

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**OPCIÓN I.- TESIS**

TRABAJO PROFESIONAL

**“INTEGRACIÓN DEL DESIGN THINKING Y DE LA  
TEORÍA TRIZ PARA ASISTIR A UN USUARIO EN LA  
FORMULACIÓN DE UN PROYECTO DE INNOVACIÓN”**

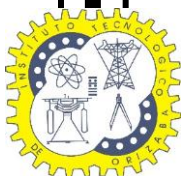
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**MAESTRO EN INGENIERIA ADMINISTRATIVA**

PRESENTA:

**I.D.I.E. HUGO DOMINGO GARCÍA MANILLA**

DIRECTOR DE TESIS:

**DR. GUILLERMO CORTÉS ROBLES**



**ORIZABA, VERACRUZ**

**DICIEMBRE 2018**



FECHA: 11/12/2018  
DEPENDENCIA: POSGRADO  
ASUNTO: Autorización de Impresión  
OPCIÓN: I

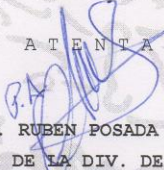
C. HUGO DOMINGO GARCIA MANILLA  
CANDIDATO A GRADO DE MAESTRO EN:  
INGENIERIA ADMINISTRATIVA

De acuerdo con el Reglamento de Titulación vigente de los Centros de Enseñanza Técnica Superior, dependiente de la Dirección General de Institutos Tecnológicos de la Secretaría de Educación Pública y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

"INTEGRACION DEL DESIGN THINKING Y DE LA TEORIA TRIZ PARA ASISTIR A UN USUARIO EN LA FORMULACION DE UN PROYECTO DE INNOVACION".

Comunico a Usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE

  
DR. RUBEN POSADA GOMEZ  
JEFE DE LA DIV. DE ESTUDIOS DE POSGRADO

C.A. TITULACIÓN



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA  
INSTITUTO  
TECNOLÓGICO  
DE ORIZABA

ggc





TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

FECHA : 10/12/2018

ASUNTO: Revisión de Trabajo Escrito

C. DR. RUBEN POSADA GOMEZ  
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO E INVESTIGACION.  
P R E S E N T E

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C. :

HUGO DOMINGO GARCIA MANILLA

la cual lleva el título de:

"INTEGRACION DEL DESIGN THINKING Y DE LA TEORIA TRIZ PARA ASISTIR A UN USUARIO EN LA FORMULACION DE UN PROYECTO DE INNOVACION".

Y concluyen que se acepta.

A T E N T A M E N T E

PRESIDENTE : DR. GUILLERMO CORTES ROBLES

FIRMA

SECRETARIO : M.F.I. EDNA ARACELI ROMERO FLORES

FIRMA

VOCAL : M.C. VICTOR RICARDO CASTILLO INTRIAGO

FIRMA

VOCAL SUP. : M.A.E. MARICELA GALLARDO CORDOVA

FIRMA

EGRESADO(A) DE LA MAESTRIA EN INGENIERIA ADMINISTRATIVA

OPCION: I Tesis



Avenida Oriente 9 Núm. 852, Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320 Orizaba, Veracruz, México  
Teléfonos: (272) 7 24 40 96 Fax. (272) 7 25 17 28  
e-mail: Orizaba@itorizaba.edu.mx www.itorizaba.edu.mx



---

## Agradecimientos



A MIS PADRES, por su apoyo incondicional en cada meta que me he trazado a lo largo de toda mi vida, siempre atentos en todo momento para brindarme su consejo.



AL DR. GUILLERMO CORTÉS ROBLES, fundamental para la realización de este trabajo, brindándome parte de su valioso tiempo para asesorarme, mi profunda admiración para sus ideas, sus trabajos y pasión al impartir cátedra frente a grupo.



A LA DRA. EDNA ROMERO FLORES, M.C. VÍCTOR RICARDO CASTILLO INTRIAGO Y M.A.E. MARICELA GALLARDO CÓRDOVA quienes realizaron sus aportaciones al presente trabajo y me alentaron a lo largo de las diversas actividades que realicé durante mi estancia en la maestría.



AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA TECNOLOGÍA, por la beca otorgada para la financiación de mis estudios de maestría, publicaciones y estancias de investigación.



---

## Resumen

Las principales limitaciones del design thinking radican en su alta subjetividad, la presencia de un sesgo psicológico y la falta de enfoque en la fase de generación de ideas. Además, no ofrece estrategias o técnicas para la solución puntual de los problemas inherentes al proceso de diseño, aspectos que la teoría de resolución de problemas inventivos o TRIZ puede cubrir mediante el planteamiento del problema en forma de contradicción. El empleo de TRIZ dentro del proceso de Design Thinking tiene el potencial de facilitar la generación de alternativas de solución a través de los principios de separación o de la matriz de contradicciones. Por otra parte, TRIZ no considera en gran medida al usuario para el que se está diseñando, aspecto que es fundamental en el design thinking. En consecuencia, la combinación de las capacidades de ambos enfoques puede generar una estructura complementaria para abordar el proceso de diseño. En este trabajo se describe una estructura básica para compaginar las mejores características de ambos enfoques para encauzar el pensamiento y esfuerzos creativos durante el desarrollo de un proyecto de innovación.

**Palabras clave:** Design thinking, TRIZ, Diseño de productos, Innovación.

---

## **Abstract**

The principal limitations of the Design Thinking (DT) model reside in its high subjectivity, which generates some rigidity called psychological inertia and observed in the search for a solution within a very well defined space. Also, DT does not offer strategies or techniques for the detailed solution of the intrinsic problems of the design process. This means that the procedure of the problem solving that arises during the design process depends on the experience of a team or an individual. The Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) may assist the requirements of the Design Thinking model. TRIZ contains among its tools, a set of techniques that allow modeling and solving inventive problems. At the same time, TRIZ does not propose any tool or technique to identify the user's requirements, a fundamental aspect of the Design Thinking model. As a consequence, this work describes a strategy to combine both approaches and presents a basic structure to balance the best characteristics of both approaches. The purpose is to guide the thinking and the creative efforts during the development of an innovation project and offer to a user a set of tools to solve the problems that invariably the design process contains. Finally, this chapter illustrates the application of both techniques in a case study.

**Key words:** TRIZ, Design Thinking, Product design, Innovation.

---

## Contenido

Resumen .....	v
Abstract .....	vi
Introducción.....	1
Objetivos .....	3
<b>Objetivo general</b> .....	3
<b>Objetivos específicos</b> .....	3
Capítulo II.....	20
Marco teórico.....	20
<b>2.1 Innovación</b> .....	20
<b>2.2 Design thinking</b> .....	20
<b>2.2.2 Proceso del design thinking</b> .....	21
<b>2.2.4 Técnicas y herramientas</b> .....	28
<b>2.3 Teoría de Resolución de Problemas de Inventiva (TRIZ)</b> .....	31
<b>2.3.1 Antecedentes</b> .....	31
<b>2.3.2 Definición</b> .....	32
<b>2.3.3 Fundamentos de TRIZ</b> .....	32
<b>2.3.4 Funciones de TRIZ</b> .....	32
<b>2.3.4 Conceptos fundamentales en TRIZ</b> .....	33
<b>2.3.5 Beneficios</b> .....	39
Capítulo III.....	40
Integración del design thinking y de la teoría TRIZ (DT+TRIZ) .....	40
<b>3.1 Razón de la integración DT+TRIZ</b> .....	40
<b>3.2 Integración del design thinking y de la teoría TRIZ (DT+TRIZ)</b> .....	42
<b>3.3 Descripción del marco de trabajo</b> .....	43
<b>3.4 Resultados y Discusión de la Integración DT+TRIZ</b> .....	48
Capítulo IV.....	49

---

Casos de aplicación de la integración DT+TRIZ .....	49
Capítulo V .....	61
Discusión y resultados .....	61
Conclusiones .....	62
Trabajo a futuro .....	64
Productividad académica / científica.....	64
ANEXOS .....	67
Bibliografía .....	97



---

## Introducción

Actualmente, las bases para el desarrollo de productos y servicios son la satisfacción de las necesidades y la resolución de los problemas de la sociedad. También, hay un esfuerzo industrial para proponer al mercado productos que sean congruentes con un conjunto de características o requerimientos, pero sobre todo, a un ritmo que le permita a una empresa mantener su posición competitiva. El producto (un bien manufacturado o un servicio) tiene éxito en el mercado, dependiendo de la correcta transformación y apropiación de las necesidades del usuario y las funcionalidades que incorpora. Además, la precisa y efectiva identificación de los requisitos del mercado puede llevar al desarrollo de nuevos productos exitosos.

Como consecuencia, uno de los puntos de partida para crear un nuevo producto o modificar un producto ya existente, se encuentra en la identificación de las demandas presentes y futuras del mercado. El proceso del Design Thinking (DT) utiliza la empatía como un proceso central. Así el DT es una herramienta efectiva para desarrollar productos y servicios que se centran en el equilibrio entre las necesidades humanas, las necesidades comerciales y las necesidades técnicas, vinculadas con los problemas de responsabilidad correspondientes (Pavie & Carthy, 2015).

A pesar de la utilidad de DT, este enfoque sobre no propone herramientas específicas para lidiar con problemas que están siempre asociados al proceso de diseño. Un método basado en la evolución de la tecnología ofrece una serie de conceptos y herramientas para resolver problemas: la Teoría de Resolución de Problemas Inventivos (TRIZ). A pesar de su capacidad para modelar y resolver problemas, TRIZ no tiene en su estructura una herramienta para identificar las necesidades del mercado. Esta tarea se basa en la experiencia de un individuo y de sus conocimientos para utilizar otras herramientas.

Por lo tanto, ambos métodos son complementarios: DT produce información valiosa para guiar el esfuerzo del diseño, mientras que TRIZ puede aportar una caja de herramientas repetible y efectiva para la resolución de problemas. Así, este trabajo propone un marco para combinar las ventajas de ambos métodos y demostrar la utilidad de esta combinación para proporcionar nuevos recursos con el potencial de ser empleados en el diseño de nuevos productos.

---

El presente trabajo lo conforman cinco secciones, en la primera, se describe el rol del design thinking en el proceso de innovación, mencionando sus conceptos básicos y el proceso a seguir para llevar a cabo esta metodología, seguido de un análisis de su estado del arte, para observar de qué manera se ha empleado el DT tanto en la industria como en la academia.

La siguiente sección describe el papel de la teoría de resolución de problemas de inventiva TRIZ, citando sus conceptos básicos, los beneficios que aporta al proceso de innovación y las bases que lo fundamenta, de igual manera se hace una revisión a la literatura para analizar de qué manera se ha empleado durante el diseño de productos y la resolución de problemas.

Posteriormente se muestra una sección en donde se explica la razón de la integración, analizando y evaluando ambas metodologías por separado, descubriendo de esta forma sus fortalezas y oportunidades. En esta parte, se puede observar el potencial de emplear ambas de forma conjunta.

Enseguida, se describe la integración del design thinking con la teoría TRIZ, explicando qué elementos de TRIZ se incorporan en fases específicas del DT. Después, se presenta un caso de estudio sobre la innovación de una cubierta para laptop, empleando el marco de trabajo propuesto (DT+TRIZ).

Finalmente en la conclusión se hace referencia a la factibilidad de integrar DT y TRIZ y el potencial que representa en el diseño conceptual de nuevos productos y más tarde en la innovación.

---

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Integrar el design thinking con la teoría TRIZ para asistir a un usuario en la formulación de un proyecto de innovación.

### **Objetivos específicos**

- Identificar las metodologías existentes y más empleadas para la concepción y desarrollo de emprendimientos en México.
- Identificar las ventajas y limitaciones del design thinking y de la teoría TRIZ para argumentar su complementariedad.
- Integrar la teoría TRIZ a lo largo de las diferentes fases del design thinking para proponer un marco de trabajo para el diseño de nuevos productos.
- Implementación del modelo propuesto (integración del modelo de design thinking con la teoría de resolución de problemas inventivos TRIZ) para formular y proponer una innovación en un packaging (envase y embalaje) a una empresa.

# Capítulo I

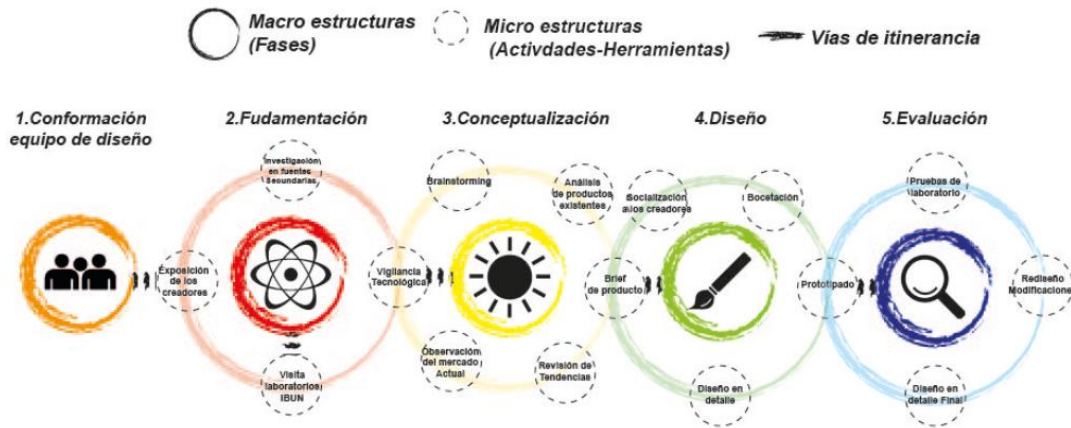
## Antecedentes

El diseño y desarrollo de nuevos productos surge normalmente de la identificación y análisis de oportunidades que se presentan en un mercado. Ante esta necesidad o deseo de diseñar un producto, se crearon diversas metodologías para formularlos, como las que a continuación se citan.

### **1.1 Metodología de diseño para productos impulsados por tecnología (Medit-ar)**

El diseño y desarrollo de productos tradicionalmente surge a partir de la identificación de una serie de aspiraciones, deseos o problemáticas de un conjunto de personas, que son traducidas en oportunidades de diseño, con miras a la viabilidad para la inserción de un nuevo producto o servicio en el mercado.

En estos productos, la tecnología se va incorporando gradualmente en los diferentes eslabones de la cadena de valor, promoviendo que puedan ser dotados de un carácter innovador desde diferentes enfoques, como son, la originalidad de los procesos de producción con los que es fabricado, la forma de abordaje del mercado de clientes, o la estructura y funciones organizacionales que determinaron su desarrollo (Schumpeter, 2011).



*Figura 1.1 Modelo Medit-at (Gómez, 2011)*

## 1.2 Estrategia de desarrollo de nuevos productos de Philip Kotler y Gary Armstrong

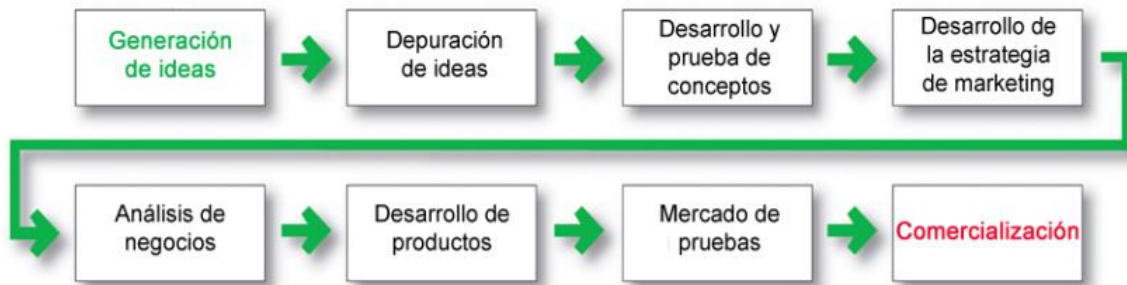
De acuerdo a estos dos autores (el primero reconocido mundialmente en el ámbito del marketing) existen dos maneras obtener nuevos productos y servicios:

### a) Por adquisición

Se refiere a comprar una empresa entera, una patente o una licencia para comercializar el producto de alguien más.

### b) Desarrollo de nuevos productos

Se refiere a productos originales, mejoras de los productos, modificaciones de los productos, y marcas nuevas que la compañía desarrolla a través de sus propias actividades de investigación y desarrollo.

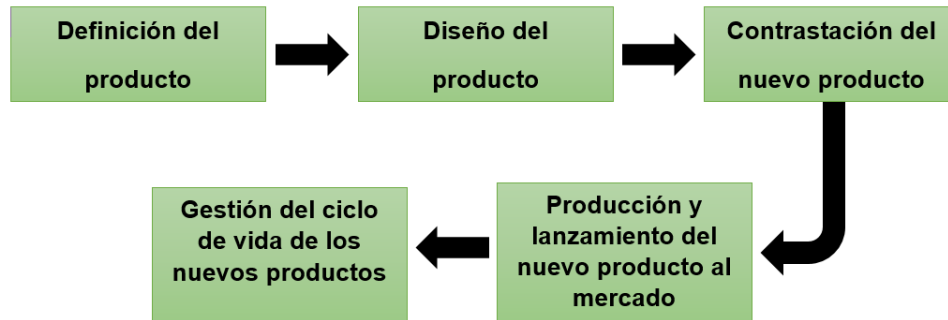


**Figura 1.2** Proceso de desarrollo de nuevos productos de Kotler y Armstrong  
(Kotler & Armstrong, 2012)

Este modelo es el más empleado en México y a nivel mundial para la formulación y desarrollo de nuevos productos, es el método que se imparte en las universidades y emprendedores que acuden a incubadoras y aceleradoras de empresas. Reconocido por el autor que lo diseñó, Philip Kotler, nombrado “Padre del Marketing Moderno”.

La principal desventaja de este modelo es que, en su primera fase, la de generación de ideas, se hace uso de la lluvia de ideas y los seis sombreros para pensar de Edward de Bono, herramientas con un alto índice de sesgo psicológico.

### 1.3 Proceso de concepción y lanzamiento de nuevos productos BCD



**Figura 1.2** Proceso de concepción y lanzamiento de nuevos productos  
(Marzabal, 2000)

En el proceso de este autor español, se destaca que incluye dentro de su modelo, comparar la idea del producto o servicio que se formula con la competencia existente, así como el análisis de su ciclo de vida en el mercado, características que los dos modelos citados anteriormente (Medit-ar y Kotler) no contemplan. La principal desventaja es que no especifica o recomienda herramientas para lograr el objetivo primordial del modelo, que es concebir ideas de producto o servicio.

## 1.4 Metodología Stage-Gate para la generación de nuevos productos

Stage-Gate es una metodología para la generación de nuevos productos. Este proceso, utilizado para llevar a cabo el proceso de desarrollo de producto con eficacia, comienza con la generación de una idea hasta el lanzamiento del producto. Consta de un número de etapas, y cada etapa consiste en diversas actividades paralelas, que han de finalizarse con éxito antes de pasar a la siguiente etapa (Stage-Gate, 2017).

Este modelo establece cinco etapas:

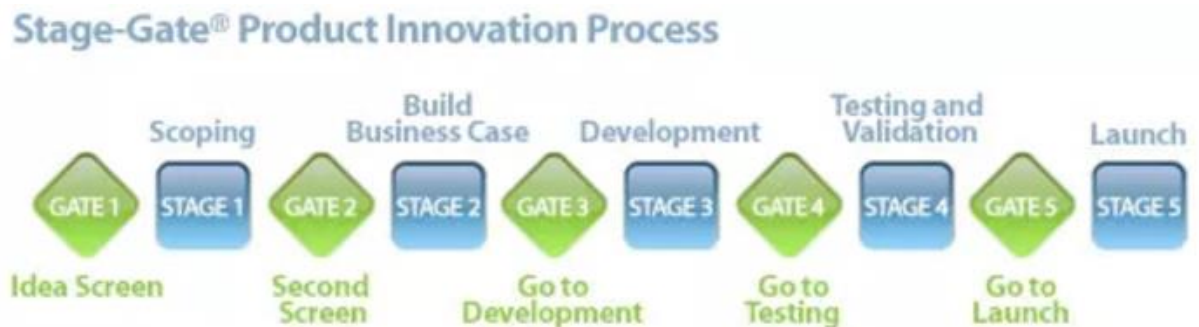
- a. Prospección (se lleva a cabo una investigación preliminar referida a cada idea generada para seleccionar algunas).
- b. Definición del modelo de negocio (se efectúa una investigación más minuciosa para definir y justificar el producto).
- c. Desarrollo (se establece el diseño y desarrollo del nuevo producto y su plan de producción y lanzamiento al mercado).
- d. Prueba y validación (se lleva a cabo una prueba extensa del nuevo producto).
- e. Lanzamiento.

La entrada a cada etapa se llama "puerta" (que son, normalmente, reuniones de control del proceso y los servicios). En cada puerta se determina si el proyecto/producto progresa adecuadamente para llegar a la siguiente etapa o fase.

- I. En la Puerta 1, se evalúa la idea de acuerdo a los criterios que se deben cumplir y los que se deberían cumplir, tales como alineación estratégica, viabilidad o ajuste con las políticas de la empresa. La Etapa 1 es una evaluación rápida y barata del proyecto, en términos de mercado, tecnología y finanzas.
- II. El resultado de la Puerta 2 es un plan de negocio, que será la base para la decisión sobre el modelo de negocio de la Puerta 3.
- III. La Puerta 3 consiste en el desarrollo real del producto y el concepto de marketing. El resultado de esta etapa es un prototipo del producto.



- IV. La Puerta 4 garantiza que el desarrollo del producto es consistente con la definición especificada en la Puerta 3. Las pruebas internas del producto, las pruebas de campo con clientes, los test de mercado y producciones de prueba son actividades típicas durante la Etapa 4 de validación.
  
- V. La Puerta 5 decide sobre la puesta en marcha de la producción y el lanzamiento en el mercado, que continúa durante la Etapa 5. El objetivo es hacer una revisión final para comparar los resultados esperados con los reales, y evaluar todo el proyecto.



*Figura 1.3 Metodología para la generación de nuevos productos Stage-Gate*

Los diferentes enfoques de diseño brindan un proceso a seguir para generar propuestas de nuevos productos o mejoras sustanciales, en caso de ser debidamente diseñados, fabricados, comercializados y aceptados en el mercado se considera que se logró una innovación.

## 1.5 Design thinking (DT): Una revisión a su estado del arte

A continuación, en la tabla 1.1 se presenta una revisión de la literatura de los beneficios que el design thinking (DT) confiere al proceso de innovación, su capacidad de combinarse con otras técnicas y su importancia en el desarrollo de productos y comprensión del cliente.

**Tabla 1.1** Principales trabajos relacionados con DT.

#	Autor (es)	Problemática	Técnica	Aportaciones
1	(Volkova & Jakobson, 2016)	Los entornos comerciales turbulentos, la escasez de recursos, la hipercompetencia y la globalización ejercen gran presión a las empresas. Proporcionar valor al cliente es vital para que la organización se mantenga en el mercado.	Design thinking	El Design thinking se convierte en la herramienta principal para crear valor para los clientes. Resalta el potencial del design thinking para desarrollar nuevas capacidades organizativas, mejorar el bienestar de la sociedad y mantener la competitividad en las desafiantes condiciones comerciales.
2	(Geissdoerfer, Bocken, & Hultink, 2017)	La innovación en modelos de negocios sostenibles es un tema emergente. Existen pocas	*Design thinking *Mapeo de valor	Emplear design thinking para mejorar el proceso creativo durante el desarrollo

	enhance the sustainable business modelling, 2016)	herramientas disponibles para modelar negocios sostenibles.		de propuestas de valor y mejorar el modelado de negocios sostenibles.
3	(Geissdoerfer, Savaget, & Evans, 2017)	Se requiere una guía y herramientas para facilitar el diseño de modelos de negocio sostenibles.	*Modelo de negocios. *Design thinking.	Un proceso para guiar los esfuerzos de innovación al desarrollar modelos de negocio. El cual integra dentro de sus fases elementos del design thinking.
4	(Davis, 2010)	Existe una gran oportunidad para mejorar la oferta de valor de una empresa. Los productos tradicionales deben incorporar valor. Es de alta importancia enseñar el design thinking en la academia.	*Design thinking.	Consejos para desarrollar la habilidad de pensar como un diseñador. El design thinking provee de creatividad al proceso de toma de decisiones. Dota de valor a los productos tradicionales. Importancia de impartir DT a estudiantes de negocios.
5	(Shapira, 2015)	Design thinking como herramienta para responder a los apremiantes desafíos de sostenibilidad global.	*Design thinking *Desarrollo sostenible	Proceso enriquecido de design thinking con estrategias de sustentabilidad.
6	(Glen, 2015)	Proporcionar a los estudiantes un marco	*Design thinking	Orientación para gestionar las

		para tratar problemas no estructurados y gestionar el proceso de innovación.		actividades y desafíos empleando design thinking. Principios que caracterizan a DT.
7	(Mosely, Wright, & Wrigley, 2018)	Explorar cómo se emplea el design thinking por el público que no pertenece al área de diseño.	*Design thinking	Estrategias para enseñar design thinking en estudiantes de negocios.
8	(Pavie & Carthy, 2015)	Comprender y explorar las problemáticas en innovación responsable.	*Design thinkin.	Proceso para desarrollar productos y servicios responsables. Estimular la capacidad creativa de los equipos de innovación.
9	(Chou, 2017)	Generar resultados óptimos durante la realización de un emprendimiento social.	*Design thinking	Revisión detallada de teorías de emprendimiento social y de la metodología de design thinking.
10	(Camacho, 2016)	Conocer la forma de desempeñar el design thinking en dos instituciones ícono en esta técnica.	*Design thinking	Descripción de cómo surgió design thinking en Stanford e IDEO
11	(Frisental, 2016)	Importancia de mejorar la forma en que las organizaciones	*Design thinking	Redefine y amplía el análisis de negocios mediante DT

		administran sus negocios y sus relaciones		
12	(Abrell, 2016)	Estudios demuestran que las corporaciones que emplean DT aprovechan de mejor manera sus oportunidades.	*Design thinking	Vinculación entre DT y emprendimiento corporatio

Al analizar el estado del arte del design thinking se pueden obtener las siguientes conclusiones sobre este enfoque de diseño:

De acuerdo a (Volkova & Jakobson, 2016) una de las estrategias más eficientes para mejorar la competitividad se logra creando nuevos productos con significado, con valor agregado y a través de la personalización tomando en cuenta los aspectos siguientes:

- a) La comprensión de la identidad y cultura del usuario.
- b) Los requisitos que solicita actualmente.
- c) Las tendencias futuras.

Una de las principales fortalezas del design thinking es la facilidad de comunicar ideas y crear propuestas de valor con equipos multidisciplinarios (Geissdoerfer, Bocken, & Hultink, 2016), (Brown, 2009).

El design thinking ha sido cada vez más reconocido como un activo prometedor para campos distintos al diseño. Ganó atención en los sectores de los negocios, el liderazgo y la gestión, como una opción para hacer frente a la creciente complejidad del mercado y para ser utilizado como una fuente de innovación y éxito comercial (Davis, 2010) (Dorst K., 2011), (Fraser, 2007).

El design thinking permite a cualquier persona sin experiencia en diseño crear soluciones a los desafíos cotidianos. Estas soluciones pueden ser productos, servicios, entornos, organizaciones y modos de interacción. El equipo de diseño converge para transformar la información recopilada en ideas significativas (Shapira, 2015).

Principios que caracterizan a DT según (Glen, 2015):

- Centrado en el ser. Intenta desarrollar nuevos conocimientos sobre los problemas que enfrentan los usuarios en la vida cotidiana. Es necesarios que el diseñador deje de lado ideas preconcebidas y esté dispuesto a observar para definir qué problemas merecen una mayor investigación. Se desarrolla la empatía.
- Observación. Para comprender las necesidades humanas, el DT enfatiza en la observación que a la vez conduce a la empatía, la comprensión y el análisis. El propósito es obtener una comprensión de los requerimientos del usuario.
- Visualización. Enfoque para hacer que la información tenga sentido aprovechan la empatía y la intuición.
- Prototipado. Se representa la idea con el propósito de obtener retroalimentación y aprendizaje. Generar muchos prototipos desechables, de la forma más rápida y barata posible.

El DT implica resolver problemas complejos que requieren curiosidad, imaginación y creatividad para generar, explorar y desarrollar soluciones posibles, con valor para el usuario final (Dorst & Cross, 2001). Ofrece a las empresas la capacidad de transformar productos, servicios, procesos y estrategias, donde el último determina nuevas formas de valor (Brown, 2008).

DT defiende la importancia de la empatía con el consumidor. Para poder desarrollar buenas soluciones los equipos necesitan comprender a sus usuarios; cómo piensan y qué sienten en relación con el problema que el equipo busca resolver. DT ofrece un conjunto de técnicas sobre cómo desarrollar la capacidad para ser empático con los usuarios. A los equipos de innovación se les recomienda sumergirse en la vida de sus usuarios y observar cómo interactúan con los productos que quieren mejorar. Al mirar, escuchar y coleccionar historias, pueden capturar ideas o anhelos inesperados. De acuerdo con el enfoque de DT, los equipos de innovación necesitan conocer a sus usuarios y preocuparse por ellos y sus vidas para crear innovaciones significativas (Brown, 2009).

DT se ha convertido en una parte integral del proceso de innovación. De hecho, juega un papel estratégico en el valor creación a través de la creación de ideas que respondan mejor a las expectativas y necesidades de los consumidores.

Design thinking con su aplicabilidad amplia y genérica, proporciona un método efectivo para la creación de productos con valor agregado de forma efectiva (Brown, 2008). Justificando de esta forma su capacidad para ser integrado a otras técnicas, como lo es TRIZ. La aplicación flexible del Design thinking proporciona un método efectivo para la creación de productos con valor agregado de forma efectiva (Brown, 2008). Sin embargo, su flexibilidad de aplicación implica que el experto que aplica el DT se vea en la necesidad de resolver problemas ajenos a su área de experiencia. En consecuencia, es necesario agregar al proceso de despliegue de DT un método capaz de formular y resolver problemas en múltiples dominios. La teoría de resolución de problemas inventivos o TRIZ posee esta competencia. La sección siguiente explora el uso de TRIZ en el proceso de innovación.

### 1.6 TRIZ: Revisión a su estado del arte

A continuación, la tabla 1.2 presenta una revisión de la literatura de los beneficios que la teoría de resolución de problemas de inventiva confiere al proceso de innovación, su capacidad de combinarse con otras técnicas y su importancia en el desarrollo de productos.

**Tabla 1.2** TRIZ: Revisión a su estado del arte

#	Autor (es)	Problemática	Técnica	Aportaciones
1	(Fiorineschi, Saverio, & Rotini, 2018)	Complementar FDM con algún método creativo para mejorar su funcionalidad.	*Análisis funcional y morfológico. *TRIZ	Integración del análisis funcional y morfológico con TRIZ para la resolución de problemas.
2	(Vaneke & Van Diepen, 2016)	Optimizar actividades de mantenimiento durante el	*Diseño de mantenimiento. *TRIZ	TRIZ es una adición útil al conjunto de pautas para el mantenimiento.

		proceso de diseño		Hoja de ruta para resolver problemas de mantenimiento con el apoyo de herramientas de TRIZ.
3	(Bertoncelli, Mayer, & Lynass, 2016)	¿Cómo aprender a ser creativo?	*TRIZ	Argumentos que avalan que la creatividad se puede aprender y entrenar.
4	(Chechurin & Borgianni, 2016)	El alcance de TRIZ se interpreta de manera diferente en la industria y en la academia	*TRIZ	Estudio de las mejores 100 publicaciones indexadas relacionadas a TRIZ.
5	(Chang, 2016)	Fomentar las habilidades de los estudiantes de ingeniería para resolver problemas	*TRIZ	Empelo de TRIZ para el diseño de productos, previsión tecnológica y gestión comercial.
6	(Gronauer & Naehler, 2016)	Guiar al personal de la empresa en el desarrollo de productos		Método y herramientas de TRIZ que muestra las ventajas al desarrollar productos



				innovadores y creativos.
7	(Wang, Yeh, & Chu, 2016)	Fortalece habilidades altamente importantes durante el desarrollo creativo	*TRIZ	TRIZ como medio para ser creativos. comienza a ser más usado por jóvenes universitarios
8	(Ekmekci & Koksal, 2015)	Las empresas requieren crear nuevos productos o mejorar los ya existentes.	*TRIZ	Diseño de productos y mejoramiento de los ya existentes mediante TRIZ
9	(Albers, Deigendes, & Schmalenbach, 2011)	Búsqueda del mejor método en el desarrollo de productos innovadores.	*TRIZ	Caja de herramientas de TRIZ para apoyar al inventor en el desarrollo del producto
10	(Spreafico & Russo, 2016)	Simplificar el método TRIZ para realizar innovación.	*TRIZ	Recopilación, análisis y procesado de casos de estudio de ETRIA TRIZ Future Conference y TRIZ Journal
11	(Chechurin L. , 2016)	El desarrollo de nuevos	*TRIZ	Mejoramiento de productos

		productos y su comercialización requieren de procesos eficientes y de calidad.		lean mediante TRIZ.
12	(Becattini, Cascini, & Rotini, 2015)	El tiempo empleado en los análisis de protocolos de diseño es tardado.	*OTSM *TRIZ	Esquema de codificación OTSM-TRIZ. Conjunto de reglas para la identificación de procesos cognitivos. Para disminuir el tiempo empleado en los análisis de protocolos de diseño.
13	(Delgado & Cortés, 2017)	Limitación de TRIZ para observar el progreso de un problema inventivo en el tiempo	*Dinámica de sistemas. *TRIZ	Dinámica de sistemas integrado a TRIZ para la resolución de problemas de inventiva.

La creatividad es la capacidad de generar ideas nuevas y útiles. A fin de superar limitaciones en la etapa de generación de propuestas de solución, (Eppinger & Ullman, 2007) y (Iliev, Probert, & Phaal, 2013) sugirieron la aplicación de métodos específicos y / o herramientas para apoyar las actividades de generación de ideas.

---

Uno de estos "auxiliares" en la creatividad es TRIZ, que se considera como un soporte adecuado para los diseñadores en la generación de soluciones creativas.

TRIZ es un método de innovación de productos y procesos que utiliza diversas herramientas que proponen caminos hacia posibles soluciones inventivas (Vaneke & Van Diepen, 2016). Es un enfoque de resolución de problemas fuertemente basado en el concepto de "Contradicción", utilizando técnicas específicas para resolverlos. (Fiorineschi, Saverio, & Rotini, 2018).

TRIZ es compatible con la solución de problemas, prevención de fallas, incidentes, gestión, generación de nuevos productos/servicios, definición de conceptos comerciales y resolución de conflictos administrativos. Por lo tanto, contiene un conjunto de herramientas para ser convenientemente seleccionada, de acuerdo a las necesidades específicas (Vaneke & Van Diepen, 2016).

## Capítulo II

### Marco teórico

#### 2.1 Innovación

Una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo al mercado y la sociedad (Manual de Oslo, 2005). Para desarrollar un nuevo producto o mejorar significativamente alguno ya existente en el mercado existen metodologías de diseño para la generación de éstas nuevas propuestas, de características, procedimientos, herramientas y niveles de dificultad de uso variados. A continuación, se explican el modelo de design thinking y la teoría de resolución de problemas de inventiva (TRIZ) empleados para el desarrollo de nuevos productos.

#### 2.2 Design thinking

##### 2.2.1 Concepto

Proceso de innovación sistemático que prioriza la empatía profunda para los deseos, necesidades y desafíos para comprender completamente un problema con la esperanza de desarrollar soluciones más integrales y efectivas (Roberts, Fisher, Trowbridge, & Bent, 2016). DT transforma la forma en que las organizaciones desarrollan productos, servicios, procesos y estrategias. La razón detrás de este argumento es que DT reúne lo que es deseable desde el punto de vista humano, con las características que son tecnológicamente y económicamente viables. DT también es un enfoque flexible para abordar una amplia gama de desafíos. Es un método para diseñar productos, utilizando la forma de pensar de un diseñador, que utiliza un tipo de razonamiento no convencional en el mundo de los negocios, es decir, el pensamiento deductivo. Por lo tanto, el diseñador busca la formulación de preguntas a través de la comprensión de los fenómenos. En otras palabras, se expresan preguntas que deben responderse a partir de la información recopilada durante la observación del universo que rodea el problema. Por lo tanto, al pensar de manera

deductiva, la solución no se deriva del obstáculo: más exactamente, encaja en él (Vianna, 2016).

## 2.2.2 Proceso del design thinking

El proceso de Design Thinking abarca cinco etapas:

1. **Empatizar:** la empatía es la base de un proceso de diseño centrado en las personas. Para empatizar, es necesario desplegar tres funciones: (1) Observar el comportamiento de los usuarios en el contexto de sus vidas o el uso del producto. (2) Interactuar con los usuarios y entrevistarlos a través de encuentros programados e "interceptados". (3) Sumergirse o experimentar lo que el usuario experimenta o vive. Los diseñadores deben entender a las personas para transformar esta observación en conocimiento y más tarde en un producto. El diseñador interpreta e infiere información sobre el significado de los datos obtenidos para descubrir ideas o percepciones. Estas percepciones canalizan el esfuerzo creativo para generar soluciones que satisfagan sus necesidades, requisitos y deseos.

El diseñador tiene que entender a las personas para las que se está diseñando. Los problemas que se tratan de resolver son raramente propios, sino que son los de unos usuarios particulares, a fin de diseñar para ellos, se debe generar empatía, para entenderlos como persona e identificar lo que es importante para ellos.

Observar lo que hacen y cómo interactúan con su entorno brinda pistas acerca de lo que piensan y sienten. También ayuda a saber lo que necesitan. Observar a las personas ayuda a captar las manifestaciones físicas de sus experiencias, lo que hacen y dicen. Esto permitirá interpretar el significado intangible de esas experiencias a fin de descubrir insights o percepciones. Estas percepciones encauzan el esfuerzo creativo para generar soluciones que satisfagan sus necesidades, requerimientos y deseos. Las mejores soluciones surgen a partir de las percepciones sobre el comportamiento humano. Sin embargo, aprender a reconocer esas ideas implica una dificultad considerable, debido a que nuestras mentes automáticamente filtran una gran cantidad de información de tal forma que ni siquiera se es consciente de ello. Se tiene que desarrollar la capacidad de aprender a ver las cosas "con un par de ojos frescos", existen herramientas y técnicas para realizar esta complicada labor.

Interactuar directamente con las personas revela una alta cantidad de información acerca de la manera de pensar y los valores que sostienen. A veces, estos pensamientos y valores no son evidentes para las personas que los sostienen. Una interacción profunda puede sorprender tanto al diseñador como a la persona designada por las percepciones no previstas que se revelan.

Las historias que las personas cuentan y las cosas que la gente dice que hace, incluso si son diferentes de lo que realmente hacen, son fuertes indicadores de sus creencias profundas acerca de cómo conciben el mundo. Los buenos diseños se basan en un sólido conocimiento de este tipo de creencias y valores.

Se debe interactuar para:

- Descubrir las necesidades que la gente tiene y de las que puede o no ser consciente.
- Guiar los esfuerzos de innovación.
- Identificar a los usuarios adecuados para realizar el diseño.
- Descubrir las emociones que guían los comportamientos.

Además de observar y hablar con los usuarios, es necesario contar con la experiencia propia en el entorno. Se tiene que buscar (o crear, si es necesario) experiencias para que el diseñador se sumerja y comprenda de mejor manera la situación en la que los usuarios se encuentran, y para los que se está diseñando.

- 2. Definir:** Esta etapa resume los hallazgos recopilados a través de la empatía y define un problema específico y relevante. Los objetivos son definir el problema o los problemas que el equipo debe abordar y establecer los criterios de evaluación. También es en esta etapa donde el equipo de trabajo formula restricciones de diseño y prevé las métricas de evaluación para validar un concepto.

En esta fase se sintetizan los hallazgos recabados a través de la empatía, en las necesidades importantes y percepciones, y se define un problema específico y significativo. Es una fase de enfoque. Los objetivos de esta fase son:

- 1) Desarrollar un amplio entendimiento de los usuarios y, basándose en este entendimiento,
- 2) Llegar a un planteamiento del problema que se pueda accionar: el punto de vista del diseñador. Este punto de vista debe ser una declaración que actúe como referente para

que se centre en usuarios específicos, las percepciones y las necesidades que se descubrieron durante la etapa de la empatía.

El punto de vista del diseñador es la visión única de diseño elaborada en base a los descubrimientos durante el trabajo de la empatía. Comprender el reto significativo a abordar y las percepciones que se pueden apalancar en el trabajo de diseño es fundamental para la creación de una solución exitosa.

Definir es fundamental para el proceso de diseño, ya que se expresa explícitamente el problema que se está tratando de resolver a través de los esfuerzos creativos y de diseño. Para ser verdaderamente productivo, primero se debe elaborar una declaración del problema concreto para utilizarla como detonante hacia una solución.

La importancia de esta segunda fase radica en que:

- Formula el problema con un enfoque directo.
- Inspira al equipo de diseño.
- Proporciona una referencia para la evaluación de las ideas que hay sobre la mesa.
- Permite a tu equipo tomar decisiones de manera independiente en paralelo.
- Alimenta el brainstorming proponiendo respuestas a preguntas “¿Cómo podemos...?”.
- Logra generar interés en las personas con las que se ha estudiado.
- Optimiza el desarrollo de conceptos.
- Es una habilidad que se revisa, reformula y mejora a medida que se realizan más proyectos.
- Guía los esfuerzos de innovación.

**3. Idear:** esta etapa requiere un esfuerzo creativo. El equipo necesita enfocar su creatividad para proponer conceptos que resuelvan el problema del diseño. Tradicionalmente, esta etapa utiliza herramientas psicológicas como lluvia de ideas, seis sombreros de pensamiento, SCAMPER, entre otras técnicas disponibles. La etapa de ideación es la transición de la identificación del problema a la exploración de soluciones potenciales. El equipo aprovecha las perspectivas colectivas, las fortalezas y el esfuerzo creativo.

Idear es la etapa del proceso de diseño en la que se generan las ideas para resolver la problemática. La meta de la ideación es explorar un amplio espacio de soluciones, tanto en cantidad de ideas como en diversidad entre ellas.

La fase de ideación es la transición de la identificación de problemas a la exploración de soluciones para los usuarios. Durante esta etapa se logra:

- Incrementar el conjunto de soluciones.
- Aprovechar las perspectivas colectivas y las fortalezas de los equipos.
- Crear fluidez (volumen) y flexibilidad (variedad) en las opciones de innovación.
- Obtener soluciones obvias y conducir al equipo a generar soluciones más disruptivas.

**4. Prototipo:** la etapa de prototipo consiste en transformar las ideas de alguna manera al mundo físico. Un prototipo puede ser cualquier cosa que tenga una forma física, incluido un muro lleno de Post-it para representar un proceso o servicio, una actividad de juego de roles, un espacio, un objeto, una interfaz o incluso un guion gráfico. La calidad del prototipo aumenta con la madurez del proyecto. Entonces, un prototipo muestra a los usuarios cuál será el producto. Finalmente, un prototipo es una forma de probar la funcionalidad. Con frecuencia, esta etapa revela nuevos problemas no detectados anteriormente, lo que aumenta la pertinencia del producto.

Prototipar consiste en tangibilizar las ideas, traerlas de alguna manera al mundo físico. Un prototipo puede ser cualquier cosa que tenga una forma física - ya sea un muro de post-its, una actividad de juego de roles, un espacio, un objeto, una interfaz, o incluso un guion gráfico (storyboard). La calidad del prototipo debe ser proporcional al progreso en el proyecto. Este prototipo debe ser mostrado al que será el usuario. Lo que se aprende de esa interacción puede ayudar a conducir la empatía, así como dar forma a soluciones exitosas.

Tradicionalmente prototipar se considera como una forma de probar la funcionalidad. Existen distintas razones para prototipar, incluyendo estas categorías (no mutuamente excluyentes):



- Conseguir empatía: los prototipos son una herramienta para profundizar la comprensión del espacio de diseño y el usuario, incluso en una fase previa a la solución del proyecto.
- Exploración: Desarrolla múltiples opciones de solución.
- Evaluación: Crea prototipos (y desarrolla el contexto) para probar y refinar soluciones con los usuarios.
- Inspiración: Inspira a los demás (compañeros, clientes, inversores) mostrando tu visión.

Muchos de los objetivos de creación de prototipos se engloban en las cuatro categorías anteriores.

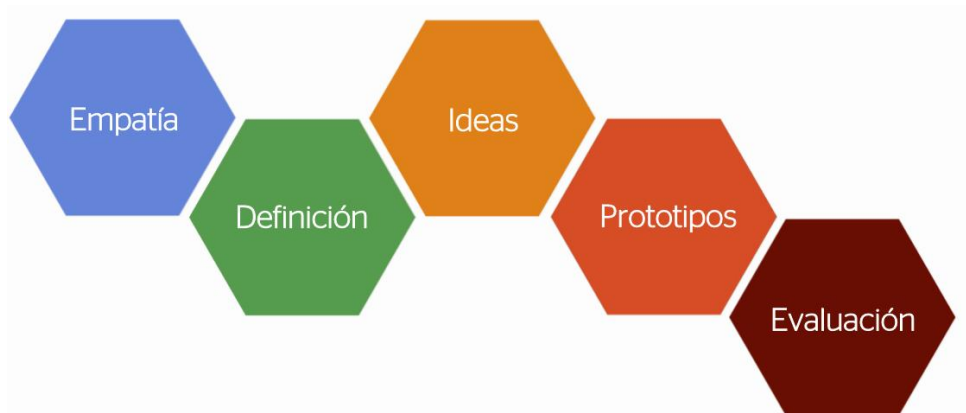
La finalidad de realizar prototipos es:

- Aprender: Resolver desacuerdos. Los prototipos son una herramienta poderosa para eliminar la ambigüedad, ayudar en la ideación, y reducir la falta de comunicación.
- Iniciar una conversación: Un prototipo es el medio para iniciar una conversación con los usuarios.
- Fallar rápidamente y barato: La creación de prototipos rápidos permite probar una serie de ideas sin tener que invertir mucho tiempo y dinero por adelantado.

Controla el proceso de la creación de soluciones: Identificar una variable para explotar ayuda a descomponer grandes problemas en bloques que se puedan evaluar de mejor forma.

- 5. Evaluar:** esta etapa es la oportunidad de refinar las soluciones y mejorar el concepto y el prototipo. El usuario interactúa con el concepto para aprender más acerca de sus necesidades y requisitos, y proporciona una retroalimentación útil para el producto y las etapas previas en la metodología.

En esta fase podemos ver el resultado de todo el proceso, en donde se puede alcanzar el objetivo exitosamente, o se tendrá que repetir el proceso, incluso, considerar si la definición del problema es el correcto.



*Figura 2.1 Proceso del Design Thinking (Brown, 2009)*

### **2.2.3 Elementos que lo conforman**

Para comenzar a utilizar la metodología es muy importante preparar estos cuatro puntos (Design Thinking, 2017):

#### **I. Los materiales:**

Rotuladores, hojas de papel, notas adhesivas, lápices de colores, pegamento y una cámara de fotos. Fungirán como herramientas para promover la comunicación visual, que es fundamental en la metodología. Una imagen puede evocar un sinnúmero de ideas, ya que da pie a la interpretación.

## **II. El equipo:**

En el design thinking es imprescindible trabajar en equipo. Cuanto más diverso sea, mejor. De esta manera se puede sumar puntos de vista, conocimientos y experiencia. Es imprescindible que haya al menos una persona con conocimientos sobre la metodología que para guiar el proceso. Debe tener un núcleo estable de personas que participen hasta el final, se podrán sumar otras dependiendo de la fase en la que se encuentre. Por ejemplo, en la generación de ideas o en la prueba de prototipos.

## **III. El espacio**

Durante el proceso será necesario un espacio de trabajo, aunque también se desarrollarán técnicas fuera de él. Buscar un sitio lo suficientemente amplio para trabajar en torno a una mesa, con paredes libres donde pegar la información que vayáis generando. Un lugar luminoso e inspirador, que propicie el trabajo distendido y os haga sentir cómodos y con un buen estado anímico. Por ejemplo, las oficinas de Google, un espacio inspirador que estimula a la persona positivamente durante el desarrollo de sus proyectos de innovación.

## **IV. La actitud**

En el design thinking es imprescindible la actitud. Se debe adoptar la que se denomina "Actitud del diseñador". Ser curiosos, y observadores. En cualquier detalle podemos encontrar información trascendente. Debemos ser empáticos, tanto con las personas como con sus circunstancias. Ser capaces "de ponernos en los zapatos del otro". Cuestionar el status quo, y no cargar con prejuicios o asunciones. Ser optimistas y positivos. Perder el miedo a equivocarnos, y ver los errores como oportunidades.

## 2.2.4 Técnicas y herramientas

A continuación, se enlista una serie de técnicas y herramientas que pueden ser empleadas a lo largo de las cinco fases del design thinking:

Mapa de actores	¿Qué, cómo, por qué?	Customer journey
Observación encubierta	SCAMPER	Toolkit
Mapa de empatía	Técnica de los 5 Por qué	Mapa mental
Focus group	Interacción constructiva	Entrevistas
Inmersión cognitiva	Preparación de la entrevista	Mundo café
Diagrama Causa-Efecto	Moodboard	Usuarios extremos
Análisis paralelo	Mapa del presente, Mapa del futuro	

**Tabla 2.1** Técnicas y herramientas para fase de empatía

Perfil de usuario	Actividades de reactivación	Toolkit
Mapa de empatía	Insights	Moodboard
Infografía	Mapa mental	Historias compartidas
Mapa de interacción de usuarios	¿Cómo podríamos...? “HMW Questions”	Método de pesos ponderados
Satura y agrupa o “Clustering”		

**Tabla 2.2** Técnicas y herramientas para fase de definición del problema

Perfil de usuario	Dibujo en grupo	Customer journey
Moodboard	Mapa de ofertas	Co-creación
Actividades de recreación	Lluvia de ideas	Mapa mental
Selección de ideas	Seis sombreros para pensar	Prototipado en bruto
Storytelling	Impact mapping	Satura y agrupa o “Clustering”
Focus group	Worldwide ideas	Consejo de sabios
Exploración semántica	Método de pesos ponderados	Flor de loto
¿Cómo podríamos...? “HWM Questions”	Brainwriting	Toolkit
Maquetas	Cuenta cuentos	SCAMPER
Lego serious play	Mundo café	Ideación basada en superhéroes

**Tabla 2.3** Técnicas y herramientas para fase de ideación

Perfil de usuario	Impact mapping	Prototipado en imagen
Evolución controlada	Interacción constructiva	Actividades de reactivación
Storyboard	Maquetas	Toolkit
Storytelling	Protitpado en bruto	Dibujo en grupo
Inmersión cognitiva	Casos de uso	Mapa de ofertas
Mapa mental	Infografía	Cuenta cuentos
Juego de roles	Mapa de interacción de usuarios	Lego serious play
Mapa del sistema	Matriz de motivaciones	Método de pesos ponderados

**Tabla 2.4** Técnicas y herramientas para fase de prototipado

Interacción constructiva	Juego de roles	Prueba de posibilidad
Póster	Mapa del sistema	Matriz de motivaciones
Storyboard	Observación encubierta	Prototipado en imagen
Focus group	Maquetas	Mapa de ofertas
Prototipado de la experiencias	Protitpado en bruto	Prototipado de un servicio

**Tabla 2.5** Técnicas y herramientas para fase de evaluación

## **2.3 Teoría de Resolución de Problemas de Inventiva (TRIZ)**

### **2.3.1 Antecedentes**

TRIZ es el acrónimo ruso de la Teoría de Resolución de Problemas de Inventiva. Elaborada por Genrich Altshuller, tiene como objetivo la solución de problemas creativos y la formación del pensamiento inventivo.

El pensamiento inventivo es el pensamiento sistemático que aclara y resuelve las contradicciones presentes en el fondo de un problema complicado (problema inventivo).

G. Altshuller, junto a su colega Rafail Shapiro, comenzaron a forjar TRIZ en 1946. Su primer trabajo sobre el tema fue publicado en 1956. En un principio, ambos estaban convencidos de que existe una metodología para la invención. Por lo que analizaron toda la literatura existente en su tiempo, encontrándose con que esta trataba solamente sobre la psicología de la inventiva, que investigaba las cuestiones relativas al método de prueba y error. Se dieron cuenta de lo inefectivo de éste método y en 1947 iniciaron el análisis de la historia del desarrollo de la técnica. Su investigación demostró que la técnica se desarrolla regularmente y que éstas regularidades se pueden conocer y utilizar para resolver problemas creativos.

En relación a lo anterior, llegaron a la conclusión de que era necesario desarrollar una nueva metodología de inventiva. Ésta metodología debía basarse en las leyes objetivas del desarrollo de los sistemas técnicos. A través del análisis de información de miles de patentes fue posible esclarecer las leyes presentes en la mayoría de invenciones. Comprendieron que para la solución de los problemas inventivos es necesario mostrar y resolver las contradicciones técnicas.

TRIZ permite no solo resolver problemas inventivos sino también pronosticar el desarrollo de los sistemas, incluyendo los técnicos y desarrollar el pensamiento creativo (Petrov, 2003).

### **2.3.2 Definición**

Su objetivo es resolver problemas inventivos y la intensificación del pensamiento creativo y técnico. Un problema inventivo es aquel que contiene al menos una contradicción (técnica o física), en el que además, las condiciones del problema no permiten la negociación o el compromiso entre las diferentes partes del conflicto (Cortés, 2003). TRIZ es una metodología sistemática basada en el conocimiento y orientada a los humanos para la resolución de problemas inventiva (Savransky, 2000).

### **2.3.3 Fundamentos de TRIZ**

La investigación que Genrich Altshuller lideró se apoya en la hipótesis de que hay principios universales de la creatividad que son la base de aquellas innovaciones creativas responsables de la evolución tecnológica. A raíz de su investigación, estos principios fueron identificados y codificados abriendo las puertas a un proceso de creatividad más predecible en el que las siguientes tres premisas emergen como fundamentos de la metodología TRIZ:

- Los problemas y soluciones se repiten en todas las industrias y ciencias, de manera que la clasificación de las contradicciones de cada problema predice las soluciones creativas al mismo.
- Los patrones de cualquier evolución técnica se repiten en todas las industrias y ciencias.
- Las innovaciones creativas hacen uso de efectos científicos fuera del campo en el que fueron desarrollados.

### **2.3.4 Funciones de TRIZ**

A continuación, se presentan las situaciones en las que puede emplear TRIZ (Petrov, 2003):

1. La solución de problemas creativos e inventivos de cualquier complejidad y tendencia sin exceso ni variantes.



2. La solución de problemas científicos e investigativos.
3. Identificar los problemas y tareas al trabajar con sistemas técnicos y durante su desarrollo.
4. Identificar y eliminar las causas de defectos y averías.
5. Utilización efectiva del máximo de los recursos técnicos y naturales para la solución de muchos problemas.
6. Pronósticos del desarrollo de sistemas técnicos (ST) y la obtención de soluciones y perspectivas.
7. Valoración objetiva de las soluciones.
8. Sistematización del conocimiento en cualquier área de la actividad humana, lo que permite utilizarlo de un modo más efectivo y desarrollar ciencias concretas sobre una base en principio nueva.
9. Desarrollo del pensamiento e imaginación creativa.
10. Desarrollo de la calidad de la personalidad creativa.
11. Desarrollo de colectivos creativos.

### **2.3.4 Conceptos fundamentales en TRIZ**

A continuación, se describe brevemente los conceptos básicos de la teoría TRIZ:

#### **I. Contradicciones**

Surgen cuando en un sistema, la tentativa por mejorar un cierto parámetro ocasiona la degradación inaceptable de otro parámetro también útil o cuando un sistema exige dos estados mutuamente excluyentes para alcanzar un objetivo (Cortés, 2003). Hay dos tipos de contradicciones: (1) contradicción física: Requiere la existencia simultánea de dos estados o condiciones mutuamente excluyentes en un solo componente o parámetro en un sistema. (2) contradicción técnica: la mejora, modificación o transformación de una característica útil de un sistema provoca la degradación de otra característica útil o un bloqueo en el sistema.

---

## **II. Sistema ideal**

Los sistemas evolucionan hacia un comportamiento ideal. La evolución va en dirección de aumentar los beneficios y disminuir los costos (Domb, 2017). El resultado extremo de esta evolución es el resultado ideal, donde los beneficios están presentes y los costos no. Es la solución ideal a un problema técnico (Fiorineschi, Saverio, & Rotini, 2018).

## **III. Recurso**

Según TRIZ, la evolución de cualquier sistema técnico depende de sus recursos disponibles. Un recurso es, por ejemplo, un elemento disponible en un sistema o entorno que permanece inactivo o subestimado, pero con el potencial de generar un efecto útil o una acción valiosa sin costo adicional o con un costo mínimo. Algunos ejemplos de recursos son sustancias, campos de energía, espacio, tiempo e información.

## **IV. Tendencias de evolución**

Las tendencias evolutivas, o pautas de la evolución, son una consecuencia directa de las leyes de la evolución del sistema. Existen ocho tendencias. Los estudios de Altshuller demostraron que si un sistema empieza a seguir una de estas tendencias, durante sus evoluciones llegaría al extremo predicho. Por lo tanto, analizando el estado actual de un sistema y su historia, es posible identificar qué tendencias se han emprendido y de qué manera el sistema puede evolucionar en el futuro próximo (Gadd, 2011).

## **V. Principios de separación**

A menudo, un subsistema debe realizar funciones contradictorias u operar bajo requisitos incompatibles, en TRIZ a tal situación se le conoce como contradicción física (Savransky, 2000).

A continuación, se explican cada uno de los cuatro principios de separación para la resolución de contradicciones físicas de acuerdo a Savransky:

### **Separación en el espacio**

Si se requieren requisitos mutuamente excluyentes del subsistema clave, la separación en el espacio es posible cuando existe un requisito (o se hace más grande) en un lugar y está ausente (o se hace más pequeño) en otro. Para aplicar este principio de separación, se debe responder la siguiente pregunta: ¿Necesitamos que este parámetro sea "positivo" y "negativo" en todas partes, o existe un lugar en el espacio en donde no sea necesario?, si existe tal lugar, podría ser posible separar los requisitos opuestos al subsistema clave en el espacio.

### **Separación en el tiempo**

Si se requieren requisitos mutuamente excluyentes del subsistema clave, la separación en el tiempo es posible cuando existe un requisito (o se hace más grande) en un período y ausente (o se hace más pequeño) en otro intervalo de tiempo. Para aplicar este principio de separación, se debe responder la siguiente pregunta: ¿Necesitamos que el parámetro sea "positivo" y "negativo" en todo momento, o existe algún intervalo de tiempo durante el cual no es necesario?, si tal intervalo existe, podría ser posible separar los requisitos opuestos al subsistema clave a tiempo.

### **Separación bajo condiciones**

Si se exigen requisitos mutuamente excluyentes del subsistema clave, la separación bajo condición es posible si existe un requisito (o es alto) bajo una condición y está ausente (o es bajo) debajo de otro. Tratar de encontrar las características especiales o características del subsistema clave, para posteriormente, aplicar un estímulo para iniciar o terminar estas características o especificaciones del subsistema clave.

### **Separación entre el todo y sus partes**

Si se exigen requisitos mutuamente excluyentes del subsistema clave, el principio de separación entre el todo y sus partes es posible cuando existe un requisito (tiene un valor) en el nivel de subsistema clave, pero no existe (tiene el valor opuesto) en el nivel subsistema, y / o sistema, y / o nivel de super-sistema.

### **VI. Problema inventivo**

Un problema es una brecha entre una situación inicial (existente) y la situación deseable. Los problemas inventivos son una subclase de problemas de ingeniería que no pueden resolverse eficazmente por ensayo y error (Savransky, 2000).

### **VII. Resolución de problemas de inventiva**

La resolución de problemas es una transformación de uno o varios pasos de la situación existente a la situación deseable o a una situación más cercana a la deseable (Savransky, 2000).

Savransky establece que todos los métodos conocidos de resolución de problemas consideran los siguientes pasos críticos:

1. Comprender completamente el problema.
2. Identificar y evaluar todas las soluciones posibles.
3. Seleccione la mejor solución.
4. Demuestre que la mejor solución realmente resuelve el problema y verifique y validar la solución.
5. Documentar el proceso de resolución de problemas.

### VIII. Los 40 principios de solución inventiva

Altshuller extrajo los 40 Principios de solución inventiva, que constituyen consejos para encontrar soluciones altamente creativas y patentables para su resolver las contradicciones técnicas, es decir, el problema en cuestión.

1.	Segmentación	21.	Progreso rápido
2.	Extracción	22.	Conversión de lo perjudicial en beneficioso
3.	Calidad local	23.	Retroalimentación
4.	Asimetría	24.	Mediador
5.	Combinación	25.	Autoservicio
6.	Universalidad	26.	Copia
7.	Anidación	27.	Vida corta barata
8.	Contrapeso	28.	Sustitución de sistemas mecánicos
9.	Reacción previa	29.	Empleo de sistemas neumáticos o hidráulicos
10.	Acción previa	30.	Película flexible o membranas finas
11.	Amortiguación anticipada	31.	Empleo de materiales porosos
12.	Equipotencialidad	32.	Cambio de color
13.	Inversión	33.	Homogeneidad
14.	Esferoidalidad	34.	Rechazo y regeneración de piezas
15.	Dinamicidad	35.	Transformación de estados físicos o químicos
16.	Acción parcial, sobreactuada o excesiva	36.	Transición de fase
17.	Desplazamiento hacia una nueva dimensión	37.	Dilatación térmica
18.	Vibración mecánica	38.	Empleo de oxidantes potentes
19.	Acción periódica	39.	Entorno inerte
20.	Continuidad de una acción útil	40.	Materiales compuestos

**Figura 2.6** Los 40 principios de solución inventiva. (Petrov, 2003)

### IX. Los 39 parámetros genéricos

Un conflicto aparece cuando al tratar de mejorar una característica de un sistema, una segunda también útil, se ve d ron clasificados por Altshuller entre las décadas de 1940 y 1970 (Cortés, 2003).

1. Peso de un objeto móvil	21. Potencia
2. Peso de un objeto estacionario	22. Pérdida de energía
3. Longitud de un objeto móvil	23. Pérdida de sustancia
4. Longitud de un objeto estacionario	24. Pérdida de información
5. Área de un objeto móvil	25. Pérdida de tiempo
6. Área de un objeto estacionario	26. Cantidad de sustancia
7. Volumen de un objeto móvil	27. Fiabilidad
8. Volumen de un objeto estacionario	28. Precisión de la medición
9. Velocidad	29. Precisión de la manufactura
10. Fuerza	30. Factores nocivos actuando sobre un objeto desde el exterior.
11. Tensión / Presión	31. Factores nocivos generados por el objeto
12. Forma	32. Facilidad de fabricación
13. Estabilidad de un objeto	33. Facilidad de uso
14. Resistencia	34. Aptitud a la reparación (repairability)
15. Tiempo de acción de un objeto móvil	35. Adaptabilidad
16. Tiempo de acción de un objeto inmóvil	36. Complejidad del sistema
17. Temperatura	37. Complejidad de control
18. Brillantes	38. Nivel de automatización
19. Energía usada por un objeto móvil	39. Productividad
20. Energía usada por un objeto inmóvil	

**Figura 2.7** Los 39 parámetros genéricos (Petrov, 2003)

### **2.3.5 Beneficios**

TRIZ, como proceso sistemático, permite a cualquier técnico desarrollar significativamente sus habilidades de pensamiento crítico y fomentar sus capacidades tanto inventiva como creativa para la resolución de problemas (Torrubiano, 2013).

TRIZ nos permite (AMETRIZ, 2016):

- Crear de manera innovadora y creativa, soluciones prácticas, sencillas y rápidas
- Simplificar técnicamente los productos y los procesos, ganando en costos, fiabilidad y vida media.
- Resolver conflictos y contradicciones técnicas sin necesidad de soluciones intermedias con compromiso ni de optimización.
- Concebir de forma rápida, las próximas generaciones de productos y procesos.
- Reducir el ciclo de desarrollo partiendo inicialmente de un concepto correcto.

## Capítulo III

### Integración del design thinking y de la teoría TRIZ (DT+TRIZ)

#### 3.1 Razón de la integración DT+TRIZ

La revisión bibliográfica demostró que existe un área de oportunidad para combinar DT con TRIZ. El propósito de la integración es asistir a los usuarios en la formulación de proyectos de innovación con la finalidad de compaginar las mejores características de ambos métodos. En consecuencia, es posible proponer un marco de trabajo con el que se podrá desarrollar productos como lo hacen los diseñadores, a través de sus 5 etapas (empatía, definición, ideación, prototipo y evaluación) y los conceptos fundamentales de TRIZ, los cuales pueden guiar a un equipo o a un individuo en el proceso de resolución de los problemas intrínsecos que genera el diseño y así, encauzar la creatividad, la imaginación y los procesos de pensamiento de los usuarios.

Después de revisar las principales aportaciones de cada enfoque, la tabla 3.1 sintetiza las ventajas de cada enfoque y su complementariedad.

**Tabla 3.1** Complementariedad entre TRIZ y DT

Ventajas	DT	TRIZ	DT+TRIZ
Identificar los requerimientos de un usuario	Si	No	Si
Modelar un problema de innovación	No	Si	Si
Propone herramientas para resolver problemas	No	Si	Si
Ofrece un marco de trabajo para guiar el diseño	Si	No	Si



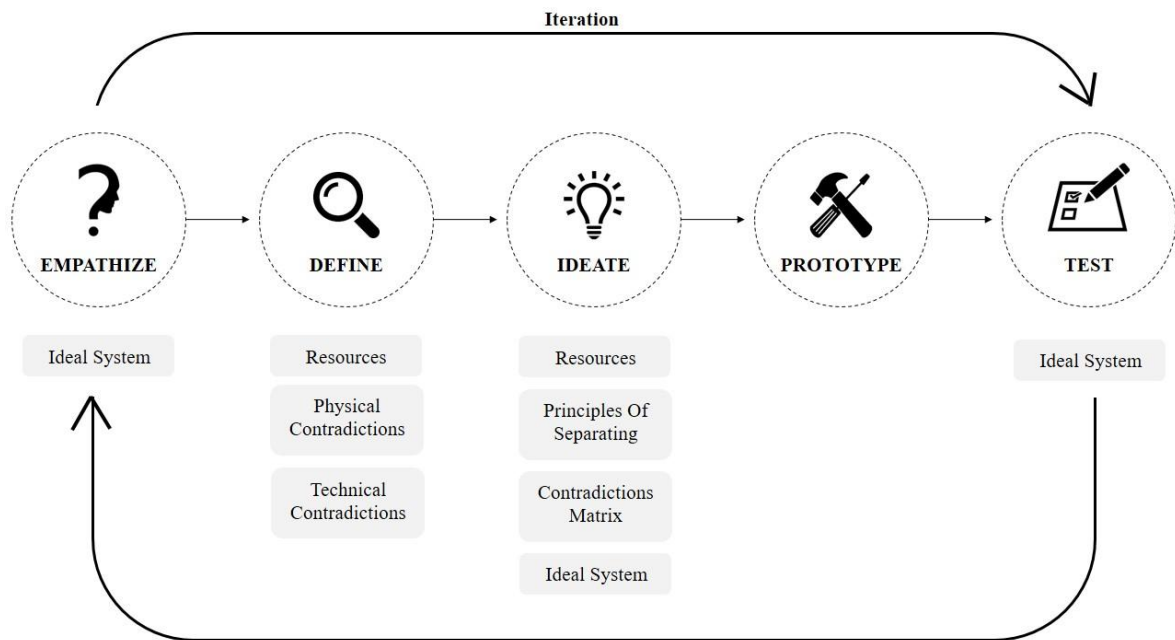
Somete a evaluación la solución propuesta	Si	Si	Si
Plantea la posible evolución de un producto en el futuro	No	Si	Si
Puede ser empleado por usuarios sin experiencia en diseño	Si	No	Si
Dota de significado a los productos que se están diseñando	Si	No	Si
Prototipa para evaluar las soluciones propuestas	Si	No	Si

Como se puede observar en la tabla ambos se enfoques se complementan para cubrir determinadas carencias, TRIZ se beneficia de DT para identificar los requerimientos y deseos del usuario para el que se encuentra diseñando, guía el proceso de diseño de una manera organizada de tal manera que personas sin experiencia en diseño puedan realizar este proceso y se dote a los productos de valor agregado y de significado. Mientras DT se beneficia de TRIZ para identificar, definir y modelar un problema, brinda una caja de herramientas eficiente para la resolución puntual de estos problemas, y de esta manera encauza el pensamiento y esfuerzo creativo hacia el desarrollo de soluciones.

Se puede determinar que la complementariedad de ambos enfoques permite diseñar un marco de trabajo con características altamente técnicas y humanísticas, adecuado para diseñar nuevos productos que satisfagan los requerimientos de los usuarios siguiendo un proceso definido, en donde se dirige de forma eficiente el pensamiento y esfuerzos creativos.

### 3.2 Integración del design thinking y de la teoría TRIZ (DT+TRIZ)

A continuación, la figura 3.1 presenta que elementos de la teoría TRIZ se integrarán en determinada fase del modelo de design thinking:



**Figura 3.1** Marco de trabajo DT+TRIZ

### **3.3 Descripción del marco de trabajo**

A continuación se propone la estructura y características de un marco de trabajo para guiar a un usuario en la formulación de un proyecto de innovación mediante la integración del design thinking y de la teoría TRIZ:

#### **Etapa 1: Empatía**

La empatía es la base del proceso de design thinking, para empatizar se debe: a) Observar el comportamiento de los usuarios en el contexto de sus vidas. b) Interactuar con los usuarios y entrevistarlos. c) Experimentar lo que el usuario experimenta.

Se propone que el concepto de sistema ideal se incorpore en la base del modelo de design thinking: la fase de la empatía. El objetivo es tratar de comprender al usuario y que éste nos describa de qué manera tendría que funcionar el producto o servicio para satisfacer sus necesidades, requerimientos o anhelos.

Los métodos empleados en la etapa de empatía se pueden clasificar por el tipo de información que permiten recoger: métodos cualitativos (observación, entrevistas, dinámicas de grupo) y métodos cuantitativos (encuestas y cuestionarios) (Garreta & Mor, 2010).

#### ***Resultados y discusión de la etapa 1***

El objetivo de esta etapa es entender al usuario para el que se está diseñando. Entenderlos como persona e identificar lo que es importante para ellos. Observar lo que hacen, cómo interactúan con su entorno, para inferir lo que piensan y sienten así como también saber que necesitan. Interactuar directamente con las personas revela la forma de pensar y los valores que sostienen.

En esta primera etapa del DT se empleará el concepto de sistema ideal de TRIZ, que consiste en que el usuario describa el comportamiento ideal su producto y sus beneficios. De esta manera se obtendrán los anhelos y requerimientos que el usuario busca en un producto los cuáles se convertirán en parámetros de diseño para las etapas siguientes.

La empatía es la etapa fundamental de todo el proceso de diseño, TRIZ no considera este aspecto cuando se diseña un producto, por lo que es la principal aportación que DT hace a ésta teoría. El conocimiento sobre los usuarios, sus contextos de uso, sus necesidades, objetivos y actitudes son imprescindibles para un diseño centrado en el usuario (Garreta & Mor, 2010).

### **Etapa 2: Definir**

En la segunda fase del design thinking, sobre definición del problema, se plantea la problemática o requerimiento del usuario. Se analiza las razones por las que el producto no satisface al mercado, o las características que debe incorporar, con el objetivo de identificar contradicciones físicas o técnicas que se presenten.

Para apoyar esta fase de DT, se emplean los conceptos básicos de TRIZ. Los puntos siguientes describen los conceptos más relevantes:

- a. los recursos, que son elementos disponibles en un sistema o entorno que permanece inactivo o subestimado, pero con el potencial de generar un efecto útil o una acción valiosa sin costo adicional o con un costo mínimo. Algunos ejemplos de recursos son sustancias, campos de energía, espacio, tiempo, información y recursos prácticos (Orloff, 2012).
- b. Contradicciones físicas, las cuales requieren la existencia simultánea de dos estados o condiciones mutuamente excluyentes en un solo componente o parámetro en un sistema
- c. Contradicciones técnicas, que se suscitan cuando la mejora, modificación o transformación de una característica útil de un sistema provoca la degradación de otra característica útil o un bloqueo en el sistema (Savransky, 2000).

### ***Resultados y discusión de la etapa 2***

En la segunda etapa del DT se sintetizan los hallazgos obtenidos a través de la empatía. Se define un problema específico, con la finalidad de abordarlo para que en la siguiente etapa se realicen propuestas de solución. La aportación de TRIZ a la segunda etapa del DT consiste en identificar y definir el problema en forma de contradicciones físicas y/o técnicas,

de esta manera, se podrán emplear los principios de separación y la matriz de contradicciones de la caja de herramientas de TRIZ en la etapa número 3 como apoyo para resolver la problemática. La herramienta analítica de TRIZ a utilizar en la etapa número 2 es la de recursos, en donde se identificarán las sustancias, campos de energía, espacio, tiempo, información y recursos prácticos presentes en el sistema (Orloff, 2012). Con esto, se determina de qué manera se pueden aprovechar las reservas del sistema para proponer una estrategia de solución potencial.

### **Etapa 3: Ideación**

Esta etapa del DT consiste en generar ideas para dar solución al problema identificado en la fase anterior. El objetivo de esta etapa es la de generar soluciones, aprovechando las diferentes perspectivas y fortalezas del equipo de diseño.

Los recursos, los principios de separación y la matriz de contradicciones técnicas (la cual contiene los 40 principios inventivos y los 39 parámetros técnicos) y el sistema ideal son los elementos de TRIZ que se integraran a la fase número tres del design thinking: la ideación. La finalidad es encauzar el pensamiento y esfuerzos creativos hacia la búsqueda de una solución inventiva.

El papel de TRIZ en la etapa de ideación es la de encauzar el pensamiento y esfuerzo creativo durante el desarrollo de esa solución a través de hacer uso de conceptos como recursos (descritos en la etapa 2), principios de separación, empleados para ser utilizados en la resolución de contradicciones físicas, existen cuatro tipos:

- I. Separación en el espacio. Si algo es contradictorio físicamente en términos de espacio, separaremos el requisito asignando las características contradictorias a diversos componentes del sistema.
- II. Separación en el tiempo. Acondicionar el sistema para que los requerimientos contradictorios se ejecuten en instantes de tiempo diferentes.
- III. Separación entre el todo y sus partes. Una característica puede tener un valor que sólo se observa en el nivel de sistema y un valor opuesto e incluso inexistente en el nivel de componente o subsistema.

IV. Separación de acuerdo a condiciones. Consiste en separar los requerimientos contradictorios para que sea el medio que rodea al sistema quien ejecute los cambios necesarios que permitan alcanzar un objetivo.

Otra herramienta de TRIZ es la Matriz de Contradicciones, es el primer instrumento TRIZ propuesto por Altshuller para resolver contradicciones técnicas. Los elementos verticales de la Matriz son los parámetros de ingeniería que deben mejorarse, y las columnas horizontales contienen los parámetros de ingeniería que pueden verse afectados y/o degradados negativamente como resultado de la mejora de los parámetros. Los números en las celdas de intersección guían a estrategias de solución, que consisten en los 40 principios de solución inventiva, los cuales son útiles para resolver la contradicción técnica (Savransky, 2000).

Posteriormente se considera hacer uso nuevamente del sistema ideal (explicado en la etapa de empatía) para analizar si las propuestas de solución generadas en esta etapa están resultado adecuadas para satisfacer los requerimientos del usuario.

### ***Resultados y discusión de la etapa 3***

El DT emplea técnicas como la lluvia de ideas, el método de prueba y error y los seis sombreros para pensar de Edward de Bono, las cuales poseen un alto sesgo psicológico, generando que el equipo de diseño divague durante la generación de ideas, consumiendo tiempo para desarrollar ideas que no son factibles o no resuelven de la manera deseada la problemática. TRIZ brinda a esta etapa de la matriz de contradicciones (la cual contiene los 40 principios de solución inventiva y los 39 parámetros técnicos) y de los principios de separación los cuales brindarán una pauta al equipo de diseño para comenzar a desarrollar nuevas ideas, estas estrategias encauzan el esfuerzo creativo del diseñador e incluso pueden utilizarse en colaboración con técnicas tradicionales como la lluvia de ideas, la técnica de los seis sombreros, la sinéctica, entre otras.

#### **Etapa 4: Prototipado**

En esta etapa del DT se materializarán las propuestas generadas en la etapa de ideación, es decir, se llevará a un plano físico el producto con las mejoras pertinentes, para experimentar y analizar su funcionalidad. Se puede replicar el producto en el material que se disponga (cartón, plástico, madera, etc.), representarlo por medio de storyboard, a través de una interfaz, un juego de roles, etc.

La importancia de esta etapa radica en que a través de un prototipo se aprende de mejor manera, se estipulan y resuelven desacuerdos de diseño, se inicia una conversación con el usuario. Si la propuesta es errónea el equipo de diseño se dará cuenta antes de lanzarlo al mercado, ahorrando recursos. Esta interacción con el prototipo apoya a conducir la empatía y de esta manera desarrollar soluciones exitosas.

#### ***Resultados y discusión etapa 4***

TRIZ no considera explícitamente la necesidad de prototipar en su proceso de resolución, aunque se asume que se realiza. Por lo tanto, DT cubre esta limitante con su cuarta etapa. Al hacer tangible la propuesta de solución se mejora la comprensión de un producto y su respectiva manipulación, se realizan con la finalidad de encontrar áreas de oportunidad para mejorarlo. El equipo de diseño y el usuario interactúa con el prototipo para empatizar con él en su contexto cotidiano.

#### **Etapa 5: Evaluación**

Finalmente, en la última fase de design thinking, evaluar, se someterá a prueba el prototipo con el usuario con la finalidad de recibir retroalimentación. En esta etapa final se emplea el concepto de sistema ideal de TRIZ, para que el usuario determine si el prototipo cumple los requerimientos solicitados, es decir el comportamiento ideal del producto. De ser necesario, se realizarán cambios pertinentes, por lo que se puede regresar a fases anteriores del modelo para replantear o mejorar la propuesta.

El proceso antes descrito es iterativo, es decir, se puede regresar a las etapas anteriores del design thinking si es necesario, con la finalidad de replantear las soluciones propuestas e inclusive analizar si se estableció el problema correctamente o si existe alguna característica que se omitió en la etapa de empatía.

### ***Resultados y discusión etapa 5***

En la última etapa del DT se interactúa con el prototipo con la finalidad de encontrar áreas de mejora y proponer soluciones. De ser necesario, se remite al equipo de diseño a etapas anteriores de DT para solucionar la problemática. TRIZ aporta a esta etapa el concepto de sistema ideal con la finalidad de comparar la propuesta desarrollada con los requerimientos y deseos estipulados por el usuario en la primera etapa de DT.

### **3.4 Resultados y Discusión de la Integración DT+TRIZ**

El estado del arte mostró que la integración de DT y TRIZ es factible. Después de analizar las ventajas y limitaciones de cada herramienta se determinó su complementariedad. DT le brinda a TRIZ información precisa sobre los requerimientos, anhelos y deseos de los usuarios para el que se está diseñando. Ofrece un marco de trabajo para guiar el proceso de diseño, inclusive para llevarse a cabo por usuarios sin experiencia en diseño. Además, dota de un significado al producto para volverlo más atractivo al usuario. Considera prototipar para materializar las ideas propuestas y de ésta forma facilitar la interacción con el usuario. Somete a evaluación las propuestas generadas, con la finalidad de obtener retroalimentación y de ser necesario regresar a etapas anteriores de DT para mejorar el prototipo.

Por otra parte, TRIZ le brinda a DT la posibilidad de plantear el problema en forma de contradicción. Al implementar esta estrategia se tendrá acceso a la caja de herramientas de TRIZ para resolver dicha problemática de manera efectiva, basándose en principios científicos y probados a lo largo del tiempo. Por lo tanto, DT marca un proceso para diseñar productos y establece la base, que es la descripción del usuario para el que se trabaja, mientras TRIZ brinda las herramientas necesarias para encauzar el esfuerzo creativo del equipo de diseño durante la generación de propuestas de solución.



## Capítulo IV

### Casos de aplicación de la integración DT+TRIZ

#### 4.1 Caso de aplicación: Sistema para contener y consumir cereal

El siguiente caso de estudio muestra de qué manera se aplicó el marco de trabajo que integra el design thinking con la teoría de resolución de problemas inventivos (TRIZ) para proponer un diseño conceptual de un sistema para contener y consumir cereal.

##### Etapa 1: Empatía

Con la finalidad de analizar a los consumidores (usuario) de cereal en la presentación de cajas pequeñas (sistema) se hizo uso de las siguientes técnicas y herramientas de la fase de empatía (Tabla 2.1, Marco teórico): Observación, entrevista, preguntas ¿qué, cómo, por qué?, a continuación se plantea la información recaba sobre el usuario en cada una de ellas.

Al observar al usuario interactuando con el sistema, se definió que, éste ejerce una fuerza para abrir el sistema en una serie de 3 movimientos, el primero, retira la solapa 1, a continuación retira la solapa 2 y posteriormente 2 pequeñas solapas, seguido de retirar la bolsa plástica que contiene el cereal del sistema, se procede a abrir la bolsa, para que el usuario se disponga a verter el cereal en un plato, vaso o taza, acto seguido se agrega la leche, para finalmente tomar una cuchara y comenzar a consumir el cereal, ya que el usuario termino de consumir el cereal, el plato y cuchara quedan sucios, mientras la caja de cartón y la bolsa plástica son desechadas.

El paso siguiente fue hacer uso de la técnica de la entrevista en el que a la vez se empleó la técnica de las preguntas ¿qué, cómo, por qué?, en el que se solicitó a los usuarios que describieran cómo interactúan con el sistema, obteniendo como resultado lo que se mencionó básicamente en el párrafo anterior, con algunas variantes, tales como, que algunos usuarios no realizan los movimientos para separar las solapas, sino que estos

arrancan esa sección del sistema, se identificó que a los usuarios les molesta de sobremanera que al abrir la bolsa plástica ésta se rasgue de forma inadecuada y se riegue el cereal, respecto al uso que le dan a éste sistema, se obtuvo que la mayoría consume el cereal en casa mientras que una minoría transporta el sistema para poder consumir el cereal en forma de botana en la escuela, trabajo, viaje.

Con base en la información anterior obtenida mediante técnicas para empatizar con el usuario se plantea el sistema ideal de TRIZ, quedando como resultado: Un sistema en el que además de contener y proteger el cereal se convierta de forma rápida y sencilla en un recipiente para consumir el cereal dentro de éste.

## **Etapas 2: Definición del problema**

El objetivo de esta etapa radica en identificar el inconveniente por el cual el sistema actual no cumple con las características o requisitos del sistema ideal, mediante el planteamiento del problema en forma de contradicción física y/o técnica. Así como también analizar los recursos con los que cuenta el sistema para analizar de qué manera pueden ser empleados en la propuesta de solución.

En primera instancia se identificaron los recursos con los que cuenta el sistema. En este caso se determina como recurso la caja de cartón, la bolsa plástica y el espacio vacío en el interior de la caja.

Posteriormente, se procedió a plantear el problema en forma de contradicción para que de ésta manera se simplifique la búsqueda y planteamiento de una posible solución. Para plantear el problema en forma de contradicción se recomienda hacer uso de los dos formatos siguientes (Tabla 4.1 y Tabla 4.2):

**Primera etapa**

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA QUE DEBE SER MEJORADA</b>	
<b>1. Nombre del sistema técnico (ST):</b> Caja de cereal	
<b>2. Defina el objetivo primario del ST:</b> El sistema técnico está diseñado para: Contener cereal (30-35 gr).	
<b>3. Liste los principales elementos que componen el ST y sus funciones:</b>	
Nombre del elemento	Función
a) Caja de cartón (13.2 cm alto x 7.2 cm largo x 4 cm ancho)	Contener la bolsa y el cereal dentro de ella. Mostrar información (marca, sabor, nutrimental)
b) Bolsa plástica	Contener el cereal
<b>4. Describa la operación del ST:</b> La caja contiene la bolsa con el cereal, mantiene fresco el producto mientras se encuentra almacenado, protege el cereal para que no se fracture.	
<b>5. Determine las características que deben ser mejoradas o eliminadas:</b> La caja además de contener y proteger el cereal debe tener la capacidad de convertirse en un recipiente para consumir el cereal.	

**Tabla 4.2** Formato para la identificación de la característica que debe ser mejorada

Con el apoyo de este formato se logra consolidar el objetivo primario para el que fue hecho el sistema, los principales elementos que lo componen y sus funciones, su forma de operación y las características que deben ser mejoradas para cumplir con los requerimientos descritos en el sistema ideal.

## Segunda etapa

<b>FORMULACIÓN DE LA CONTRADICCIÓN (MEJORA)</b>
<p>1. Defina la característica que debe mejorarse:</p> <p><b>a) La característica es:</b> La adaptabilidad / flexibilidad de la caja para que cumpla una doble función.</p> <p><b>b) Mencione cuáles han sido los medios empleados para realizar esta mejora:</b> Cambiar la geometría de la caja para que ésta pueda cumplir una doble función: 1. Contener y proteger el cereal y 2. Recipiente para consumir el cereal.</p> <p><b>c) Mencione cuál es la característica que empeora bajo las condiciones presentes en 1b:</b> La estabilidad de la caja.</p> <p><b>d) Formulación de la contradicción técnica:</b> Si la flexibilidad de la caja se mejora mediante una modificación a su geometría para que ésta además de contener y proteger el cereal se convierta en un recipiente para consumir el cereal, entonces la estabilidad de la caja empeora inadmisiblemente.</p>

**Tabla 4.2** Formato para la formulación de la contradicción (mejora)

Ya que se identificaron las características que deben ser mejoradas en la Tabla 4.1, se procede a plantearlas en forma de contradicción (Tabla 4.2), con la finalidad de que poder emplear la Matriz de Resolución de Contradicciones Técnicas en la siguiente etapa (Ideación) y de ésta manera con el apoyo de los principios de solución inventiva realizar la propuesta de una serie de soluciones para resolver el problema y alcanzar el sistema ideal.

### Etapa 3: Ideación

Esta etapa tiene como objetivo plantear las posibles soluciones para que el sistema obtenga las características establecidas por el sistema ideal. Esto se logrará empleando la contradicción técnica identificada en la etapa 2 con ayuda del formato de formulación de la contradicción (Tabla 4.2), para hacer uso de la Matriz de Resolución de Contradicciones Técnicas, herramienta capaz de guiar los esfuerzos creativos y de esta manera obtener una serie de principios de solución inventiva, los cuales brindaran una serie de estrategias, técnicas y métodos para mejorar el sistema actual.

Se determina que la contradicción técnica se refiere a que si la flexibilidad / adaptabilidad del sistema se mejora entonces la estabilidad del sistema empeora inadmisiblemente, por lo que se recurre a la MRCT para encontrar los principios de solución inventiva necesarios para resolver el problema.

		CARACTERÍSTICA A EMPEORAR		O						
				Estabilidad		Temperatura		Intensidad de iluminación		
CARACTERÍSTICA A MEJORAR		21	22	23						
DES	32	Adaptabilidad / Flexibilidad	35	40	35	5	1	35		
			4	14	19	36	32	19		
	33	Compatibilidad / Conectabilidad	35	24	21	39	25	28		
			33	27	35	9	2	6	13	
34	Facilidad de operación/ operabilidad/	25	1	31	13	19	13			
		30	24	24	26	24	1			

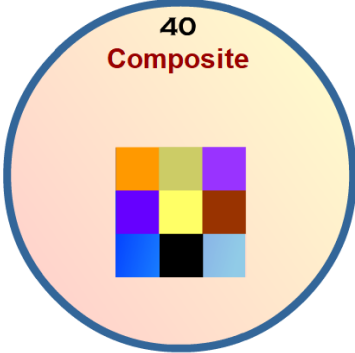
Figura 4.1 Fragmento de la MRCT que señala los principios para la resolución de la contradicción Adaptabilidad vs Estabilidad

**Principios recomendados**

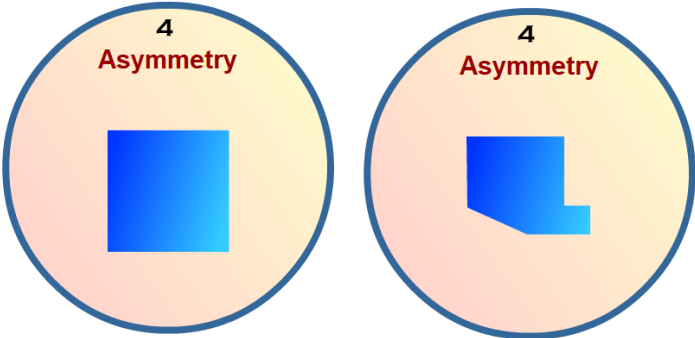
Los cuatro principios de solución inventiva que la MRCT recomienda para solucionar la contradicción del sistema son los siguientes:

<b>Principio: 35. Transformación de los estados físicos y químicos de un objeto</b>
<p>a) Transformar el estado físico de un objeto (gas, líquido, sólido). Ejemplo: el transporte de muchos gases se realizar como un líquido para reducir su volumen.</p> <p>b) Cambiar la concentración o la consistencia. Ejemplo: los jabones líquidos son más concentrados que el jabón tradicional.</p> <p>c) Cambiar el grado de flexibilidad. Ejemplo: la vulcanización del caucho para aumentar su flexibilidad y duración.</p> <p>d) Modificar la temperatura o el volumen. Ejemplo: elevar la temperatura de una sustancia más arriba del punto de Curie, para transformarla en una sustancia paramagnética.</p> <p>e) Modificar la presión. Ejemplo: ciertas cartas de crédito, contienen un microchip que se autodestruye (por razones de seguridad si hay un cambio en la presión a la cual fueron fabricados. Las alarmas de autos basadas en la presión interior de la cabina.</p> <p>f) Modificación de otros parámetros.</p>
<b>Ilustración</b>

**Tabla 4.3** Transformación de los estados físicos y químicos de un objeto (CREAX, 2005).

<b>Principio: 40. Materiales compuestos</b>
<p>a. Reemplazar un material homogéneo por uno compuesto. Ejemplo: las bicicletas de competición son fabricadas con fibras de carbono, esto las hace más resistentes, ligeras y flexibles que los metales tradicionalmente usados. El dominio aeroespacial es uno de los terrenos de mayor aplicación de los materiales compuestos. Los metales inteligentes.</p>
<b>Ilustración</b>


**Tabla 4.4** Materiales compuestos (CREAX, 2005).

<b>Principio: 4. Asimetría</b>
<p>a) Reemplazar la forma simétrica de un objeto por una forma asimétrica. Ejemplo: Recipientes asimétricos o ejes asimétricos mejoran la heterogeneidad de una mezcla. La asimetría de las tomas de corriente de seguridad, los sistemas poka-yoke.</p> <p>b) Si el objeto es asimétrico, aumentar el grado de asimetría. Ejemplo: En la industria eléctrica se usan conexiones especiales de forma compleja, a fin de asegurar un contacto firme y seguro.</p>
<b>Ilustración</b>


**Tabla 4.5** Asimetría (CREAX, 2005)

<b>Principio: 14. El uso de las líneas curvas (La esfericidad)</b>
<p>a) Reemplazar las partes, superficies o formar rectilíneas por curvilíneas, superficies planas por esféricas, paralelepípedos por estructuras curvilíneas. Ejemplo: En arquitectura el uso de arcos y domos para incrementar la resistencia.</p> <p>b) Utilizar rodillo, bolas, espirales, domos. Ejemplo: El tornillo de Arquímedes, el uso de una pequeña bola de metal en un lapicero, para distribuir la tinta.</p> <p>c) Reemplazar una traslación por una rotación. Utilizar la fuerza centrífuga. Ejemplo: Hacer girar una pieza después de pintarla, para eliminar el exceso de pintura.</p>
<b>Ilustración</b>

**Tabla 4.6** Esfericidad (CREAX, 2005).

### **Principio (s) retenido**

Después de analizar estos principios, es posible observar que tres de ellos (35, 4, 14) tienen que ver con la modificación de la forma y flexibilidad del sistema técnico (caja de cartón). Ya que el principio 35C señala que la caja debe presentar un grado de flexibilidad, el 4A recomienda cambiar la forma simétrica de la caja por una asimétrica lo cual se puede lograr aplicando el principio 14A que indica reemplazar las partes, superficies o formas rectilíneas por curvilíneas, superficies planas por esféricas, paralelepípedos por estructuras curvilíneas.

### **Solución implementada:**

Caja de cartón de estructura curvilínea, el cual, al retirar una parte del sistema y ejercer una fuerza adoptará una forma que podrá ser empleada como recipiente para consumir el cereal en la misma caja.



En esta etapa se diseñaron tres diferentes propuestas para el sistema, las cuales se ilustran en la siguiente etapa de prototipado.

#### Etapa 4: Prototipado

El objetivo de ésta etapa consiste en la materialización de las propuestas de solución ideadas en la Etapa 3. Con la finalidad de analizar que cada uno de los diseños realizados a partir de los principios de solución propuestos cumplan las características del sistema ideal y los recursos disponibles en el sistema original (cartón bolsa plástica, espacio).

A continuación, se muestran los tres prototipos del sistema concebidos en la Etapa 3:


Prototipo 1
<p><b>Descripción:</b></p> <p>El prototipo 1 consiste en mantener la forma simétrica del sistema, retirando una de sus caras más delgadas, con la finalidad de que el interior quede expuesto para consumir el producto. El sistema se usa de forma horizontal. El material retirado, se secciona y se coloca debajo del sistema para incrementar su estabilidad fungiendo como una base. El interior del sistema se encuentra recubierto por una membrana plástica, conformando un solo cuerpo y no dos como originalmente se encuentra.</p>
<p><b>Ilustración</b></p> 

Tabla 4.7 Prototipo 1

<b>Prototipo 2</b>
<p><b>Descripción:</b></p> <p>El prototipo 2 consiste en emplear de forma vertical el sistema, seccionado la parte alta para que ésta pueda abrirse como si fuera una “tapa”. Modelo inspirado en la forma de una cajetilla de cigarros. El interior del sistema se encuentra recubierto por una membrana plástica, conformando un solo cuerpo y no dos como originalmente se encuentra.</p>
<p><b>Ilustración</b></p>


**Tabla 4.8** Prototipo 2

**Prototipo 3**

**Descripción:**

El prototipo 3 consiste en emplear el sistema de forma horizontal. El cuerpo simétrico del sistema se cambia por una estructura asimétrica, en donde las caras rectilíneas del sistema se cambian por caras curvilíneas. Con esto se logra obtener un cuerpo con la capacidad de contener y proteger el cereal en su interior y al mismo tiempo posee la flexibilidad / adaptabilidad para convertirse en un recipiente a través de la ejecución de dos movimientos. El interior del sistema se encuentra recubierto por una membrana plástica, conformando un solo cuerpo y no dos como originalmente se encuentra.

**Ilustración**



**Tabla 4.9** Prototipo 3

**Etapa 5: Evaluación**

En la última Etapa del DT se procede a analizar los tres diseños generados en la Etapa 3 y materializados en la Etapa 4 con la finalidad de encontrar cuál de ellos cumple o resuelve de mejor manera las características del sistema ideal planteando en la Etapa 1, el cual consiste en: Un sistema en el que además de contener y proteger el cereal se convierta de forma rápida y sencilla en un recipiente para consumir el cereal dentro de éste.

	<b>Movimientos para obtener forma de recipiente</b>	<b>Estabilidad</b>	<b>Facilidad para consumir el producto en el recipiente</b>	<b>Contener / proteger el cereal</b>
<b>Prototipo 1</b>	4	Buena	Regular	Buena
<b>Prototipo 2</b>	3	Mala	Mala	Buena
<b>Prototipo 3</b>	2	Buena	Buena	Buena

**Tabla 4.10** Evaluación de características en base al sistema ideal

Al analizar las características de los tres prototipos en base al cumplimiento de los requerimientos que el sistema ideal señala, el prototipo número 3 es el que mejor cumple de los 3 diseños con las características requeridas. Ya que, se busca que el sistema debe contener y proteger el cereal para que éste no se fracture, convertirse en un recipiente de forma rápida y sencilla, por lo que el diseño seleccionado lo hace en la menor cantidad de movimientos de los tres modelos y además se verificó que sea sencillo consumir el producto en el recipiente.

## Capítulo V

### Discusión y resultados

#### **5.1 Resultados y discusión caso de estudio: Sistema para contener y consumir cereal**

Al aplicar DT+TRIZ durante la innovación a un sistema para contener y consumir cereal, se obtuvo un producto final, en primer lugar, respeta y emplea los recursos con los que cuenta el sistema original (cartón, bolsa plástica y espacio disponible), la forma fue modificada convirtiendo el cuerpo simétrico del sistema en una estructura asimétrica, con caras curvilíneas y rectas, con esto, se logra dotar al sistema de adaptabilidad y flexibilidad para que por medio de la ejecución de dos movimientos éste se convierta en un recipiente de forma rápida y sencilla, la bolsa plástica se une / pega al cuerpo del sistema, logrando un efecto de membrana, con la finalidad de proteger el cuerpo de cartón del sistema cuando se agregue el líquido (leche) al sistema, cubriendo estas características, se logró satisfacer los requerimientos del usuario descritos en un sistema ideal obtenidos después de entablar empatía.

En primer lugar, la Etapa 1 tuvo como finalidad obtener los requerimientos, necesidades y anhelos de los usuarios para redactar cómo sería el sistema ideal del producto, a continuación en la Etapa 2 se definió el problema a resolver, para mejorar la eficacia en esta sección se planteó el problema en forma de contradicción técnica, empleando dos formatos, el objetivo es obtener una contradicción la cual posteriormente en la Etapa 3 se empelará para encontrar propuestas que resuelvan el problema a través de los 40 Principios de solución inventiva los cuales serán dados por la Matriz de Resolución de Contradicciones Técnicas, de igual manera en esta etapa se realizó un esfuerzo creativo para diseñar los tres modelos de sistema, posteriormente, en la Etapa 4 estos diseños fueron materializados con la finalidad de ser analizados y ponerse a prueba para que en la Etapa 5 se evaluaran sus funciones, y de esta manera elegir el que mejor cumpla las características del sistema ideal planteado en la Etapa 1 entre el usuario y el diseñador.

---

## **Conclusiones**

El presente trabajo logró identificar las metodologías existentes y más empleadas para la concepción y desarrollo de productos, analizando sus ventajas y desventajas. Se analizaron y establecieron las ventajas y limitaciones del design thinking y de la teoría TRIZ, con la finalidad de argumentar su complementariedad. Identificadas estas áreas de mejora en cada metodología se integró la teoría TRIZ a lo largo de las diferentes fases del design thinking para proponer un marco de trabajo para el diseño de nuevos productos. Se implementó el marco de trabajo propuesto para formular y proponer una innovación a un packaging (envase y embalaje). Con estas actividades se logró integrar el design thinking con la teoría para asistir a un usuario en la formulación de un proyecto de innovación.

### **Potencial / Factibilidad de la integración**

Se puede concluir, que las características del DT centradas en el ser humano y las características altamente técnicas y lógicas de la teoría de resolución de problemas inventivos se benefician entre sí. En consecuencia, se pueden combinar para obtener un modelo que emplee las mejores características de ambos. Al combinar ambos enfoques es posible comprender las problemáticas y necesidades del usuario haciendo uso del enfoque de design thinking, y se tendrá una mayor posibilidad de éxito de formular una solución a estos requerimientos mediante el empleo de teoría TRIZ, haciendo uso de sus herramientas, para encauzar los esfuerzos de creatividad e innovación del equipo de diseño.

### **Necesidad de la integración**

- Integrar el design thinking con la teoría TRIZ busca incrementar la eficiencia del proceso de ideación. Tanto en TRIZ como en DT se encauza el pensamiento a través de considerar elementos específicos, siendo un apoyo para estar en continua generación de ideas, y que éstas, estén argumentadas, es decir, que cada idea tenga una razón de ser y esté sustentada en algún principio o parámetro específicos,

---

demostrando de mejor manera el por qué sería la mejor opción para resolver la problemática del cliente / usuario.

- Disminuir el sesgo psicológico durante la fase de ideación, divagar al generar ideas e inclusive bloqueos creativos, es decir, cuando no se tienen más ideas que aportar, o no se sabe cómo dar inicio al planteamiento, formulación o descripción de una idea.
- Es una propuesta para aquellos usuarios (emprendedores, investigadores, científicos, estudiantes) que deseen innovar un producto ya existente o quieran formular un proyecto de innovación partiendo desde cero, proporcionándole un marco de trabajo a seguir para tener la empatía suficiente para identificar necesidades en el mercado y tener las herramientas suficientes para desarrollar sus respectivas propuestas de solución debidamente argumentadas.

El marco de trabajo propuesto, logra que con la integración de la teoría TRIZ al proceso de Design Thinking se eliminé su alta subjetividad, la presencia de sesgo psicológico y la calidad de las ideas generadas. Por otro lado, el Design thinking le otorga a TRIZ una guía para encauzar el proceso de diseño de forma ordena, además, agrega elementos que la teoría no considera, como la empatía con el usuario, aspecto fundamental para entender sus necesidades y requerimientos, así como también la etapa de prototipado, en donde se materializan las propuestas producto de la fase de ideación y de los principios de solución inventiva, con la finalidad de observarlos, analizarlos y comprenderlos de mejor manera y de esta forma evaluar para definir qué propuesta es la que mejor cumple con lo requerido en el sistema ideal.

Un aspecto a resaltar, es el interés que generó en la comunidad académica nacional e internacional, ya que al ser difundido en congresos por medio de ponencias, artículos y estancias de investigación éste generó interés en los asistentes por la originalidad de integrar una metodología de características altamente técnicas como la teoría TRIZ en una metodología de características altamente subjetivas como lo es proceso de DT, el cual, ha sido adoptado por una gran cantidad de empresas privadas, instituciones educativas, fundaciones y gobierno para realizar innovaciones a sus productos y servicios.

---

## **Trabajo a futuro**

Se contempla incorporar las tendencias de evolución al marco de trabajo para explicar cuáles serán las etapas de desarrollo de un producto. De este modo se podrá planificar una familia de productos y administrar de manera más adecuada las transiciones del producto.

Es necesario sistematizar el marco de trabajo DT+TRIZ mediante un software o una plataforma web, con la finalidad de difundir esta herramienta y de esta manera asistir a usuarios de la República Mexicana y resto del mundo en la formulación de proyectos de innovación. Considerar minería de datos, gestión del conocimiento e inteligencia artificial para el diseño de este software.

Difundir la presente investigación y sus respectivos resultados en revistas de divulgación científica en el campo del diseño, diseño de productos y servicios y gestión de la innovación.

## **Productividad académica / científica**

A continuación, se mencionan los productos académicos y científicos del alumno Hugo Domingo García Manilla realizado durante sus estudios de Maestría en Ingeniería Administrativa durante el periodo 2016-2018 relacionados con la temática de la presente tesis “Integración del design thinking y de la teoría TRIZ para asistir a un usuario en la formulación de un proyecto de innovación”.

### **I. Coloquio de Investigación Multidisciplinaria CIM 2017**

Publicación de artículo en la revista arbitrada por latindex “Journal CIM” y ponencia en el CIM 2017.

El Journal CIM es una publicación de la División de Posgrado del Instituto Tecnológico de Orizaba, que tiene como propósito difundir información y conocimientos originales e inéditos en temas relacionados con la ciencia, tecnología e investigación educativa.

Orizaba, Veracruz. 19 y 20 de Octubre de 2017.



---

## **II. Encuentro Internacional de Investigadores en Administración 2017**

Publicación de artículo con código ISBN en memoria del evento y ponencia en el Encuentro Internacional de Investigadores en Administración 2017, siendo partícipe en el eje temático de Innovación.

El Encuentro Internacional de Investigadores en Administración es un evento organizado por la Facultad de Administración de Empresas de la Universidad Externado de Colombia y la Facultad de Ciencias de la Administración de la Universidad del Valle, con el ánimo de fomentar la investigación y estimular la generación de redes académicas en este campo a nivel internacional, nacional y regional.

Bogotá, Colombia. 21 y 22 de Noviembre de 2017.

## **III. Programa de Emprendimiento Dirigido**

DT+TRIZ fue reconocido por la división en México del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) como una de las 100 mejores iniciativas del país para ser parte del programa “Emprendimiento Dirigido”. El cual consiste en un entrenamiento para aprender nuevas herramientas de innovación y desarrollar las capacidades de emprendimiento siguiendo la metodología del Instituto Tecnológico de Massachusetts de los “24 pasos del emprendimiento disciplinado” de Bill Aulet.

Impartido por José Pacheco, Codirector de la Maestría en Manufactura Avanzada del MIT y Luis Miguel Quiroz, Director de Desarrollo de Negocios de Deloitte Mexico y Coordinador de Mentores de Endeavor Occidente.

Aguascalientes, Aguascalientes. 1 y 2 de Diciembre de 2017.

## **IV. Capítulo en libro de la Editorial Springer**

Se realizó una aportación al libro de innovación que tiene como título: “Managing Innovation in Highly Restrictive Environments – Lessons from Latin America and Emerging Markets”, de la autoría del Dr. Guillermo Cortés Robles, Dr. Jorge Luis García Alcaraz y Dr. Giner Alor Hernández, de la editorial Springer, con un capítulo que tiene como temática el desarrollo de productos bajo el marco de trabajo DT+TRIZ.

---

Orizaba, Veracruz. Agosto 2018.

## **V. Estancia de investigación**

Se realizó una estancia de investigación de un mes de duración en la ciudad de Medellín, Colombia. Llevada a cabo en la empresa Grupo 4W, dedicada al desarrollo de aplicaciones móviles.

En dicha actividad, apliqué y desarrollé nuevas capacidades propias del modelo de design thinking, en específico, la empatía, generación de ideas, prototipado y evaluación. Entre otras actividades, trabajé en evaluación, selección y contratación de proveedores, técnicas para el mejoramiento de la experiencia de usuario y trabajar bajo la metodología de validación de hipótesis de Harvard empleada en la empresa.

Medellín, Colombia. Junio-Julio de 2017.

## **VI. Ponencia**

Ponencia sobre diseño de productos mediante el empleo de DT+TRIZ en el V Foro de Jóvenes de las Américas, llevado a cabo en el marco del VIII Cumbre de las Américas 2018 en la categoría: Innovación, Industria e Infraestructura.

Lima, Perú. Abril 2018.

## **VII. Estancia de investigación / Programa de verano**

Se realizó una estancia de investigación en el mes de Julio de 2018, en el Beijing Institute of Technology, en el “Summer Program on Innovation and Entrepreneurship”, en el que recibí capacitación en materia de innovación, técnicas de creatividad, economía y ecosistemas de innovación en China, administración de proyectos y visitas empresariales.

Beijing, China. Julio 2018.

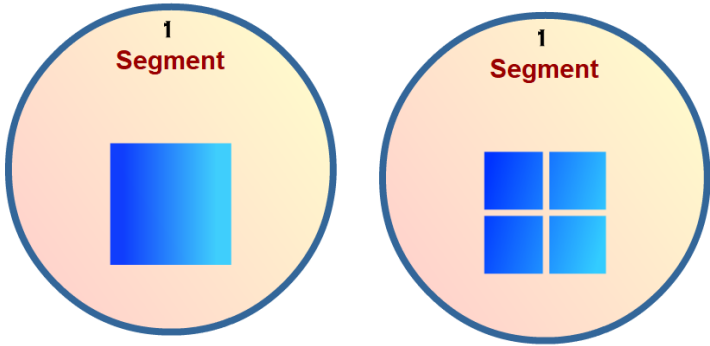
---

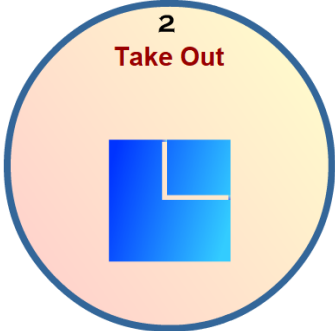
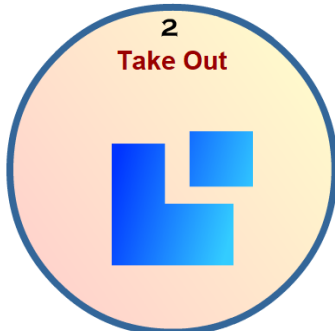
## ANEXOS


### A. Los 40 principios de solución inventiva

A continuación, se presenta una descripción de cada uno de los 40 principios de solución inventiva de TRIZ, ejemplos de su aplicación y una ilustración para la mejor comprensión del mismo.

La información y las imágenes ilustrativas tomadas del software Creax Innovation Suite Versión 3.1 (2005) son propiedad de la empresa consultora internacional "Creax".

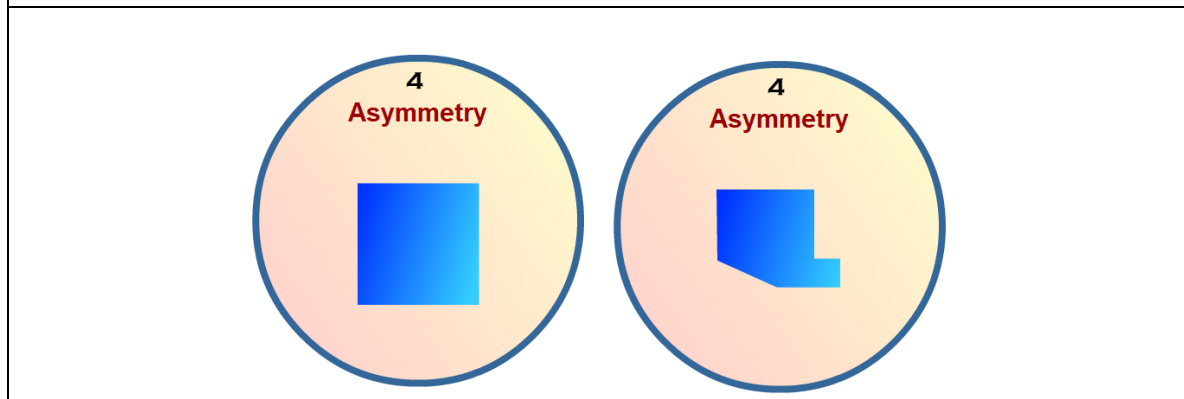
<b>Principio: 1. Segmentación</b>	<b>Ejemplo</b>
a. Divida un objeto en partes independientes. b. Cree un objeto seccionado. c. Incremente un grado la segmentación de un objeto.	1. Muebles seccionados, componentes de computadoras modulares, regla de madera plegadiza. 2. Mangueras de jardín que se unen para dar cualquier largo deseado.
<b>Ilustración</b>	
	

Principio: 2. Extracción	Ejemplo
<p>a. Extracción (remover o separar) una parte o propiedad “desordenadora” , de un objeto, o</p> <p>b. Extraer únicamente la parte o propiedad necesaria.</p>	<p>1. Para espantar pájaros del aeropuerto, reproduzca el sonido que se sabe excita a los pájaros con una grabadora. El sonido se separó de los pájaros.</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>2</b> <b>Take Out</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>2</b> <b>Take Out</b></p>  </div> </div>	

Principio: 3. Calidad local	Ejemplo
<p>a. Transición de una estructura homogénea de un objeto o medio ambiente externo (acción externa), a una estructura heterogénea.</p> <p>b. Hacer que diferentes partes del objeto lleven a cabo diferentes funciones.</p> <p>c. Coloque cada parte del objeto en las condiciones más favorables para su funcionamiento.</p>	<p>1. Para combatir el polvo en las minas de carbón, una fina niebla de agua en forma de cono se aplica a las partes de trabajo de las máquinas de taladrado y transporte. Entre más pequeñas sean las gotas, más efectivas son en combatir el polvo, pero la fina niebla afecta el trabajo. La solución es crear una niebla gruesa al rededor del cono de niebla fina.</p> <p>2. Un lápiz y un borrador en una unidad.</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="text-align: center;"> <p><b>3</b> <b>Local Quality</b></p>  </div>	

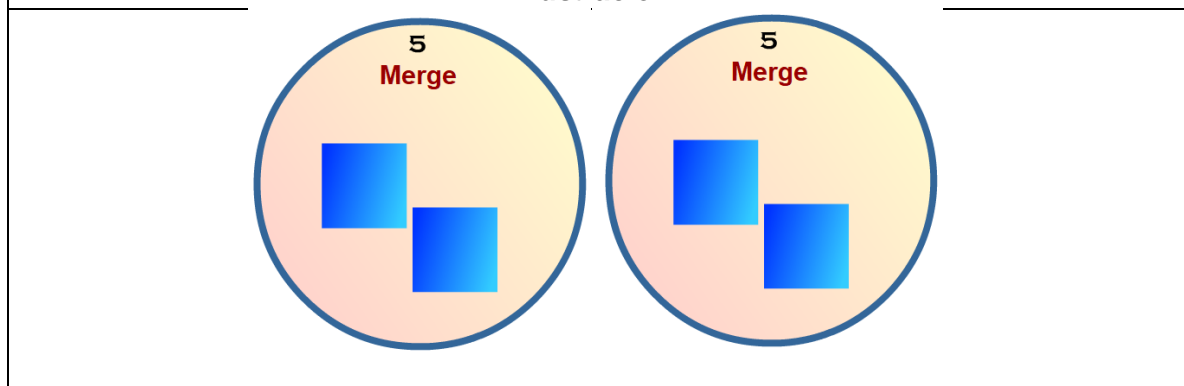
Principio: 4. Asimetría	Ejemplo
<p>a. Reemplace una forma simétrica de un objeto con una asimétrica</p> <p>b. Si el objeto ya es asimétrico, incremente el grado de asimetría</p>	<p>1. Una lado de la llanta es más fuerte que el otro para soportar el impacto con la curva</p> <p>2. Al descargar arena mojada por un embudo simétrico ésta forma un arco por encima de la abertura, causando flujo irregular. Un embudo en forma asimétrica elimina completamente el efecto.</p>

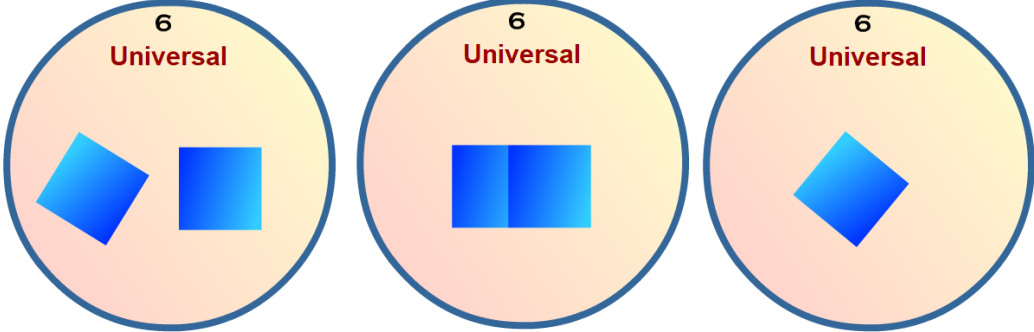
**Ilustración**

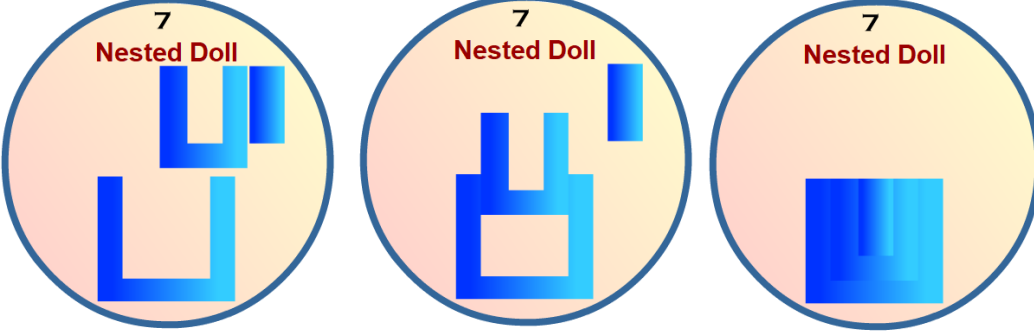


Principio: 5. Combinando	Ejemplo
<p>a. Combine en un espacio objetos homogéneos u objetos destinados a operar contiguamente.</p> <p>b. Combine en tiempo operaciones homogéneas o contiguas.</p>	<p>1. El elemento de trabajo de una excavadora rotatoria tiene unas espreas de vapor especiales para descongelar y suavizar la tierra congelada en una sola operación.</p>

**Ilustración**

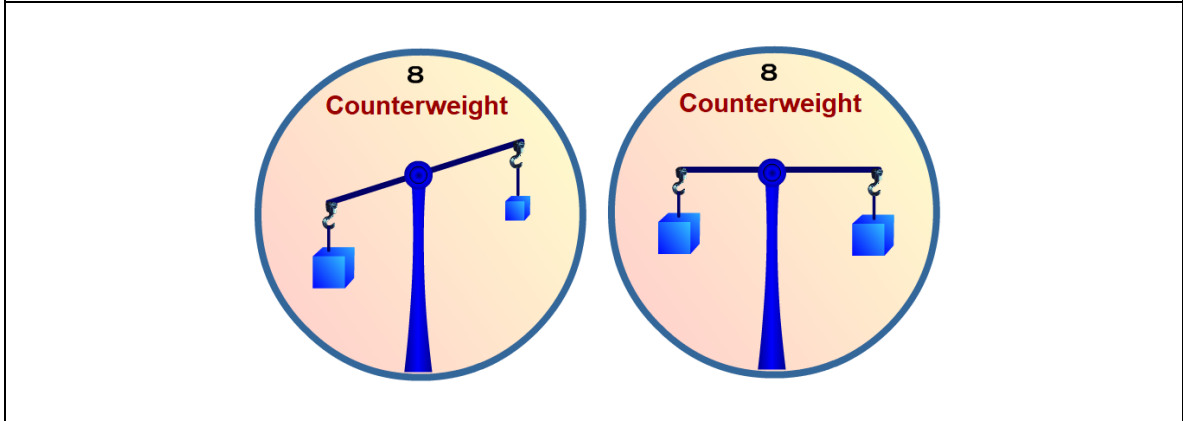


Principio: 6. Universalidad	Ejemplo
<p>a. Que el objeto realice múltiples funciones, de esta manera se elimina la necesidad de algunos otros objetos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Un sofá que se convierte de sofá durante el día a cama en la noche</li> <li>2. El asiento de un mini-van que se ajusta para sentare, dormir o llevar una carga.</li> </ol>
<b>Ilustración</b>	
	

Principio: 7. Anidación	Ejemplo
<p>a. Contener el objeto dentro de otro que al final este contenido en un tercer objeto.</p> <p>b. Un objeto pasa por la cavidad de otro objeto.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Una antena telescópica.</li> <li>2. Apilar asientos (uno arriba del otro) para guardarlos.</li> <li>3. Lápices mecánicos con minas guardadas en su interior.</li> </ol>
<b>Ilustración</b>	
	

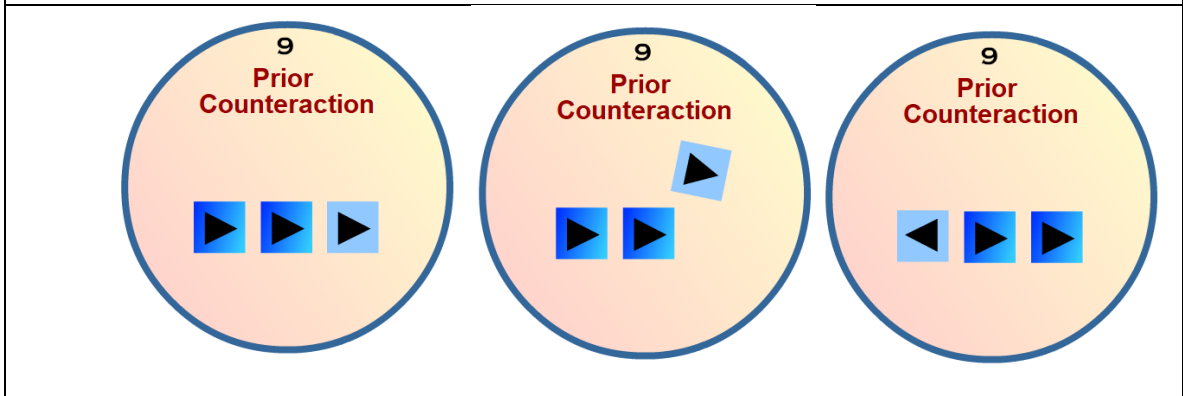
Principio: 8. Contrapeso	Ejemplo
<p>a. Compensar el peso de un objeto uniéndolo con otro que tenga una fuerza de empuje.</p> <p>b. Compensar el peso de un objeto con la interacción con un medio que provea fuerzas aerodinámicas o hidrodinámicas.</p>	<p>1. Un bote con hidroláminas.</p> <p>2. Un ala trasera en los carros de carreras para incrementar la presión del carro al suelo.</p>

**Ilustración**



Principio: 9. Acción contraria previa	Ejemplo
<p>a. Si se necesita llevar a cabo una acción, considere una acción contraria por adelantado.</p> <p>b. Si el problema especifica que el objeto debe tener una tensión, provea anti tensión por adelantado.</p>	<p>1. Concreto reforzado, columna o piso</p> <p>2. Flecha reforzada: para hacer una flecha más fuerte esta se construye de varios tubos que previamente se torcieron a un ángulo calculado</p>

**Ilustración**



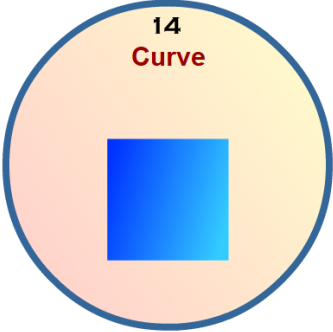
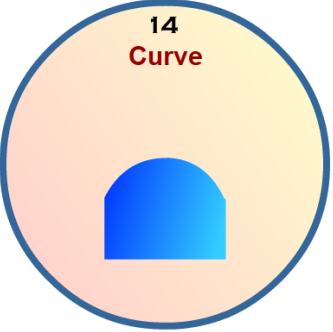
Principio: 10. Acción previa	Ejemplo
<p>a. Lleve a cabo la acción requerida con anticipación por completo, o al menos una parte.</p> <p>b. Ordene los objetos de tal manera que puedan entrar en acción sin pérdidas de tiempo esperando la acción (y de la posición más conveniente).</p>	<p>1. Cuchilla utilitaria hecha con una ranura para permitir a la parte del cuchillo que se rompa, restaurando el filo.</p> <p>2. Pegamento plástico en una botella es difícil de aplicar uniformemente y con limpieza. En cambio, se forma en una cinta para que su aplicación sea más fácil.</p>
<b>Ilustración</b>	

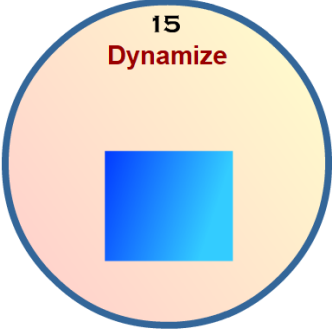
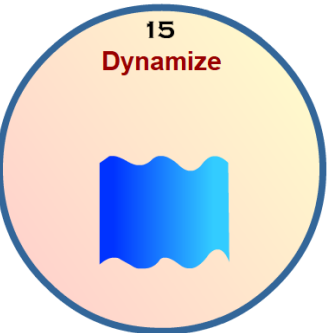
Principio: 11. Amortiguamiento anticipado	Ejemplo
<p>a. Compensación por la relativa baja confiabilidad de un objeto por medio de contramedidas tomadas en avance.</p>	<p>1. Para prevenir robo el propietario de una tienda fija una marca especial conteniendo una placa magnetizada. Para que el consumidor pueda llevarse la mercancía, la placa es desmagnetizada por el cajero.</p>
<b>Ilustración</b>	



Principio: 12. Equipotencialidad	Ejemplo
<p>a. Cambiar las condiciones de trabajo para que un objeto no necesite ser levantado o bajado.</p>	<p>1. El aceite de un motor de automóvil es cambiado por los trabajadores desde un pozo (así que no se necesita equipo costoso para levantar el auto).</p>
<b>Ilustración</b>	

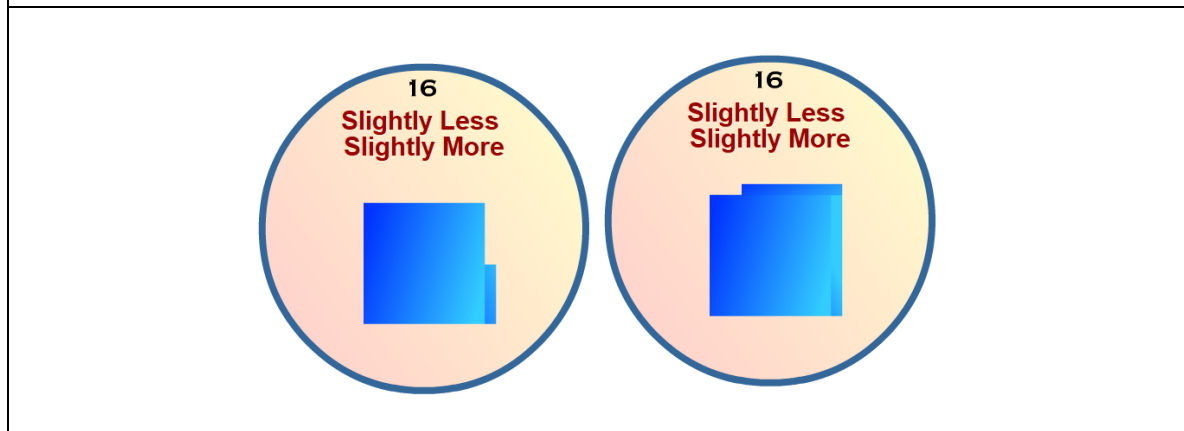
Principio: 13. Inversión	Ejemplo
<p>a. En lugar de una acción dictada por las especificaciones del problema, implementar una acción opuesta.</p> <p>b. Haga una parte móvil del objeto o el ambiente exterior inamovible y la parte inmóvil hágala móvil.</p> <p>c. Voltee el objeto, la parte de arriba hacia abajo.</p>	<p>1. Limpiar partes que se limpian abrasivamente por medio de vibración.</p>
<b>Ilustración</b>	

Principio: 14. Esferoidalidad	Ejemplo
<p>a. Reemplace partes lineales o superficies planas con otras curvadas, formas cúbicas con formas esféricas.</p> <p>b. Use espirales, pelotas, rodillos.</p> <p>c. Reemplace un movimiento lineal con uno rotatorio, utilice una fuerza centrífuga.</p>	<p>1. Los ratones de computadora utilizan pelotas para transferir movimiento lineal de dos ejes a un vector.</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>14 Curve</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>14 Curve</p> </div> </div>	

Principio: 15. Dinamicidad	Ejemplo
<p>a. Haga características de un objeto, o un ajuste automático del ambiente externo para el desempeño óptimo en cada estación de operación</p> <p>b. Divida un objeto en elementos que puedan cambiar de posición relativa con cada uno.</p> <p>c. Si un objeto es inamovible, hágalo movable o intercambiable.</p>	<p>1. Un luz parpadeante con un arbotante flexible entre el cuerpo y la cabeza de la lámpara</p> <p>2. Un vaso transportador con el cuerpo de forma cilíndrica. Para reducir el ángulo del vaso bajo la carga completa del cuerpo, que conste de dos partes de forma semicilíndrica y articuladas con pernos para que puedan ser abiertas</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>15 Dynamize</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>15 Dynamize</p> </div> </div>	

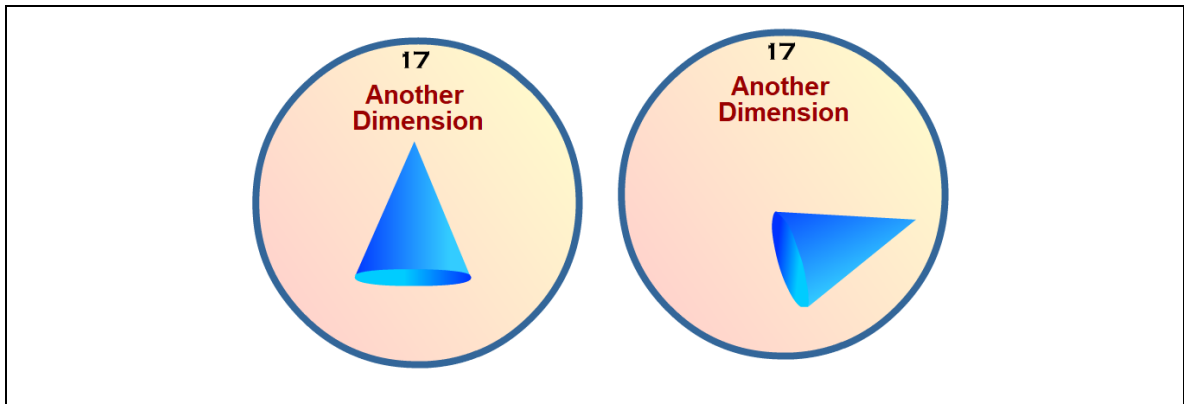
Principio: 16. Acción parcial o sobrepasada	Ejemplo
<p>a. Es difícil obtener un 100% del efecto deseado, ejecute algo de más o de menos para simplificar el problema.</p>	<p>1. Un cilindro se pinta sumergiéndolo en la pintura, pero contiene más pintura que la deseada. El exceso de pintura puede ser removido rotando rápidamente el cilindro.</p> <p>2. Para obtener una descarga uniforme de polvo metálico de un depósito, la tolva tiene un embudo interno especial que continuamente se llena de más para proveer presión casi constante.</p>

**Ilustración**



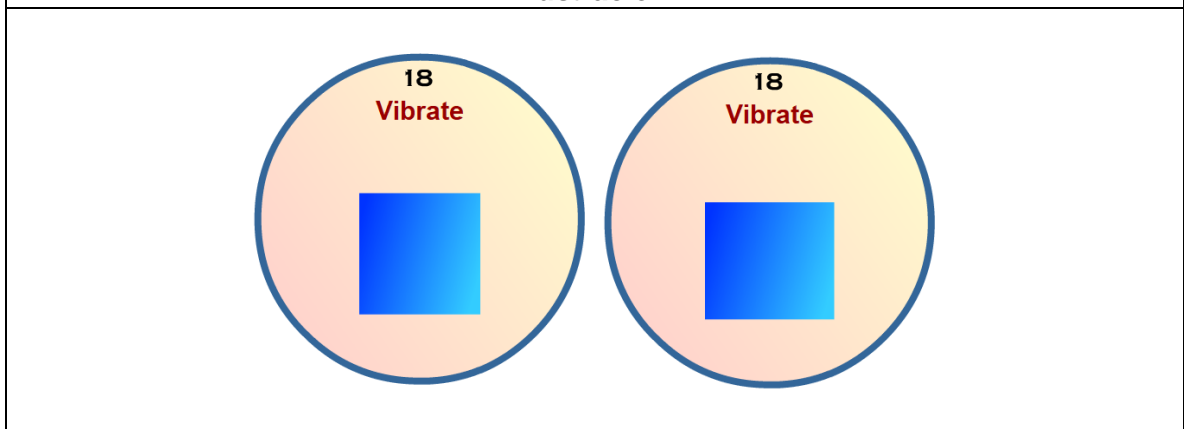
Principio: 17. Moviéndose a una nueva dimensión	Ejemplo
<p>a. Remueva los problemas de mover un objeto sobre una línea son movimientos en dos dimensiones (a lo largo de un plano). Similarmente, los problemas de mover un objeto en un plano desaparecen si el objeto puede ser cambiado para permitir espacio tridimensional.</p> <p>b. Use un ensamble de objetos en multicapa en lugar de una simple capa</p> <p>c. Incline el objeto o voltéelo como debe estar.</p> <p>d. Proyecte imágenes en áreas cercanas o en el anverso del objeto.</p>	<p>1. Un invernadero que tiene un reflector cóncavo en la parte del norte de la casa para mejorar la iluminación de esa parte de la casa reflejando la luz del día.</p>

**Ilustración**



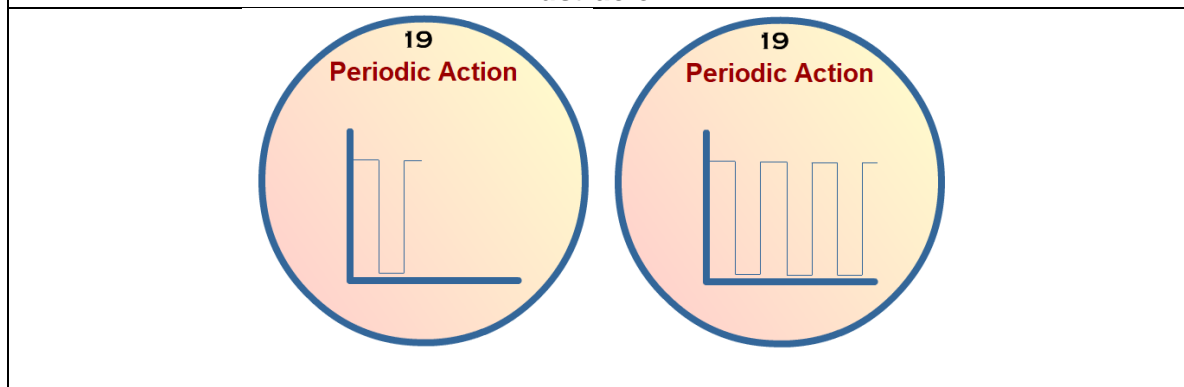
Principio: 18. Vibración mecánica	Ejemplo
<p>a. Ponga un objeto en oscilación</p> <p>b. Si la oscilación existe, incremente su frecuencia, aun tanto como hasta la ultrasónica.</p> <p>c. Use la frecuencia de resonancia</p> <p>d. En lugar de vibraciones mecánicas, use piezovibradores.</p> <p>e. Use vibraciones ultrasónicas en conjunción con un campo electromagnético.</p>	<p>1. Para remover un enyesado del cuerpo sin herir la piel, una sierra de mano fue reemplazada por un cuchillo vibrador.</p> <p>2. Vibrar un molde de fundición mientras es llenado mejora el flujo y las propiedades estructurales.</p>

**Ilustración**



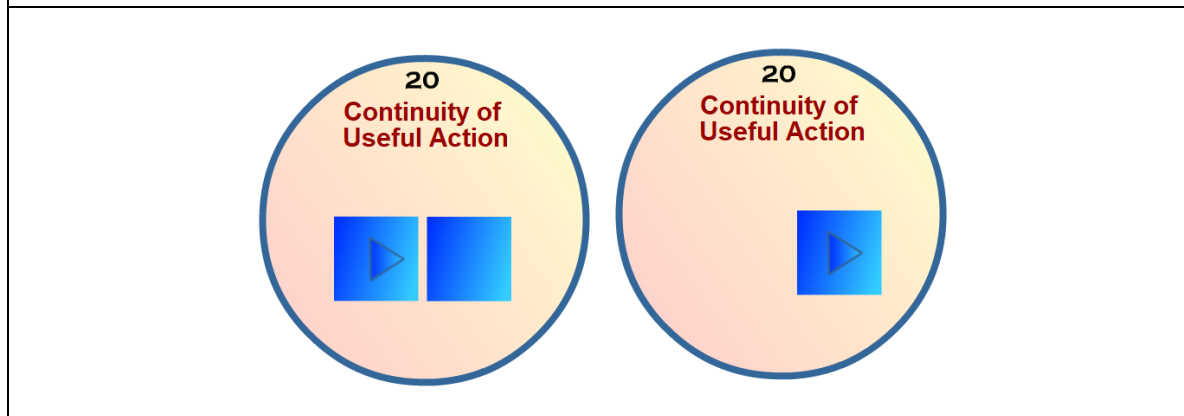
Principio: 19. Acción periódica	Ejemplo
<p>a. Reemplace una acción continua con una periódica, o un impulso</p> <p>b. Si una acción es periódica, cambie su frecuencia.</p> <p>c. Use pausas entre impulsos para dar acción adicional.</p>	<p>1. Una llave de tuercas de impacto libera tuercas corroídas usando impulsos en lugar de fuerza continua.</p> <p>2. Una lámpara de advertencia destella porque así es más notable que si alumbrara continuamente.</p>

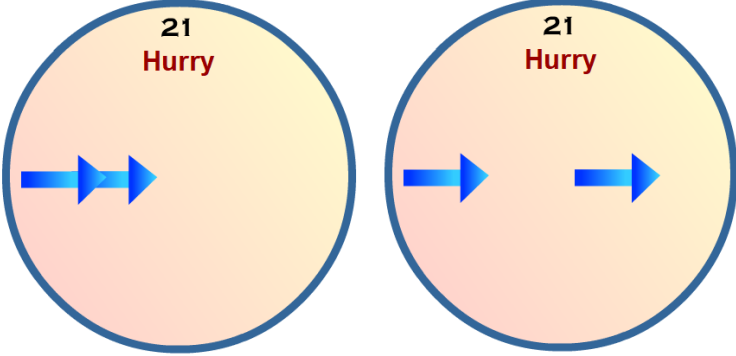
**Ilustración**



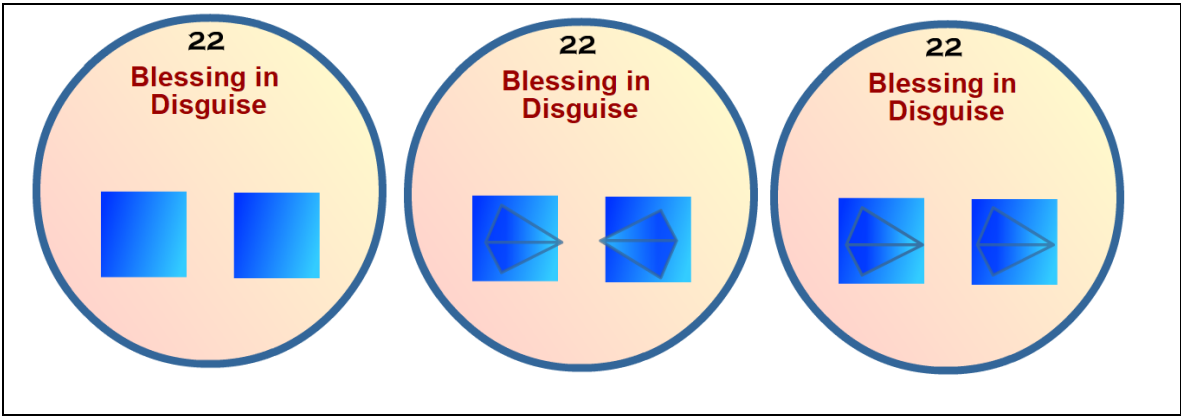
Principio: 20. Continuidad de una acción útil	Ejemplo
<p>a. Realice una acción sin descanso - todas las partes de un objeto deben ser operadas constantemente a su total capacidad.</p> <p>b. Remueva un paro y movimientos intermedios.</p>	<p>1. Un taladro con orillas cortantes que permita procesos de corte hacia adelante y en reversa.</p>

**Ilustración**

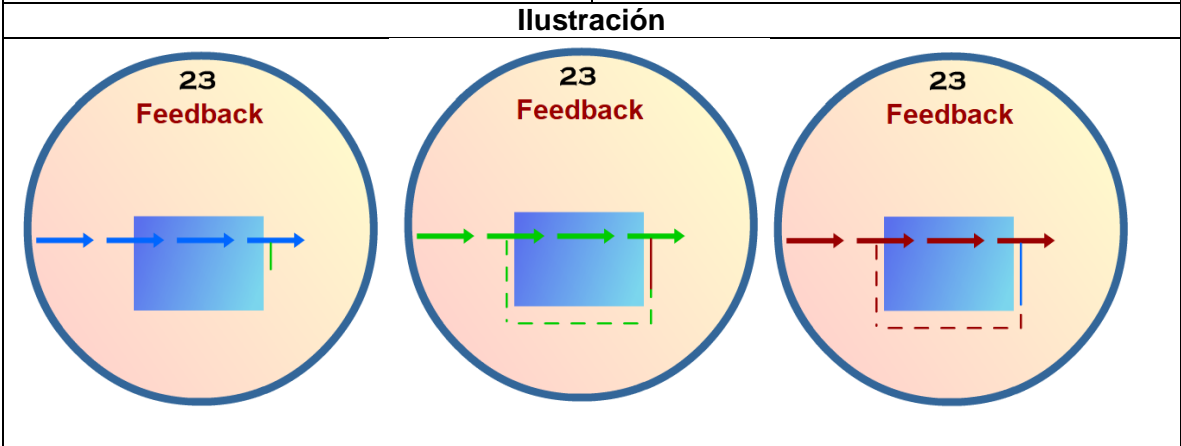


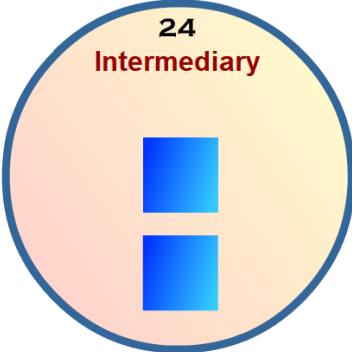
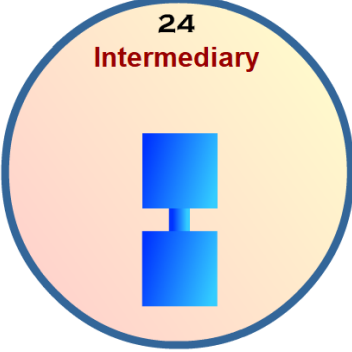
Principio: 21. Despachar rápidamente	Ejemplo
<p>a. Ejecute operaciones peligrosas a muy alta velocidad</p>	<p>Un cortador para tubos plásticos de pared delgada previene la deformación del tubo durante el corte si se corre a muy alta velocidad (corta antes de que el tubo tiene oportunidad de deformarse).</p>
<b>Ilustración</b>	
	

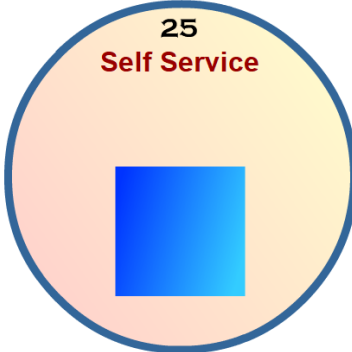
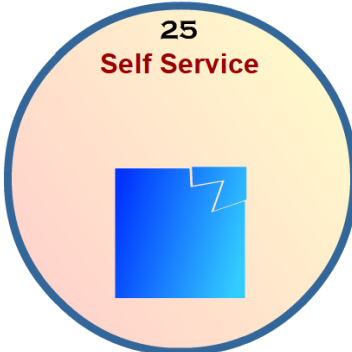
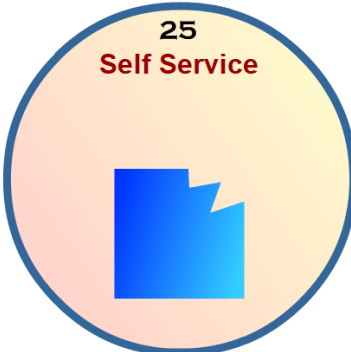
Principio: 22. Convertir algo malo en un beneficio	Ejemplo
<p>a. Utilice factores o efectos dañinos de un ambiente para obtener efectos positivos.  b. Remueva un factor dañino agregándolo a otro factor peligroso.  c. Incremente la cantidad de acciones peligrosas hasta que dejen de serlo.</p>	<p>1. La arena o la grava se congelan cuando se transportan a través de climas fríos. El sobre congelamiento (usando nitrógeno líquido) fragiliza el hielo, permitiendo que fluya.  2. Cuando se usa corriente de alta frecuencia para calentar metales, solo la capa exterior es calentada.  Este efecto negativo fue usado después para tratamientos térmicos superficiales</p>
<b>Ilustración</b>	



Principio: 23. Retroalimentación	Ejemplo
<p>a. Introduzca la retroalimentación.  b. Si ya existe retroalimentación, revíértala.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La presión del agua de un pozo se mantiene monitoreando la presión de salida y encendiendo una bomba si la presión es muy baja.</li> <li>2. El hielo y el agua se miden separadamente pero deben combinarse para dar un peso total exacto. Debido a que es difícil distribuir precisamente el hielo, primero se mide y el peso es alimentado al control del agua, el cual distribuye precisamente la cantidad necesitada.</li> <li>3. Los dispositivos que cancelan ruidos muestrean señales de ruido, cambiándolas a fase y alimentándolas de nuevo para cancelar el efecto de la fuente de ruido.</li> </ol>



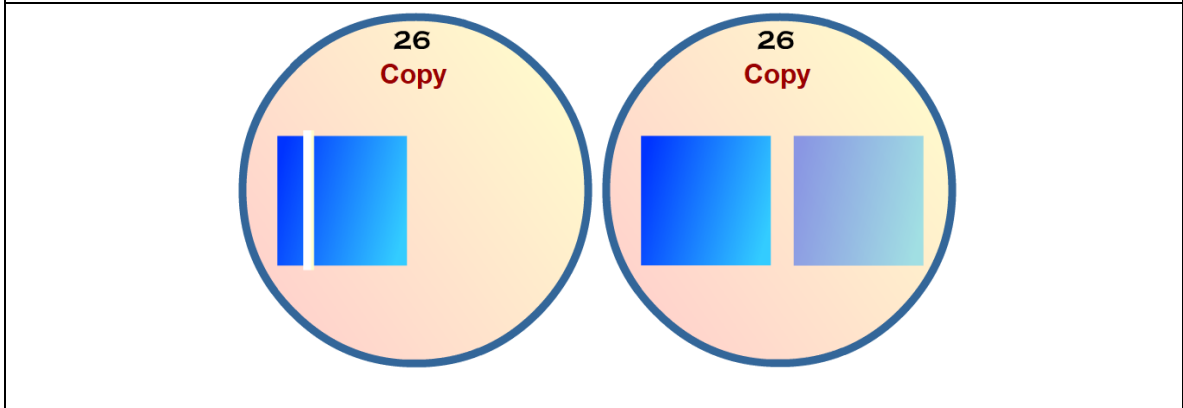
Principio: 24. Mediador	Ejemplo
<p>a. Use un objeto intermediario para transferir o llevar a cabo una acción.</p> <p>b. Conecte temporalmente un objeto a otro que sea fácil de remover.</p>	<p>1. Para reducir pérdidas de energía cuando se aplica corriente a un metal líquido, se usan electrodos enfriados y metal líquido intermedio con una temperatura de fusión más baja</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>24 Intermediary</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>24 Intermediary</p> </div> </div>	



Principio: 25. Autoservicio	Ejemplo
<p>a. Haga que el objeto tenga su propio servicio y ejecute operaciones de reparación suplementarias.</p> <p>b. Haga uso de desperdicios de material y energía.</p>	<p>1. Para distribuir un material abrasivo aun en la cara de los bordes de las roladoras y para prevenir que avance el desgaste, haga su superficie del mismo material abrasivo.</p> <p>2. En una pistola de soldadura eléctrica, la barra avanza por medio de un dispositivo especial.</p> <p>Para simplificar el sistema, la barra avanza gracias a un solenoide controlado por la corriente de la soldadura.</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>25 Self Service</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>25 Self Service</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>25 Self Service</p> </div> </div>	

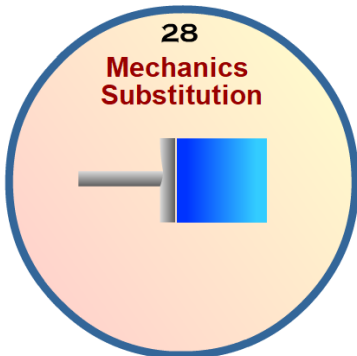
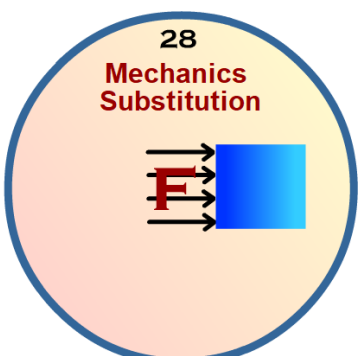


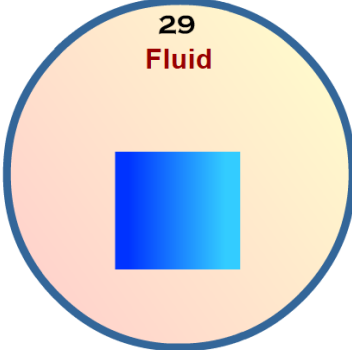
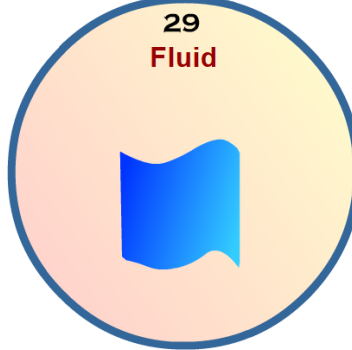
<b>Principio: 26. Copiado</b>	<b>Ejemplo</b>
<p>a. Use una simple y poco costosa copia en lugar de un objeto que es complejo, costoso, frágil o inconveniente de operar.</p> <p>b. Reemplace un objeto o un sistema de objetos por una copia óptica, imagen óptica. Una escala puede ser usada para reducir o alargar la imagen</p> <p>c. Si se usan copias ópticas visibles, reemplácelas con copias infrarrojas o ultravioletas.</p>	<p>1. La altura total de objetos altos puede ser determinada midiendo sus sombras.</p>

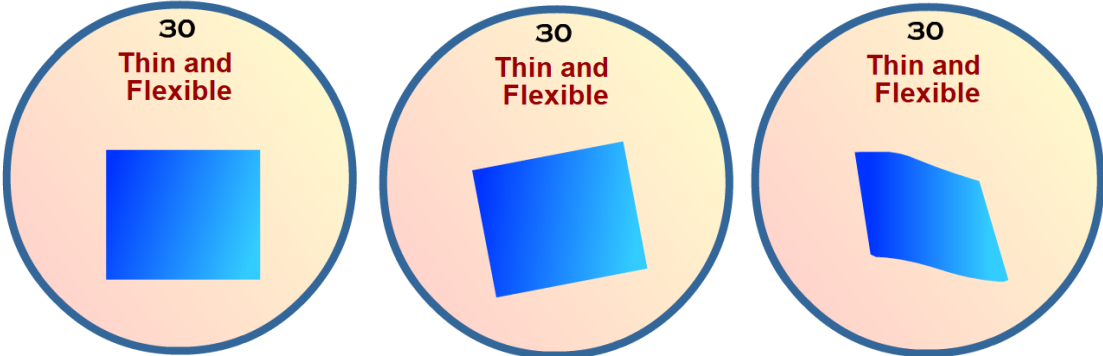
**Ilustración**

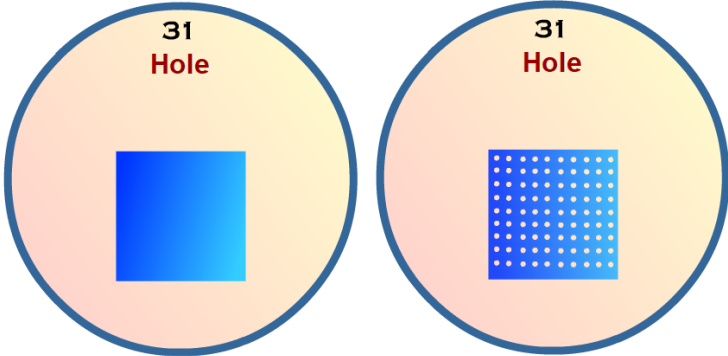


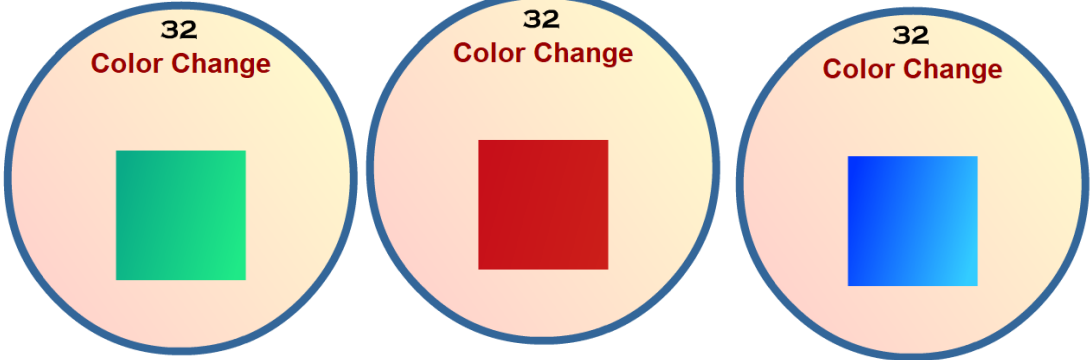
Principio: 27. Objeto barato de vida corta en vez de uno caro y durable	Ejemplo
<p>a. Reemplace un objeto costoso por una colección de algunos poco costosos, comprometiendo otras propiedades (longevidad, por ejemplo).</p>	<p>1. Pañales desechables. 2. Una sencilla ratonera consistente en un tubo de plástico con un cebo. El ratón entra en la trampa por un cono abierto; las paredes de la entrada son anguladas y no permiten al ratón salir.</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	

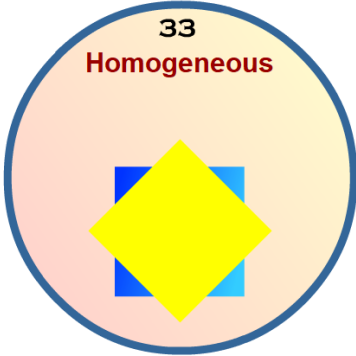
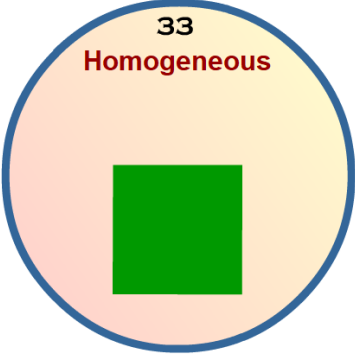
Principio: 28. Reemplazo de sistemas mecánicos	Ejemplo
<p>a. Reemplace el sistema mecánico por uno óptico, acústico u odorífero. b. Use un campo electromagnético, eléctrico o magnético para interacción con el objeto. c. Reemplace los campos. d. Use un campo en conjunción con partículas ferromagnéticas.</p>	<p>1. Para incrementar la unión de metal con material termoplástico el proceso se realiza dentro de un campo electromagnético para aplicar fuerza al metal.</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	



Principio: 29. Uso de una construcción neumática o hidráulica	Ejemplo
<p>a. Reemplace las partes sólidas de un objeto por gas o líquido - estas partes pueden usar aire o agua para inflarse o utilizar cojines hidrostáticos.</p>	<p>1. Para incrementar la succión de una chimenea industrial se instala un tubo espiral con boquillas. Cuando el aire comienza a fluir a través de las boquillas, se crea como una pared de aire, reduciendo la resistencia al avance.</p> <p>2. Para embarcar productos frágiles se usan envoltorios con burbujas de aire o materiales espumosos.</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>29</b> <b>Fluid</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>29</b> <b>Fluid</b></p>  </div> </div>	

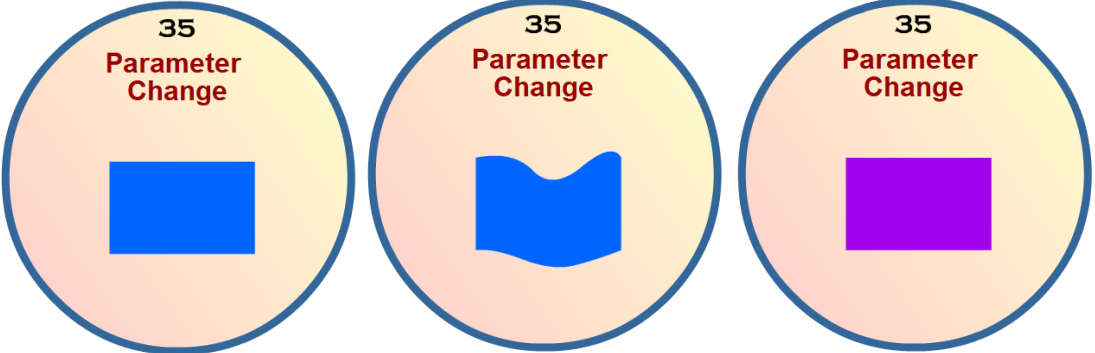
Principio: 30. Película flexible o membranas delgadas	Ejemplo
<p>a. Reemplace las construcciones habituales con membranas flexibles y películas delgadas</p> <p>b. Aísle un objeto del ambiente externo con películas delgadas o membranas finas.</p>	<p>1. Para prevenir la pérdida de agua evaporada de las hojas de las plantas, se aplica polietileno en spray. Después de un tiempo el polietileno se endurece y la planta crece mejorada porque la película de polietileno deja pasar el oxígeno más que al vapor de agua.</p>
<b>Ilustración</b>	
	

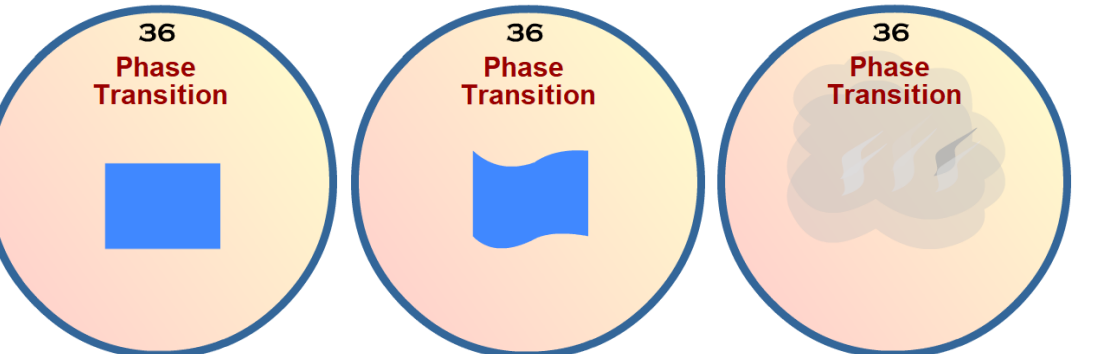
Principio: 31. Uso de material poroso	Ejemplo
<p>a. Haga un objeto poroso o use elementos porosos adicionales (insertos, cubiertas, etc.)</p> <p>b. Si un objeto ya es poroso llene sus poros con alguna sustancia.</p>	<p>1. Para evitar bombeo de refrigerante a una máquina, algunas de las partes de la máquina se llenan con material poroso (acero en polvo poroso) empapado en líquido refrigerante el cual se evapora mientras la máquina está trabajando, proveyendo así enfriamiento uniforme.</p>
<b>Ilustración</b>	
	

<b>Principio: 32. Cambio de color</b>	<b>Ejemplo</b>
<p>a. Cambie el color de un objeto o sus alrededores.</p> <p>b. Cambie el grado de translucidez de un objeto o sus alrededores.</p> <p>c. Use aditivos colorados para observar objetos o procesos que son difíciles de ver</p> <p>d. Si tales aditivos ya son usados, emplee trazadores luminiscentes o elementos trazadores.</p>	<p>1. Un vendaje transparente que permita inspeccionar una herida sin quitar las vestiduras</p> <p>2. En una fábrica de acero se diseñó una cortina de agua para proteger a los obreros del sobrecalentamiento. Pero esta cortina solo protege de los rayos infrarrojos, así que la luz brillante del acero fundido pasa fácilmente a través de la cortina. Un colorante fue agregado al agua para crear un efecto filtrante mientras se queda transparente.</p>
<b>Ilustración</b>	
	

Principio: 33. Homogeneidad	Ejemplo
<p>a. Haga que los objetos interactúen con un objeto primario que sea del mismo material o que esté cerca de el en comportamiento.</p>	<p>1. La superficie de un alimentador de granos abrasivos está hecho del mismo material que pasa por el alimentador - permitiendo que tenga una restauración continua de la superficie sin que se desgaste.</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	

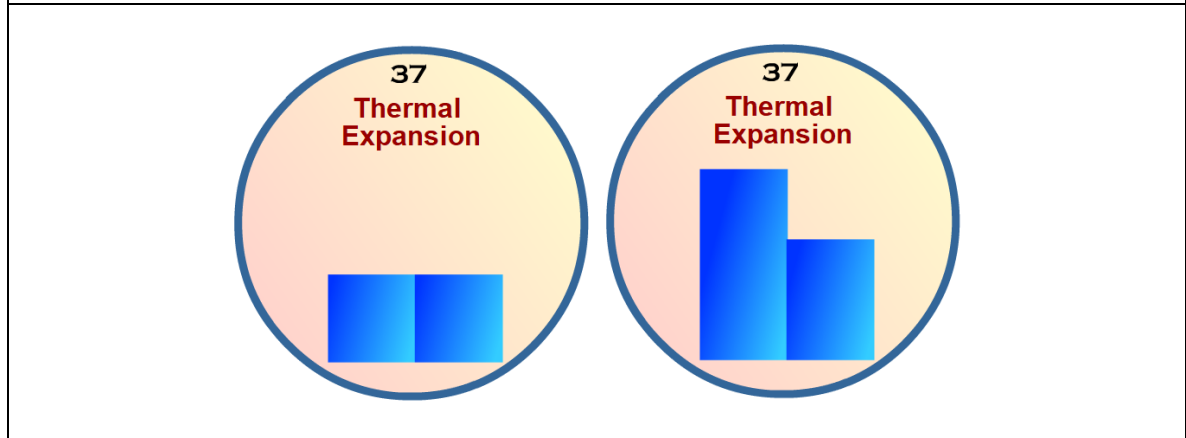
Principio: 34. Restauración y regeneración de partes	Ejemplo
<p>a. Después de que completan su función o se hace inútil, rechazar o modificar un elemento de un objeto (descartar, disolver o evaporar).</p> <p>b. Restaurar completamente cualquier parte usada de un objeto.</p>	<p>1. Los casquillos de las balas se expulsan después que la pistola hace fuego.</p> <p>2. El cohete impulsor o acelerador se separa después de cumplir su función.</p>
<b>Ilustración</b>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	

Principio: 35. Transformación de los estados físicos y químicos de un objeto	Ejemplo
<p>a. Cambiar un estado de agregación de un objeto, concentración de densidad, grado de flexibilidad, temperatura</p>	<p>1. En un sistema para transportar materiales frágiles y desmenuzables, la superficie del tornillo espiral de alimentación está hecho de un material elástico con dos resortes espirales. Para controlar el proceso la inclinación del tornillo puede ser cambiada desde lejos.</p>
<b>Ilustración</b>	
	

Principio: 36. Transición de fase	Ejemplo
<p>a. Implemente un efecto desarrollado durante el cambio de fase de una sustancia. Por ejemplo, durante el cambio de volumen, la liberación o absorción de calor.</p>	<p>1. Para controlar la expansión de tubos con costillas, se llenan con agua y se enfrían a temperatura de congelación.</p>
<b>Ilustración</b>	
	

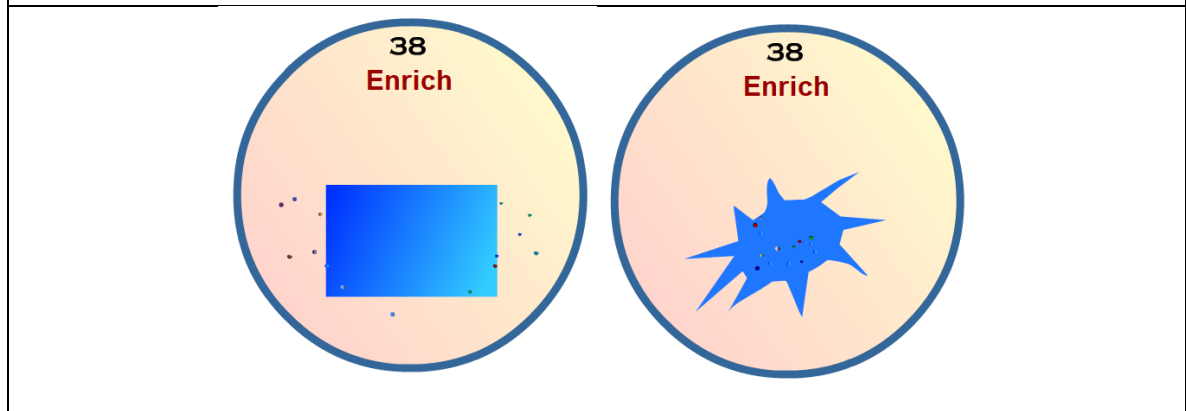
Principio: 37. Expansión térmica	Ejemplo
<p>a. Use la expansión o contracción de un material por calor.</p> <p>b. Use varios materiales con diferentes coeficientes de expansión térmica.</p>	<p>1. Para controlar la abertura de las ventanas del techo de un invernadero, láminas bimetálicas se conectan a las ventanas. Con un cambio de temperatura, las láminas se flexionan y hacen que las ventanas se cierren o se abran.</p>

**Ilustración**

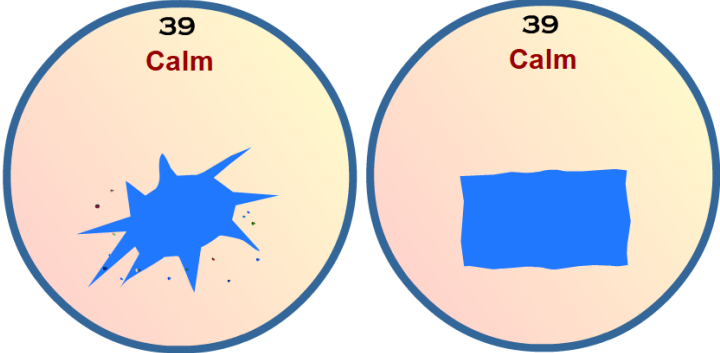


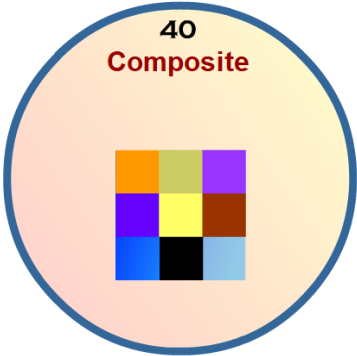
Principio: 38. Uso de oxidantes fuertes	Ejemplo
<p>a. Reemplace aire normal con aire enriquecido.</p> <p>b. Reemplace aire enriquecido con oxígeno</p> <p>c. Trate al aire o al oxígeno con radiaciones ionizantes.</p> <p>d. Use oxígeno ionizado.</p>	<p>1. Para obtener más calor de una antorcha, se alimenta oxígeno a la antorcha en lugar de al aire atmosférico</p>

**Ilustración**





<b>Principio: 39. Medio ambiente inerte</b>	<b>Ejemplo</b>
a. Reemplace el ambiente normal con uno inerte. b. Lleve a cabo el proceso en el vacío.	1. Para prevenir que el algodón se incendie en una bodega, se trata con gas inerte durante la transportación al área de almacén.
<b>Ilustración</b>	
	

<b>Principio: 40. Materiales compuestos</b>	<b>Ejemplo</b>
a. Reemplace materiales homogéneos con compuestos.	Plástico, vidrio, concreto reforzados.
<b>Ilustración</b>	
	

## B. Productividad académica / científica

A continuación, se anexa prueba documental de la productividad académica y científica de Hugo Domingo García Manilla durante sus estudios de Maestría en Ingeniería Administrativa en el periodo 2016-2018.



**Coloquio de Investigación Multidisciplinaria (CIM) 2017**

**Instituto Tecnológico de Orizaba**

**Orizaba, Ver.**

La Universidad del Valle  
y  
La Universidad Externado de Colombia

Certifican que la ponencia titulada  
**Aplicación Del Diseño Centrado en Las Personas y de la Teoría Triz Para Desarrollar Productos Inclusivos**

Cuyos autores son

**Hugo Domingo García Manilla, Guillermo Cortés Robles, Raul Ponce San Juan**

Fue presentada en el marco del  
**Encuentro Internacional de Investigadores en Administración 2017**

Realizado en la ciudad de Bogotá, los días 21 y 22 de noviembre de 2017



Rubén Darío Echeverry Romero  
Decano  
Facultad de Ciencias de la Administración  
Universidad del Valle



Alejandro Beltrán Duque  
Decano  
Facultad de Administración de Empresas  
Universidad Externado de Colombia

Bogotá D.C, noviembre de 2017

**Encuentro Internacional de Investigadores en Administración 2017**  
**Universidad Externado de Colombia, Universidad del Valle**  
**Bogotá, Colombia**



**Programa de Emprendimiento Dirigido 2017**

**Massachusetts Institute of Technology Enterprise Forum México, Secretaría de  
Desarrollo Económico de Aguascalientes**

**Aguascalientes, Ags.**



**Competencia de Talento e Innovación de las Américas 2018**

**Young American Business Trust, Organización de Estados Americanos (OEA),  
Grupo Pepsico**

**Lima, Perú**



**Capítulo de libro “Managing Innovation in Highly Restrictive Environments Lessons from Latin America and Emerging Markets”**

**Editorial Springer**

---

## Integration of Design Thinking and TRIZ Theory to Assist a User in the Formulation of an Innovation Project



Hugo Domingo García-Manilla, Jesús Delgado-Maciel,  
Diego Tlapa-Mendoza, Yolanda Angélica Báez-López  
and Leonardo Riverda-Cadauid

**Abstract** The principal limitations of the Design Thinking (DT) model reside in its high subjectivity, which generates some rigidity called psychological inertia and it is observed in the search for a solution within a very well-defined space. Also, DT does not offer strategies or techniques for the detailed solution of the intrinsic problems of the design process. This means that the procedure of the problem-solving that arises during the design process depends on the experience of a team or an individual. The Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) may assist the requirements of the Design Thinking model. TRIZ contains among its tools, a set of techniques that allow modeling and solving inventive problems. At the same time, TRIZ does not propose any tool or technique to identify the user's requirements, a fundamental aspect of the Design Thinking model. As a consequence, this chapter describes a strategy to combine both approaches and presents a basic structure to balance the best characteristics of both the approaches. The purpose is to guide the thinking and the creative efforts during the development of

---

H. D. García-Manilla (✉) · J. Delgado-Maciel  
Instituto Tecnológico de Orizaba, Avenida Oriente 9 no. 852 Col.  
Emiliano Zapata, C.P. 94320 Orizaba, Veracruz, Mexico  
e-mail: hgarciam@ito-depi.edu.mx

J. Delgado-Maciel  
e-mail: jdelgadam@ito-depi.edu.mx

D. Tlapa-Mendoza · Y. A. Báez-López  
Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular Ensenada - Tijuana  
3917, Zona Playitas, C.P. 22860 Ensenada, Mexico  
e-mail: diegotlapa@uabc.edu.mx

Y. A. Báez-López  
e-mail: yolanda@uabc.edu.mx

L. Riverda-Cadauid  
Universidad Del Valle, Escuela de Ingeniería Industrial, Edificio E56—Ciudadela  
Universitaria Meléndez, Universidad Del Valle, Calle 13 no. 100-00 Cali, Colombia  
e-mail: leonardo.rivera.c@correounivalle.edu.co

© Springer International Publishing AG 2019  
G. Cortes-Robles et al. (eds.), *Managing Innovation in Highly Restrictive  
Environments*, Management and Industrial Engineering,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-93716-8\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93716-8_14)

303

Capítulo de libro “Managing Innovation in Highly Restrictive Environments Lessons from Latin America and Emerging Markets”

Editorial Springer



**Programa de innovación y emprendimiento  
Escuela de Posgrado del Instituto Tecnológico de Beijing  
Beijing, China.**



---

## Bibliografía

1. Abrell, T. (2016). *Design Thinking and Corporate Entrepreneurship: An Integration and Avenues for Future Research*. Switzerland: Springer.
2. Albers, A., Deigendesch, T., & Schmalenbach. (2011). TRIZ-box–Improving creativity by connecting TRIZ and artifacts. *Procedia Engineering* , 214-221.
3. AMETRIZ. (2016). Entrenamiento en la metodología TRIZ. *Entrenamiento en la metodología TRIZ*.
4. Aulet, B. (2013). *Disciplined entrepreneurship: 24 steps to a successful startup*. John Wiley & Sons, Inc.
5. Becattini, N., Cascini, G., & Rotini, F. (2015). *Design Computing and Cognition*. Switzerland: Springer International Publishing.
6. Bertonecelli, T., Mayer, O., & Lynass, M. (2016). Creativity, Learning Techniques and TRIZ. *Procedia CIRP*, 191-196.
7. Brown. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 84-92.
8. Brown. (2009). *Change by design. How design thinking can transform organizations and inspire innovation*. New York: Harper Collins.
9. Brown, T. (2009). *Change by design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation* . New York: Harper Business.
10. Brown, T. (2015). *Change by design*. Harper Collins Pub.
11. Camacho, M. (2016). David Kelley: From Design to Design Thinking at Stanford and IDEO. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 88-101.
12. Chang, Y.-S. (2016). Effect of TRIZ on the creativity of engineering students. *Thinking Skills and Creativity*, 112-122.
13. Chechurin, L. (2016). *TRIZ Events Increase Innovative Strength of Lean Product Development Processes*. Switzerland: Springer International Publishing.

- 
14. Chechurin, L., & Borgianni, Y. (2016). Understanding TRIZ through the review of top cited publications. *Computers in Industry*, 119-134.
  15. Chou, D. (2017). Applying design thinking method to social entrepreneurship project. *Computer Standards & Interfaces*, 73-79.
  16. Cortés, G. (2003). *Desarrollo de nuevos productos*. Orizaba, Ver.: ITO-DEPI.
  17. Cortés, G. (2003). *Gestion de l'innovation : application de la théorie TRIZ*. Toulouse.
  18. Davis, B. M. (2010). Creativity & innovation in business 2010 teaching the application of design thinking to business. *Elsevier*, 6532-6538.
  19. Delgado, J., & Cortés, G. (2017). *TRIZ-The Theory of Inventive Problem Solving*. Springer International Publishing.
  20. Design Thinking. (06 de Junio de 2017). *Design Thinking en español*. Obtenido de Design Thinking en español website: <http://www.designthinking.es/sobrenosotros/index.php>
  21. Domb, E. (2017). *TRIZ Journal*. Obtenido de TRIZ Journal web site: <https://triz-journal.com/ideal-final-result-tutorial/>
  22. Dorantes, L. (2007). *TRIZ: Una herramienta poderosa para las empresas mexicanas en los ámbitos productivo y administrativo*. D.F.: UNAM.
  23. Dorst, K. (2011). The core of design thinking and its application. *Elsevier*, 521-532.
  24. Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design studies*, 425-437.
  25. Ekmekci, I., & Koksai, M. (2015). Triz Methodology and an Application Example for Product. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2689-2698.
  26. Eppinger, S., & Ullman, D. (2007). *Product Design and Development*. Mc Graw Hill.
  27. Fiorineschi, L., Saverio, F., & Rotini, F. (2018). Enhancing functional decomposition and morphology with TRIZ: Literature review. *Computers in industry*, 1-15.
  28. Fraser, H. (2007). The practice of breakthrough strategies by design. *Journal of Business Strategy*, 66-74.
-

- 
29. Frisental, T. (2016). *Design Thinking Business Analysis: Business Concept Mapping Applied*. Springer.
  30. Gadd, K. (2011). *TRIZ for engineers: Enabling inventive problem solving*. John Wiley and sons Inc.
  31. Garreta, D., & Mor, E. (2010). *Diseño centrado en usuario*. Catalunya: Universitat Oberta de Catalunya.
  32. Geissdoerfer, M., Bocken, N., & Hultink, E. (2016). Design thinking to enhance the sustainable business modelling. *Journal of Cleaner Production*, 1218-1232.
  33. Geissdoerfer, M., Savaget, P., & Evans, S. (2017). The Cambridge Business Model Innovation Process. *Procedia Manufacturing* 8, 262-269.
  34. Glen, R. (2015). Teaching design thinking in business schools. *The International Journal of Management Education*, 182-192.
  35. Gómez, J. (2011). *Metodología de diseño de productos impulsados por*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
  36. Gronauer, B., & Naehler, H. (2016). TRIZ as an Amplifier for Corporate Creativity and Corporate Innovation Ability. *Procedia CIRP*, 185-190.
  37. Ilevbare, I., Probert, D., & Phaal, R. (2013). A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. *Technovation*, 30-37.
  38. Institute of Design at Stanford. (2009). Bootcamp bootleg. En H. P. Stanford, *Bootcamp bootleg* (pág. 47). San Francisco: Institute of Design at Stanford.
  39. Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). *Marketing 14va Edición*. Pearson Education.
  40. Marzabal, C. (2000). *La Gestión del Diseño en la Empresa*. Madrid.
  41. Mosely, G., Wright, N., & Wrigley, C. (2018). Facilitating design thinking: A comparison of design expertise. *Thinking Skills and Creativity*, 177-189.
  42. OCDE. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, Third Edition*. Grupo Tragsa.

- 
43. OCDE; Eurostat. (2006). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación 3a Edición*. Madrid: Tragsa.
  44. Orloff, M. (2012). *Modern TRIZ*. Berlin: Springer.
  45. Pavie, X., & Carthy, D. (2015). Leveraging uncertainty: a practical approach to the integration of responsible innovation through design thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1040-1049.
  46. Petrov, V. (2003). *Fundamentos de la Teoría para la Solución de los Problemas Inventivos*. Moscú: Kindle Edition.
  47. Roberts, J., Fisher, T., Trowbridge, M., & Bent, C. (2016). A design thinking framework for healthcare management and innovation. *Healthcare*, 11-14.
  48. Savransky, S. D. (2000). *Engineering of creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*. Florida: CRC Press.
  49. Schmidt, E., & Rosenberg, J. (2015). *Cómo trabaja Google*. D.F.: Aguilar.
  50. Shapira, H. (2015). The integration of Design Thinking and Strategic Sustainable Development. *Journal Cleaner Production*, 277-287.
  51. Spreafico, C., & Russo, D. (2016). TRIZ Industrial Case Studies: A Critical Survey. *Procedia CIRP*, 51-56.
  52. Stage-Gate. (06 de Junio de 2017). *Stage Gate international*. Obtenido de Stage Gate website: <http://www.stage-gate.com/>
  53. Torrubiano, J. (2013). Metodología TRIZ para la creatividad e innovación. En J. Torrubiano, *Metodología TRIZ para la creatividad e innovación* (pág. 43). Madrid: Ernst and Young.
  54. Vaneker, T., & Van Diepen, T. (2016). Design Support for Maintenance Tasks using TRIZ. *Procedia CIRP*, 67-72.
  55. Vianna, M. (2016). *Design thinking: Innovación en los negocios*. Río de Janeiro: MVJ Press.
  56. Volkova, T., & Jakobsone, I. (2016). Design thinking as a business tool to ensure continuous value generation. *Intellectual Economics*, 63-69.

- 
57. Wang, F.-K., Yeh, C.-T., & Chu, T.-P. (2016). Using the design for Six Sigma approach with TRIZ for new product development. *Computers & Industrial Engineering*, 522-530.