Implications, Warnings and a Call to Action. In eDesign2004. Proceedings of the International Conference on Environmental Design for Living Excellence: Contemporary Issues and Solutions.
- [51] Owen, C. L. “Design Research: Building the Knowledge Base”. Design Studies. [UK] 19(1), 9-20. 1998.
- [52] Arieti, S. (1976). “Creativity. The Magic Synthesis”. New York: Basic Books.
- [53] Csikszentmihalyi, M. “Creativity. Flow and the Psychology of Discovery and Invention”. New York: Harper Collins Publishers, Inc. 1996