

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Mecánica e Industrial

“Metodología TRIZ aplicada a la Ingeniería Industrial”



Que para obtener
el título de
Ingeniero Industrial

Presenta:

Verónica Yanely Navarro Herrera

Director de Tesis:
Dr. Adrián Espinoza Bautista



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro señor por darme VIDA

A toda mi familia maravillosa:

Mis padres y mis abuelas por su apoyo

Mis tías por su comprensión

Mis hermanos por creer en mí

*A todos mis amigos, que cada uno de sus nombres
no cabría en este espacio*

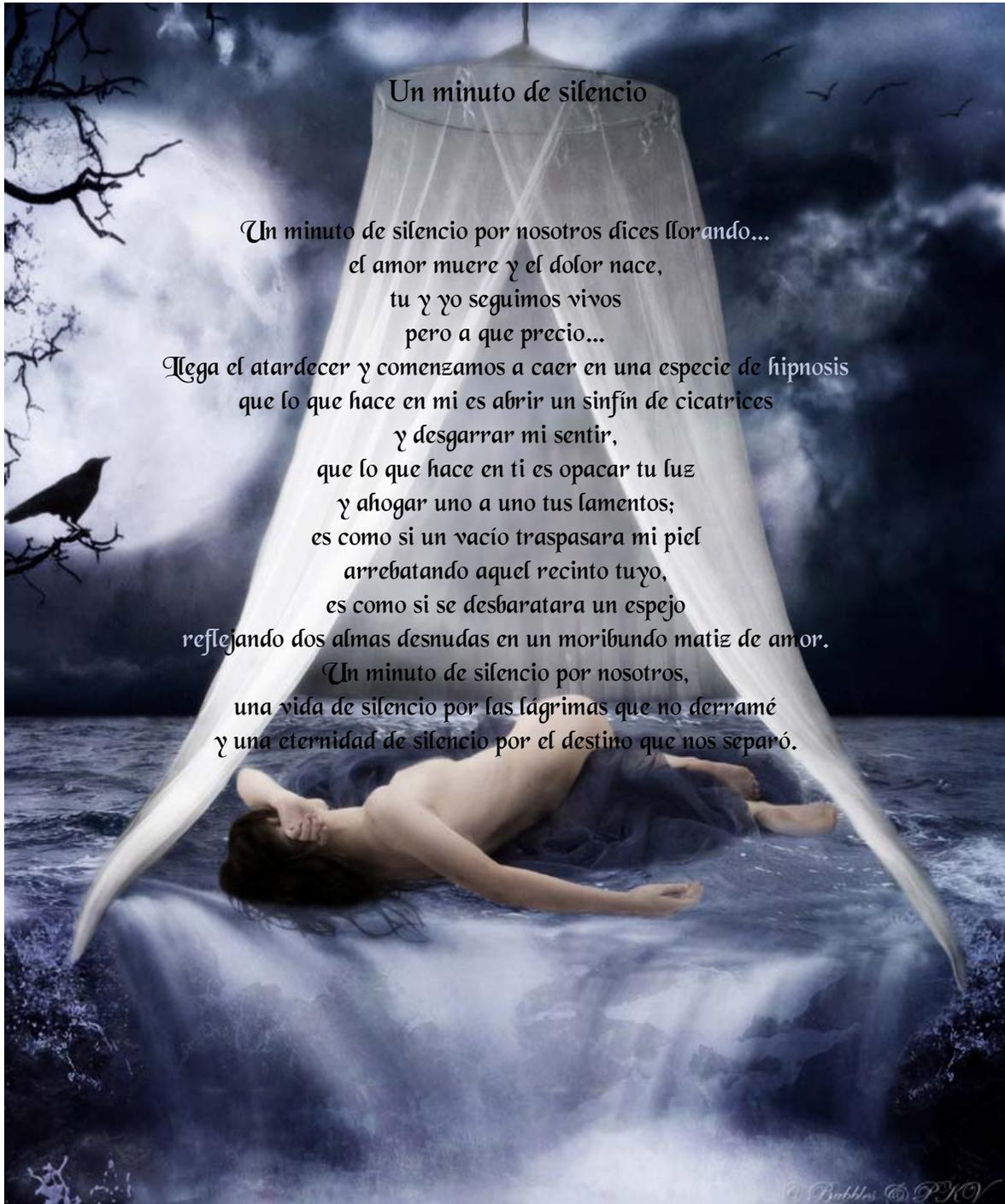
A mis maestros

Y finalmente, a una persona muy especial:

PKV, por amarme tanto

“A LA MEMORIA DE EULER BURBUJAS, GRAN AMIGO Y COMPAÑERO
QUE SEGURAMENTE HABRÍA ESTADO MUY FELIZ AL VER LA CONCLUSIÓN
DE ESTE PROYECTO QUE ÉL Y YO INICIAMOS JUNTOS”

© Bubble



Un minuto de silencio

Un minuto de silencio por nosotros dices llorando...
el amor muere y el dolor nace,
tu y yo seguimos vivos
pero a que precio...

Llega el atardecer y comenzamos a caer en una especie de hipnosis
que lo que hace en mi es abrir un sinfín de cicatrices
y desgarrar mi sentir,
que lo que hace en ti es opacar tu luz
y ahogar uno a uno tus lamentos;
es como si un vacío traspasara mi piel
arrebataando aquel recinto tuyo,
es como si se desbaratara un espejo
reflejando dos almas desnudas en un moribundo matiz de amor.

Un minuto de silencio por nosotros,
una vida de silencio por las lágrimas que no derramé
y una eternidad de silencio por el destino que nos separó.

© Autora del texto e imagen de agradecimientos: Verónica Navarro (Bubbles)
© Autor de la imagen de Un minuto de silencio: Efrén (Pkv)

ÍNDICE

Introducción	5
Capítulo 1: Importancia de la innovación	7
Capítulo 2: Introducción a TRIZ	14
Capítulo 3: Los 40 principios aplicados al Control de Calidad	29
Capítulo 4: Los 40 principios aplicados a la Administración de Servicios	48
Capítulo 5: PyMES, innovación y TRIZ	64
Conclusiones	70
Anexos	72
Bibliografía	86

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente hace 30 años, se postuló la importancia de la calidad en las empresas, insistiéndose en el control de la calidad y en su gestión, ahora, sin dejar de "hacer las cosas bien" para la satisfacción de los clientes, también se han de "pensar las cosas mejor", para generar ideas que nos permitan superar a los competidores, es aquí donde entra el concepto de *innovación tecnológica* y su importancia radica en que la empresa está obligada a desarrollar recursos humanos, sistemas de información y capacidades tecnológicas acordes con los nuevos desafíos pues esto implica la renovación y ampliación de procesos, productos y servicios, cambios en la organización y la gestión y cambios en las calificaciones del capital humano.

En pocas palabras, la empresa que no innova simplemente desaparece.

Pero cabe aclarar que muchas veces, las ideas innovadoras pueden llegar al individuo creativo en cualquier momento o incluso pueden no llegar, se podría esperar más de un siglo por una gran idea que permita el desarrollo de nuevas tecnologías, además de que muchas veces la personalidad del individuo creativo es compleja, representando esto una dificultad para los directivos de la empresa.

¿Cómo superar todos estos obstáculos para que la innovación pueda fluir libremente? Afortunadamente existe una metodología que permite la resolución de problemas basándose en el pensamiento lógico y no en la intuición, permitiendo así que los problemas de innovación queden resueltos de una manera rápida y sencilla.

Esta metodología es TRIZ (por su acrónimo en ruso: Teorija Rezhenija Izobretatelskih Zadach, en español: Teoría para Resolver Problemas de Inventiva), desarrollada en 1946 por Genrich Altshuller, quién descubrió que la evolución de un sistema cualquiera no se da al azar sino que está gobernado por ciertas leyes objetivas; este descubrimiento le permitió entender que la solución a diversos problemas puede realizarse a través de una metodología, por ello es que la solución a cualquier problema podría llevarse a cabo de una manera fácil y creativa.

Es por ello que TRIZ permite ver a la creatividad técnica con ojos nuevos, y una premisa de la teoría es un verdadero terremoto: que la inventiva y la creatividad pueden ser aprendidas, o como también decía su creador: "Tú puedes esperar 100 años por inspiración, o tú puedes resolver el problema en 15 minutos con TRIZ".

Por esta razón, TRIZ desempeña un papel fundamental en la innovación, en el desarrollo de nuevas tecnologías y estas a su vez, abren nuevos mercados.

Por otra parte, la Ingeniería Industrial es aquella que integra y optimiza recursos materiales, económicos y sistémicos para incrementar la productividad con calidad, generar un bienestar compartido en cualquier empresa para así lograr una mayor competitividad y un mejor nivel de vida. La premisa de la ingeniería industrial es: "siempre hay un método mejor".

Para cumplir este propósito, la Ingeniería Industrial se apoya en múltiples herramientas y diversas técnicas, habiendo muchas de éstas encaminadas a la solución de problemas, razón por la cual en este trabajo de tesis se llevará a cabo un análisis de los 40 principios de la metodología TRIZ en el contexto del Control de Calidad y de la Administración de Servicios, así como también la manera en que TRIZ puede ayudar al crecimiento y desarrollo de la empresa PyME, todo ello con el objetivo de ver la manera en que la metodología TRIZ puede integrarse en el ámbito de la Ingeniería Industrial.

Pero antes de efectuar dicho análisis primero ha de verse la situación que enfrenta nuestro país en materia de innovación tecnológica y enseguida se hará una introducción a lo que es la metodología TRIZ.

CAPÍTULO 1: IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN

1.1 Introducción

La época en que la riqueza de un país se sustentaba en la tierra, el petróleo, los metales, las maderas preciosas, etc., ha quedado atrás, ahora la principal riqueza de un país se encuentra en su capital intelectual, que según Steward es definido como: "Material intelectual, conocimiento, información, propiedad intelectual, experiencia, que puede utilizarse para crear valor; es fuerza cerebral colectiva. Es difícil de identificar y aún más de distribuir eficazmente. Pero quien lo encuentra y lo explota, triunfa. El mismo autor afirma que en la nueva era, la riqueza es producto del conocimiento. Éste y la información se han convertido en las materias primas fundamentales de la economía y sus productos más importantes."

El concepto de capital intelectual involucra el concepto de innovación, que según Michael A. West y James L. Farr es definido como: " La secuencia de actividades por las cuales un nuevo elemento es introducido en una unidad social con la intención de beneficiar la unidad, una parte de ella o a la sociedad en conjunto. El elemento no necesita ser enteramente nuevo o desconocido a los miembros de la unidad, pero debe implicar algún cambio discernible o reto en el status quo."

1.2 ¿Por qué la innovación en la empresa?

Porque simplemente la empresa que no innova desaparece.

La alta competitividad y la exigencia de los clientes en las últimas décadas han obligado a las empresas de todo el mundo a elevar la calidad de sus productos y procesos y, para lograrlo, éstas se han apoyado en modelos de administración de calidad y normas para facilitar el control y mejora continua de sus operaciones, sin embargo, la ventaja competitiva hoy en día se encuentra principalmente en la habilidad que tienen las organizaciones de aplicar su conocimiento y experiencia en el desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios. Es decir, innovación.

Las empresas innovadoras crean algo nuevo, diferente; cambian o transmutan los valores.

Razones para la innovación:

- ✓ Mejora la relación con el cliente al presentarle nuevos beneficios.
- ✓ Aumenta el nivel de ventas al presionar sobre el índice de sustitución de producto.
- ✓ Mejora la imagen de empresa presentándola como activa y moderna.
- ✓ Establece barreras de entrada a la competencia.
- ✓ La innovación crea un recurso

Pero el concepto de innovación en la empresa no apunta sólo a nuevos productos o servicios; también a nuevos métodos y herramientas, nuevas maneras de gestionar sus recursos y capacidades, o nuevas formas de llegar a los clientes. Y no se trata de innovar por innovar, sino que se busca mejorar el negocio; innovamos para aproximarnos a la visión o a los objetivos estratégicos formulados como proyecto de la empresa. Además de que nuevas tecnologías producen nuevos mercados.

La innovación consiste en haberse dado cuenta de que la producción de las piezas debe ser diferente y separada; que su demanda se ha hecho tan grande como para crear un "nicho de mercado" y que la tecnología hace posible la conversión de un proceso "artesanal" en un proceso "automatizado".

Existe una creencia de que la innovación es sólo de carácter tecnológico, creando así problemas dentro de la empresa; en realidad la innovación se presenta en seis categorías:

1. De producto
2. De servicios
3. De procesos de manufactura y equipos
4. De procesos críticos del negocio
5. De modelo de negocios
6. De nuevos negocios

La innovación también se percibe como un factor clave para el bienestar económico. La innovación se refiere al desarrollo o mejoramiento de productos y procesos con una orientación hacia la solución de problemas, a la obtención de ganancias, es asociada con una visión que la define como una condición tecnológica inherente a todos los problemas de eficiencia y eficacia.

Una empresa no necesita ser pequeña y nueva para ser innovadora. También hay empresas antiguas y grandes que lo son.

El movimiento innovador en la empresa ha de inspirarse en la visión de la compañía y, consecuentemente, en la satisfacción de los clientes.

La innovación es un proceso de mejora continua y de mucha investigación¹

Los objetivos de la innovación en la empresa son:

- ✓ Alcanzar nuevas metas.
- ✓ Resolver problemas.
- ✓ Explotar mejor las ventajas.
- ✓ Crear nuevos elementos diferenciadores.

En un sentido general, el proceso de innovación incluye:

1. Identificar una necesidad en el mercado o una oportunidad tecnológica
2. Adoptar y adaptar la tecnología ya existente, que satisfaga la necesidad u oportunidad

¹ Luis Arnal, consultor, revista Expansión, Abril 2, 2007, número 962

3. Inventar (cuando es necesario)
4. Transferir esta tecnología por comercialización o por algún otro medio institucional.

Es necesario aclarar que invención e innovación son dos cosas distintas, la diferencia es que el término invención describe el proceso de "ideación" de la idea original hasta su perfeccionamiento, en este sentido su sinónimo más cercano sería la palabra inventiva; mientras que el invento sirve para definir exactamente el producto material, factible, o perceptible, fruto del proceso de invención. En términos prácticos, invento es la creación de algo nuevo e innovación es la introducción de ese algo que no existía, se dice que se ha introducido cuando ha sido lanzado al mercado o ha sido aplicado en las prácticas internas de la empresa, la innovación integra, detecta una necesidad, desarrolla, investiga y transfiere tecnología.

Las innovaciones también pueden ser descritas con base en el efecto de discontinuidad que provocan en los hábitos establecidos del consumidor. A partir de esta consideración, se establecen tres categorías de innovación:

- 1) Continua: Es aquella que provoca cambios mínimos en los patrones de consumo y en las características del producto (por ejemplo, el estilo).
- 2) Dinámicamente continua: Cuando un producto genera mayor grado de alteración en los consumidores, y que en su elaboración requiere una mayor coordinación entre las operaciones de ingeniería y las de funcionalidad del mismo, se considera como una innovación dinámica y continua.
- 3) Discontinua: Es la que involucra un producto completamente nuevo, que desempeña una función nueva y cuyo resultado desemboca en nuevos patrones de consumo

Entonces, para poder lograr la innovación dentro de la empresa es necesario establecer una serie de condiciones:

- Analizar oportunidades
- Observar, preguntar y escuchar a los clientes
- Buscar una innovación simple y bien centrada, es decir, debe tener un solo enfoque
- Las innovaciones efectivas empiezan siendo pequeñas, no son grandiosas. Las cosas grandiosas, las que tienden a "revolucionar la industria" , por lo general no funcionan
- Una innovación exitosa apunta a ser líder en su campo, si una innovación no tiene como objetivo ser líder desde el primer momento es probable que no sea lo suficientemente innovadora, no es probable que pueda establecerse por si misma.
- Hay que innovar para el presente, no para el futuro.

Toda innovación es arriesgada, pero es mucho más arriesgado optimizar los recursos en áreas donde lo apto y redituable es la innovación, donde ya existen oportunidades para la innovación. Los innovadores tienen éxito en tanto definen y limitan los riesgos.

Los innovadores exitosos son conservadores. Deben serlo porque no enfocan el riesgo sino la oportunidad. Teóricamente, el empresario innovador debiera ser el menos arriesgado.

La innovación implica un cambio y el empresario innovador debe percibirlo como una norma saludable y no necesariamente es él mismo el que lo lleva consigo, sin embargo busca el cambio, responde a él y lo explota como una oportunidad. Y es el cambio lo que siempre proporciona la oportunidad a lo nuevo y lo diferente. Entonces, la innovación sistemática consiste en la búsqueda organizada y con un objetivo, de cambios, y en el análisis sistemático de las oportunidades que se pueden ofrecer para la innovación social o económica.

Los empresarios innovadores que triunfan tratan de crear valor y de hacer una contribución; pero los empresarios triunfadores apuntan alto, no se conforman con mejorar lo que ya existe, tratan de crear valores nuevos y satisfacciones nuevas y diferentes; tratan de convertir un "material" en un "recurso", o de combinar recursos existentes de manera nueva y más productiva.

Los empresarios de éxito no esperan por inspiración para poder lograr una idea brillante; se ponen a trabajar. Y no buscan la cosa grandiosa: la innovación que revolucione la industria y cree un negocio de un billón de dólares o lo haga rico de la noche a la mañana. En realidad, los empresarios que comienzan algo con las ideas mencionadas están condenados al fracaso, son proclives a cometer errores graves. Muchas veces las innovaciones con modestas pretensiones intelectuales (como las de McDonalds) pueden originar un negocio de grandes proporciones y alta rentabilidad.

La innovación no necesariamente implica ideas brillantes.

Es probable que las innovaciones basadas en una idea brillante superen en número a todas las demás juntas. Siete u ocho de cada diez patentes corresponden a ideas brillantes, sin embargo, las ideas brillantes son la fuente de mayor riesgo y menor éxito de oportunidades para innovar, no más de una de cada cien patentes basadas en ideas brillantes gana lo suficiente como para compensar los gastos de desarrollo y de patente. Una proporción mucho menor aún, gana algo de dinero.

El innovar en la empresa exige todo un reto.

En primer lugar porque la innovación da origen a cambios dentro del sistema, creando así inercia psicológica, la cual es la famosa resistencia al cambio, llevando consigo también paradigmas.

En segundo lugar porque muchas veces la personalidad del individuo creativo es compleja, presentando opuestos rasgos de personalidad en diferentes momentos, representando esto una dificultad para los directivos de la empresa, ya que es mucho más sencillo dirigir personas sumisas, previsibles y disciplinadas. Además de que en los grupos de investigación puede presentarse un síndrome -de orden cultural- definido como "lo no inventado aquí" (NIH-Not Invented Here) y consiste en la creencia compartida entre los miembros del grupo, de que ellos poseen el monopolio del conocimiento en ese campo, y en consecuencia rechazan las nuevas

ideas que provienen del exterior, deteriorando así el desempeño de los grupos de investigación.

1.3 Problemática de nuestro país en cuanto a innovación

En la actualidad, nuestro país enfrenta una situación desfavorable en materia de innovación, pese a las grandes aportaciones que ha hecho al mundo, como por ejemplo, la televisión a color, el retrato hablado o el amparo judicial, también cabe mencionar las aportaciones de patentes de empresas multinacionales en manufacturas; todo lo anterior no ha sido suficiente debido al fenómeno de la globalización, México es el lugar 30 de 36 naciones en innovación, según la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).

Otro de los factores que han propiciado este rezago tecnológico ha sido el reducido presupuesto destinado a la investigación, en comparación a lo que se aporta a éste tipo de instituciones en otros países y por lo tanto los resultados son obvios: atraso científico y tecnológico alarmante y un desempleo masivo de científicos de alto nivel, los cuales no tienen otra opción que emigrar a otras naciones en la llamada fuga de cerebros.

En la tabla 1.1 se observa que la inversión en investigación y desarrollo en México proviene, sobre todo del gobierno. Los expertos dicen que esta situación no es la más recomendable porque el gasto no se recupera fácilmente.²

Tabla 1.1, estructura del gasto de inversión en innovación y desarrollo
Estructura del gasto en I+D (1995-2000)

País	Sector privado	Inversión foránea	Industria	Universidad	Gobierno
Brasil	39.14	0	44.04	44.27	11.69
Canadá	44.56	12.69	57.69	28.67	13.64
China	19.37	5.75	9.62	47.11	43.27
Costa Rica	N/D	N/D	32.58	48.72	18.7
Finlandia	62.72	4.12	66.95	19.12	13.93
Irlanda	66.46	8.79	71.58	20.46	7.96
Corea del Sur	73.02	0.08	72.53	10.42	17.05
México	19.06	5.22	22.66	39.82	37.52
Suecia	64.37	3.47	75.73	21.57	2.7
Taiwán	60.03	0.1	61	12.2	26.8
E.U.	62.98	0	73.88	14.33	11.78
Venezuela	38.13	0	N/D	N/D	N/D

En la Figura 2 se compara el desempeño de los investigadores residentes en México en cada dimensión, tomando como referencia el respectivo promedio en países con niveles de PIB similares, una fuerza laboral del mismo tamaño y valores

² Fuente: BM y OCDE

similares en exportaciones de bienes a Estados Unidos desde la década de los sesenta.

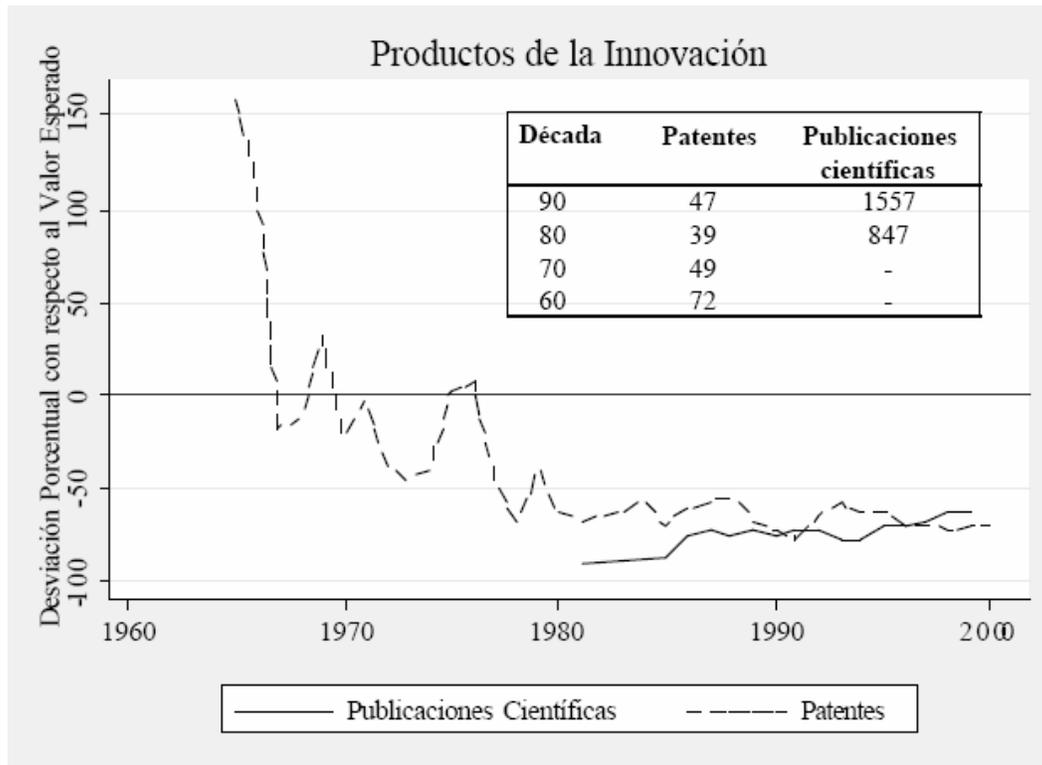


Figura 1.2, productos de la innovación en México

Innovación remite casi siempre al futuro y al cambio, y parte de las mejores cosas de México se enlazan con el pasado: tradiciones, familia, cultura, música y comida.

La innovación tecnológica, a juicio de muchos expertos, permite explotar un recurso abundante en los países subdesarrollados como es el recurso humano.

En sí, la propuesta de los estudiosos de las cadenas productivas es que no se necesita de muchas invenciones para que un país sea innovador. “No es un asunto de científicos, sino de empresas”³. La salida a ello es crear empleos y una masa crítica para montar más empresas y adoptar modelos de productividad avanzados.

Lo dicen los expertos: la fortaleza de un país, su poder, riqueza y bienestar dependen de cómo utiliza las innovaciones y no las invenciones. “La mayor falla en las agendas de la innovación es que se ve a los países como si estuvieran obligados a tener todas sus capacidades de innovación en casa. Y esto no puede ser”³.

El país se debe concentrar en lo que hace bien: “transformar la innovación de los demás”.

³ Carlos Bazdresch, director del programa de ciencia y tecnología del CIDE, revista Expansión, Abril 2, 2007, número 962

Las naciones innovadoras se ubican de acuerdo con su fortaleza y se dividen en:⁴

- transformadores: México, Irlanda
- financieros: Suiza, Japón
- inventores: Corea, E.U.
- vendedores: Brasil

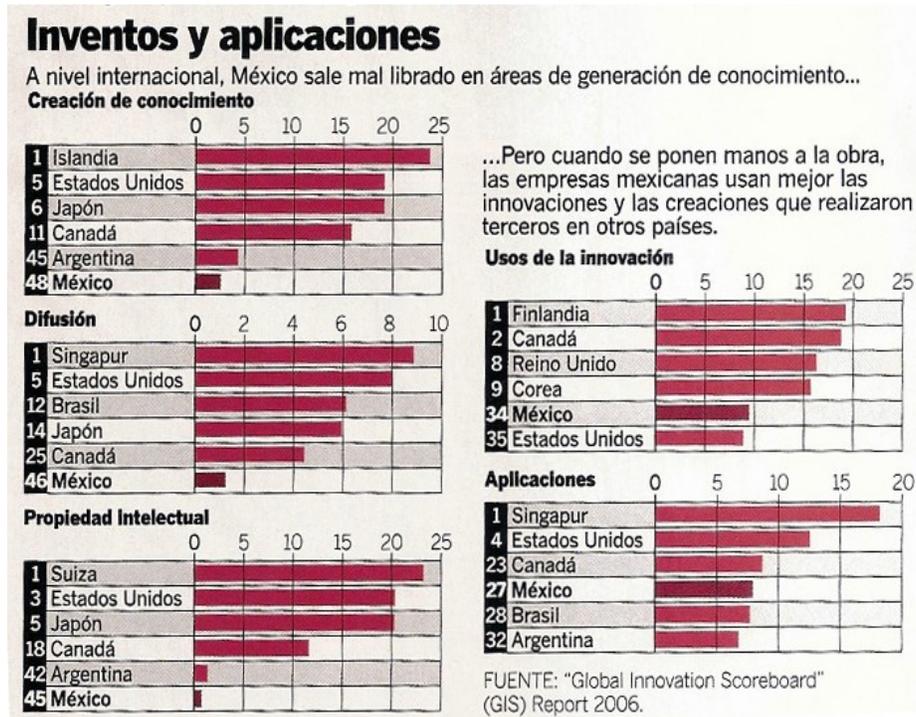


Figura 1.3, comparación de México con otros países en cuanto innovación y desarrollo⁵

⁴ Navi Radjou, analista de Forrester Research, consultora de negocios, revista Expansión, Abril 2, 2007, número 962

⁵ Fuente: "Global Innovation Scoreboard" (GIS) Report 2006

CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN A TRIZ

"Ningún problema se puede solucionar del mismo conocimiento que lo creó"
Albert Einstein

2.1 Técnicas para la solución de problemas

Una vez que se ha establecido la problemática que enfrenta nuestro país en materia de innovación y que, pese a que en la declaración de misión de las empresas se hace fuerte referencia a la necesidad de innovación no hay nada que la sustente se llega a la conclusión de que es necesario contar con un método que permita el desarrollo creativo, para ello se cuenta con diversas técnicas encaminadas a dicho fin.

Método iterativo o de "tanteos": Consiste en que se tiene una idea para resolver un problema y se lleva a cabo, si falla se genera otra solución probable y así sucesivamente regresando al punto de partida. La suerte es fundamental en este método y un invento puede generarse en horas, días, meses e incluso años.

Tormenta de ideas: Es útil para atacar problemas específicos, se sustenta en la generación de un banco de respuestas a un problema en específico mediante determinado número de personas (de 8 a 10) y se discriminan hasta encontrar la mejor.

Método del pensamiento lateral: Se fundamenta en observar un problema desde distintas perspectivas, conceptos y puntos de vista.

Análisis morfológico: Su objetivo consiste en la resolución de problemas analizando las partes que componen a dicho problema; se basa en la concepción de que cualquier objeto de nuestro pensamiento está compuesto por determinado número de elementos y a su vez estos tienen identidad propia y pueden ser aislados, así, parte de una lista de atributos para generar nuevas posibilidades.

Diagrama de Flor de loto: Es una herramienta cognitiva-analítica que proporciona un medio visual para registrar la relación entre un concepto central y los subconceptos asociados. Usarlo desarrolla el pensamiento analítico y puede fomentar el pensamiento creativo.

Método de la biónica: Busca la analogía de nuestros problemas con los problemas que se presentan en la naturaleza y como estos se resuelven, se basa en la observación y el conocimiento de la estructura, posibilidades y mecanismos de la naturaleza.

Método de la sinéctica: consiste en buscar algún tipo de relación entre dos o más cosas que aparentemente no la tienen, también es volver conocido lo extraño y extraño lo conocido.

La desventaja de todos estos métodos es que consideran al proceso creativo e innovador como algo que se intuye, difícil de definir, innato al individuo y que se

manifiesta en unos más que en otros, por lo que es imposible sistematizarlo y por tanto su eficacia para generar inventos e innovaciones significativas es muy restringida. Además de que con estos métodos es muy difícil eliminar la inercia psicológica.⁶

“Los métodos existentes de creatividad se fundamentan solo emocionalmente”

Según Altshuller y otros expertos, la Sinéctica es el método de inventiva más poderoso que se ha desarrollado con excepción de TRIZ, sin embargo tiene sus limitantes y la principal es que no toma en cuenta las leyes objetivas de la evolución de los sistemas técnicos y sólo es efectiva en los tres primeros niveles de complejidad de innovación.⁷

Requisitos que debe cumplir una teoría sobre la invención:

1. Ser un procedimiento sistemático.
2. Ser una guía a través de un amplio espacio de soluciones para poder dirigirse hacia la solución ideal.
3. Ser repetible, fiable y no dependiente de las herramientas psicológicas.
4. Posibilitar el acceso al conocimiento inventivo.
5. Permitir añadir nuevo conocimiento.

“Todos estos requisitos los satisface la metodología TRIZ”

2.2 TRIZ, una metodología sistemática para resolver problemas

Genrikh Altshuller (1926-1998), científico ruso, pensaba que si no existía una metodología para inventar, entonces debía desarrollarse una, esto lo llevó a analizar miles de patentes revelando que el 80% de las patentes parten de principios similares, es decir, que conociendo dichos principios es posible resolver el 80% de los problemas relacionados con la invención o el desarrollo de una innovación tecnológica. Lo anterior, generó el desarrollo de una teoría sistemática para resolver problemas de creatividad: TRIZ, por sus siglas en ruso Teorija Rezhenija Izobretatelskih Zadach, que en español significa Teoría para Resolver Problemas de Inventiva.



Así, la teoría de Altshuller permite ver a la creatividad técnica con ojos nuevos, y una premisa de la teoría es un verdadero terremoto: que la inventiva y la creatividad pueden ser aprendidas, o como Altshuller decía: “Tú puedes esperar 100 años por inspiración, o tu puedes resolver el problema en 15 minutos con TRIZ”

► Figura 2.1, Genrikh Altshuller, padre de TRIZ

⁶ Ver 2.3.3, inciso c

⁷ Ver 2.3.1 y 2.3.2

Los científicos de la época opinaban que la inventiva era producto del carácter personal, del estado de ánimo, de circunstancias afortunadas, de accidentes, de la inspiración. Sin embargo, Altshuller había descubierto que la invención aparece al quitar contradicciones técnicas usando ciertos principios, y que la inventiva es más fácil si el inventor conoce esos principios. Además de que descubrió que hay leyes objetivas en la evolución de sistemas técnicos, y por tanto dicha evolución no es un proceso al azar. En el pensamiento lateral, el razonamiento discurre por unos caminos ya establecidos por nuestro cerebro y por ende es difícil que surjan ideas o soluciones novedosas. Así pues para la invención a partir de una necesidad o para la resolución de un problema, generalmente se aplica el conocimiento que se domina. Si la solución ideal al problema cae fuera del dominio del saber o experiencia propios, resulta muy difícil dar con ella. Si ese es el caso, incluso gente con experiencia tiende a imaginar y evaluar distintas alternativas a modo de ensayo y error. Dicha forma de proceder que depende del azar para encontrar antes o después una solución, es la que Altshuller evita con la metodología TRIZ.

TRIZ es un método de solución de problemas que puede ayudar a todos, desde niños hasta científicos de cohetes, a resolver problemas simples y difíciles más rápidamente y con mejores resultados. Además de que está en constante actualización mediante investigación de los avances en patentes aunque el enfoque se ha extendido a otras disciplinas de la actividad humana como las ciencias sociales, la medicina e incluso el arte

TRIZ es único en su concepción porque parte de un enfoque diferente que consiste en utilizar el máximo de conocimientos disponibles sobre un problema concreto y llegar a una adecuada solución que se aplica previamente a problemas similares; para este fin utiliza el proceso de razonamiento habitual.

“TRIZ fue creado de la observación y de la clasificación –elementos del método científico”

Muchas de las prácticas con TRIZ consisten en aprender los modelos repetidos de problemas-soluciones, modelos de evolución técnica y métodos que utilizan los efectos científicos, entonces se aplica el modelo general de TRIZ para especificar la situación que enfrenta el investigador. En la figura 2 se describe el proceso gráficamente:

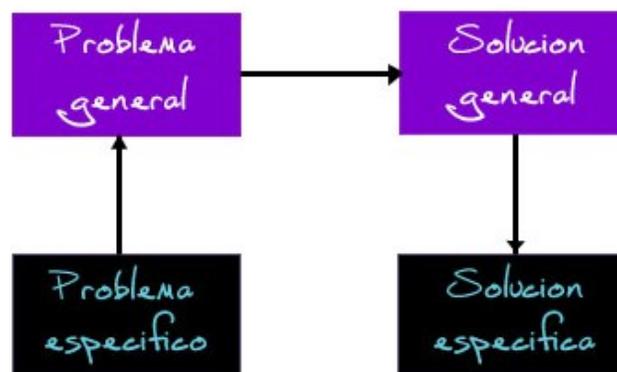


Figura 2.2, método de solución de problemas con TRIZ

Aunque TRIZ se conoce como un conjunto de herramientas para resolver problemas de ingeniería, en realidad es mucho más que eso; TRIZ es una nueva forma de pensamiento, pues desarrolla habilidades para lograr un “pensamiento fuerte” o “pensamiento independiente analítico”.

2.3 Fundamentos de TRIZ

Para poder comprender mejor esta metodología es necesario definir algunos de sus fundamentos formulados por Altshuller.

2.3.1 Sistema técnico

Un sistema técnico es todo aquello que realiza una función y se integra de uno o más subsistemas y cada uno de ellos es a su vez un sistema técnico que ejecuta su propia función. Los sistemas técnicos se jerarquizan en:

- sistemas de menor complejidad, que cuentan con sólo 2 elementos
- sistemas de mayor complejidad, donde interactúan muchos elementos

Cuando un sistema técnico produce funciones inadecuadas o nocivas, debe mejorarse, para ello se requiere reducirlo a su estado más simple de manera imaginaria. TRIZ considera al sistema técnico más simple al que se compone de dos elementos y la energía viaja de un sistema al otro.

Los sistemas técnicos tienen un ciclo evolutivo, nacen maduran y mueren sólo para ser sustituidos por nuevos sistemas.

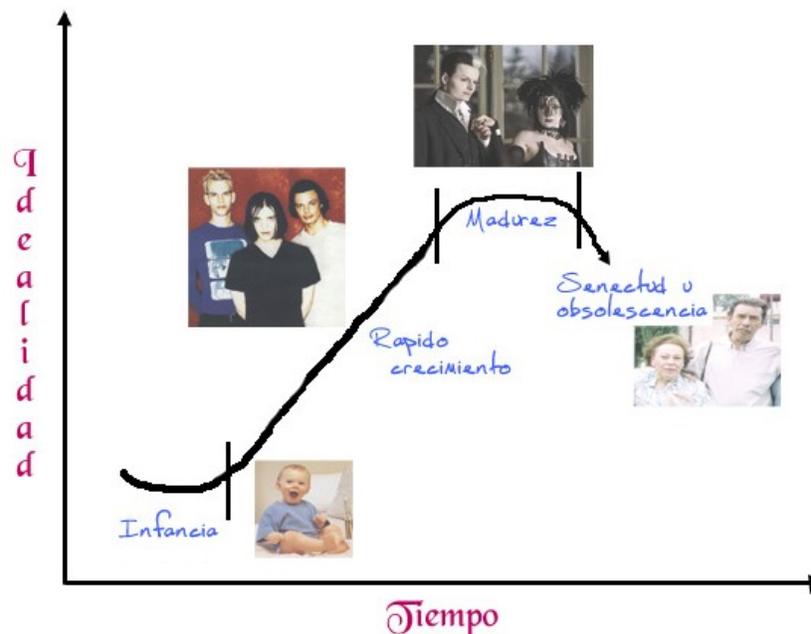


Figura 2.3, ciclo de vida de un sistema técnico

En cuanto a la evolución de los sistemas técnicos, Altshuller estableció ocho líneas de evolución:⁸

1. Ciclo de vida
2. Incremento dinámico
3. Ciclo de multiplicación
4. Transición de macro a micronivel
5. Sincronización
6. Escalando de arriba o abajo
7. Desarrollo desigual de partes
8. Reemplazo de humanos (automatización)

Conociendo dichas leyes, es posible predecir la forma idónea de resolver un problema de innovación tecnológica.

2.3.2 Niveles de innovación

El análisis hecho por Altshuller en cientos de patentes reveló que las invenciones tienen diferente valor inventivo, proponiéndose así cinco niveles de innovación:

NIVEL 1: Elemental (sin invención)

- Soluciones establecidas
- Muy bien conocidas y rápidamente accesibles

NIVEL 2: Mejora

- Pequeñas mejoras de un sistema existente, usualmente con algún compromiso

NIVEL 3: Invención dentro del paradigma

- Mejoras esenciales de un sistema existente

NIVEL 4: Invención fuera del paradigma

- Un concepto para una nueva generación de un sistema existente, cambiando el principio de comportamiento de la función primaria

NIVEL 5: Descubrimiento

- Invención pionera de un sistema esencialmente nuevo

⁸ Margarito Coronado Maldonado, Rafael Oropeza Monterrubio, Enrique Rico Arzate, (2005) "TRIZ, la metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática", Ed. Panorama

Concluyendo así que del número de patentes analizadas, el 77% se encuentra en los niveles 1 y 2 por lo que el uso práctico de TRIZ puede ayudar a los inventores a elevar sus soluciones a los niveles 3 y 4. También encontró que:

Para alcanzar este nivel de invención	Se deben considerar todas estas soluciones
1. Solución elemental	10
2. Mejora	100
3. Invención dentro del paradigma	1000
4. Invención fuera del paradigma	100 000
5. Descubrimiento	1 000 000

Claramente, para altos niveles de invención, el método de prueba y error es imposible e inadecuado.

2.3.3 Las contradicciones.

Uno de los conceptos más importantes dentro de TRIZ es el de las contradicciones que se considera el origen de todo problema técnico. Una contradicción surge cuando dos necesidades de un producto o proceso están en conflicto y sin embargo están asociadas para alcanzar un objetivo. En todos los procesos industriales donde se detecta un problema hay al menos una contradicción. Las contradicciones se clasifican fundamentalmente en:

- a) Contradicciones técnicas: es el conflicto entre dos elementos de un mismo sistema técnico.
- b) Contradicciones físicas: implica condiciones contradictorias de un mismo elemento físico, donde parece obvio que una cierta característica puede ser y no ser a la vez.
- c) Contradicciones humanas: se deben a lo que Altshuller llamó "Inercia psicológica" que consiste en un bloqueo o resistencia a aceptar un cambio, producto de la creatividad de otros. Además de que nos aleja de la solución, impide a menudo el reconocimiento del problema y su clarificación, crea barreras y complica la toma de decisiones.

→ Eliminar estas contradicciones es el objetivo a lograr.

La mayoría de los problemas técnicos están llenos de contradicciones, cuyos síntomas se reflejan en los problemas de producción, de calidad, del proceso, etc. Estos problemas, difíciles de resolver, casi nunca están bien definidos y rara vez se resuelven de manera correcta. En TRIZ se tienen procedimientos sistemáticos para poner en evidencia dónde se encuentra la causa principal del problema y luego plantearlo en función de sus contradicciones. Un problema así definido se convierte en un problema simple, TRIZ utiliza herramientas técnicas para eliminar estas contradicciones y así considerar a la situación problemática como resuelta de una manera innovadora.

2.3.4 Idealidad

La ley de idealidad establece que cualquier sistema técnico durante su vida tiende a ser más confiable, más efectivo, y más simple, es decir, es más ideal, así cada vez que se mejora un sistema técnico se le está llevando a la idealidad.

Desde el punto de vista de Altshuller el sistema ideal es aquel que ejecuta su función pero no existe, por ello es que lleva a cabo su función sin costo y sin daños.

Enfoque de Idealidad

TRIZ proporciona dos enfoques generales para el desarrollo de soluciones cercanas a lo ideal, es decir, soluciones que no incrementan la complejidad del sistema:

1. Un sistema ideal lleva a cabo una función requerida sin existir en realidad.
2. La función se lleva a cabo sin necesidad de nuevos recursos; usando recursos existentes: efectos físicos, químicos, geométricos, etc.

El Resultado Final Ideal (RFI) es la mejor solución imaginable del problema ⁹

→ Un elemento del sistema o un elemento en el ambiente que rodea el sistema realizará la(s) función(es) deseada(s) por sí mismo sin costo(s) o efecto(s) dañino.

El Resultado Final Ideal tiene las siguientes 4 características:

1. Elimina las deficiencias del sistema original
2. Conserva las ventajas del sistema original
3. No hacen el sistema mas complicado (usa recursos libres o disponibles).
4. No introduce nuevas desventajas

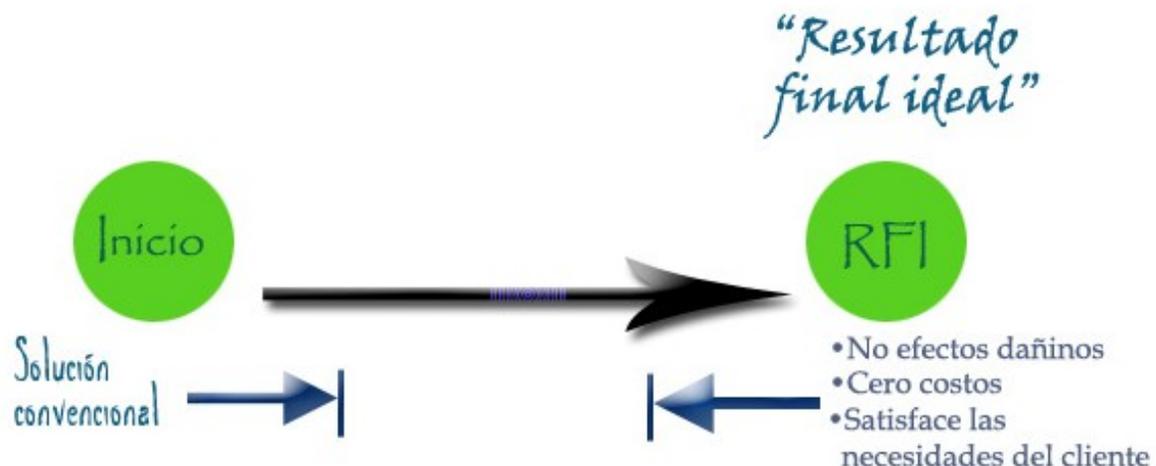


Figura 2.4, la idealidad mide el progreso hacia el Resultado Final Ideal

⁹ Ver 2.5.4

2.4 Herramientas de TRIZ

Las principales herramientas de TRIZ son tres procedimientos que se aplican a la resolución de contradicciones técnicas, contradicciones físicas y al análisis de sistemas que no presentan una contradicción.

Tabla 2.1, procedimientos de solución con TRIZ

<i>Resolución de contradicciones técnicas</i>	
Método:	Matriz de contradicción
Operadores:	40 principios de invención
<i>Resolución de contradicciones físicas</i>	
Método:	Análisis directo
Operadores:	principios de separación
<i>Estudio de sistemas físicos</i>	
Método:	Análisis de Sub-campo
Operadores:	76 soluciones estándar

2.4.1 *Matriz de contradicciones*

Al hacer el análisis de patentes, Altshuller concluyó que hay 1482 contradicciones técnicas que pueden resolverse de una manera relativamente fácil aplicando principios fundamentales. Altshuller identificó 39 características técnicas estándares que generaban conflictos denominándolas: *Los 39 parámetros de Ingeniería*¹⁰

También extrajo *los 40 principios de inventiva*¹¹ los cuales son la herramienta para eliminar las contradicciones técnicas y son sugerencias genéricas para ejecutar una acción hacia y dentro de un sistema técnico, son una especie de "consejos" que ayudan al ingeniero a encontrar la solución de un problema.

Para identificar qué principios se deben emplear, Altshuller creó la *Matriz de contradicciones*¹², de 39 renglones por 39 columnas. Cada renglón al igual que cada columna corresponde a un parámetro, sólo que en dirección del eje X (horizontal) se ubican las características que empeoran y en dirección del eje Y (vertical) se ubican las características a mejorar.

Así, para saber que principios deben emplearse en la solución de un problema, primero debe determinarse la contradicción física, especificando cual parámetro empeora y cual mejora, y en el cruce de cada fila y cada columna puede haber de uno a cuatro principios y se prueban uno a uno para poder eliminar así la contradicción y solucionar el problema. Las casillas de la matriz que quedan vacías corresponden a contradicciones técnicas que no se pueden dar o que no están resueltas.

¹⁰ Ver Anexos, p75

¹¹ Ver Anexos, p72

¹² Ver Anexos, p76 y subsiguientes

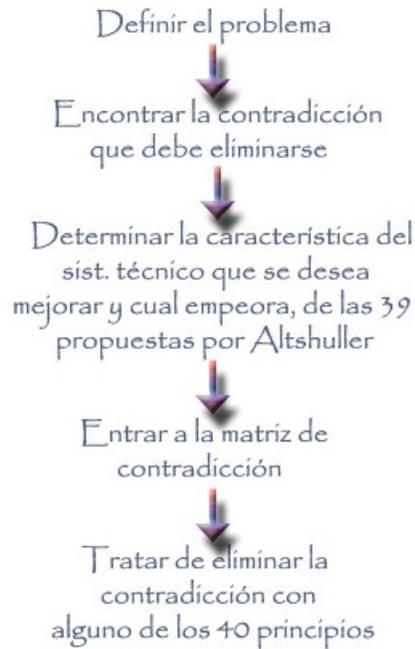


Figura 2.5, diagrama de flujo para resolver un problema de innovación según TRIZ

2.4.2 Principios de separación y contradicciones físicas

La contradicción física se presenta cuando se desea que cierta característica del sistema aumente y disminuya a la vez. El estudio de contradicciones físicas se lleva a cabo por análisis directo y para su resolución se aplican los principios de separación y los principales son:

1. Separación en el espacio
2. Separación en el tiempo
3. Separación entre las partes y el todo
4. Separación de acuerdo a una condición

En TRIZ, definir las contradicciones que se pretenden eliminar es la pieza clave en cualquier problema de innovación tecnológica y una vez que se han identificado, la solución es relativamente simple, sin embargo es necesaria cierta experiencia que se adquiere con el tiempo.

2.4.3 Análisis sustancia- campo¹³

Si un sistema no presenta una contradicción, puede analizarse utilizando el procedimiento "sustancia-campo".

En TRIZ, "sustancia" es cualquier cosa tangible que posee una estructura definida y que es posible detectarla con los cinco sentidos, por ejemplo: el aire, una pieza de acero hasta una persona son "sustancias" en un sistema técnico.

Por otra parte, los principales "campos" en TRIZ son:

- Gravitacional: CG
- Electromagnético: CE/CMG
- Campo nuclear de interacción débil: CND
- Campo nuclear de interacción fuerte: CNF
- Campo mecánico: CM
- Campo térmico: CT
- Campo óptico: CO
- Campo acústico: CA

Actualmente los campos nucleares, débiles y fuertes se emplean muy poco en TRIZ, pero se prevé para un futuro cercano que serán de gran importancia en innovación tecnológica.

El análisis sustancia-campo es una herramienta analítica de TRIZ para modelar problemas relacionados con sistemas técnicos existentes. La función deseada es el resultado de un objeto o sustancia (S1), causada por otro objeto (S2) con la ayuda de algún medio (tipos de energía, F). el análisis del campo-sustancia proporciona un modelo rápido y simple, utilizado para considerar diferentes ideas extraídas del conocimiento base.

El análisis sustancia-campo se empleaba originalmente para describir el problema, pero no sólo funciona para plantear los problemas, sino también para analizarlos. Permite describir modelos de sistemas para ser mejorados y modelos de sistemas mejorados. Un conjunto de 76 de las más efectivas transiciones genéricas de modelos hacia modelos de sistemas mejorados son las 76 Soluciones Estándar para problemas inventivos.

Las 76 Soluciones Estándar son reglas estructuradas para la síntesis y reconstrucción de los sistemas técnicos y se enseñan junto con los modelos sustancia-campo, porque los problemas son resueltos con soluciones estándares que están definidas en términos de modelos sustancia-campo. Son útiles para resolver problemas inventivos del nivel tres (mejoras esenciales de un sistema existente).

La combinación del análisis de la sustancia-campo y de las soluciones estándar es la herramienta más compleja de TRIZ, ya que consume mayor tiempo y quizá por ello es también la que proporciona soluciones más innovadoras a los problemas.

¹³ Ver Anexos, p74

2.4.4 Algoritmo para resolver Problemas Inventivos (ARIZ)¹⁴

Para problemas especialmente complejos existe un procedimiento algorítmico denominado ARIZ, en el que el método TRIZ se aplica de forma repetitiva sobre el mismo problema o sobre los problemas colaterales o derivados.

→El propio Altshuller aconseja no utilizar ARIZ salvo cuando sea necesario e intentar resolver un problema en primer lugar, por una aplicación directa y secuencial de TRIZ.

2.5 Niveles de análisis

Para organizar las técnicas y herramientas de TRIZ, es necesario definir cuales son sus niveles de análisis:

2.5.1 Análisis funcional: Analiza el sistema, subsistema y sus componentes en términos de las funciones realizadas y no de las tecnologías utilizadas.

2.5.2 Análisis de recursos: Consiste en identificar los elementos disponibles, recursos energéticos, información, funciones y otros elementos cercanos al sistema que pueden combinarse con él para mejorarlo.

2.5.3 Localización de la zona de conflicto: Se percibe como la causa exacta del problema. Por "zona" se entiende el momento y lugar donde está el problema. Si el problema ha quedado resuelto en la fase de análisis, se pone en práctica, si no, se hace uso de las herramientas como los Principios, Predicción y Efectos, los cuales se definen como:

- Principios: son las contradicciones técnicas y físicas, TRIZ se basa en 40 principios para resolver la contradicción
- Predicción: TRIZ identifica 8 modelos de evolución técnica¹⁵
- Efectos: El uso de fenómenos científicos y de ingeniería fuera de la disciplina en la que se han desarrollado

2.5.4 Resultado Final Ideal (RFI): Definido por Altshuller como "... una fantasía, un sueño. Algo que no se puede alcanzar, pero nos ayuda a construir el camino hacia la solución". Entonces trataremos de llegar a lo más alto del desarrollo de un sistema imaginando el RFI. Expresa la situación en términos de porqué la innovación es necesaria. También es conocido por los usuarios de TRIZ cuando los clientes demandan características específicas.

2.5.5 Evaluación de soluciones: las soluciones se comparan con el RFI para verificar que lo que cambiamos ha mejorado teniendo un avance tecnológico y a la vez que las necesidades del cliente sean satisfechas.

¹⁴ Ver Anexos, p73

¹⁵ Ver 2.3.1

2.6 ¿Por qué TRIZ en la empresa?

La empresa moderna necesita un amplificador en las fases de la resolución y generación de ideas de modo que conviertan a la creatividad y a la innovación en:

- fiable
- reproducibile
- una competencia básica
- una actividad cotidiana

“este amplificador es TRIZ”

Impacto positivo de TRIZ en una organización:

- La innovación se reduce a un proceso algorítmico
 - ✓ Solución de Problemas Mejorada
 - ✓ Ayuda a superar las barreras a la innovación
 - ✓ Mediante pasos definidos disminuye la prueba y error
 - ✓ Predicción/Análisis de Fallas
 - ✓ Los asociados piensan en un nivel más alto de abstracción (realza creatividad)
 - ✓ Mejora de Procesos
 - ✓ Más soluciones innovadoras
 - ✓ Reducción de costos
 - ✓ Reducción de riesgos
 - ✓ Repetitividad de resultados
 - ✓ Incrementa la densidad y fuerza de las soluciones
 - ✓ Reducción del ciclo de desarrollo partiendo inicialmente de un concepto correcto.
 - ✓ Desarrollo de nuevos productos
 - Predicción, producción y protección futuros productos
 - Pronóstico Tecnológico
 - ✓ Realce de la propiedad intelectual
 - Análisis de Patentes
 - »Generación de reivindicaciones
 - »Mejora del enfoque
 - »Superación de patentes

La puesta en práctica y el despliegue de TRIZ en una organización permitirán que el uso de la INNOVACIÓN sea descrito como:

- Sistemático
- Fiable
- Práctico
- Científico
- Entrenable

***TRIZ AYUDA a CREAR PRODUCTOS y PROCESOS INNOVADORES
de FORMA RÁPIDA y SENCILLA***

2.7 ¿Cómo se aplica TRIZ?

Aplicar TRIZ incluye una correcta definición del problema e identificar la necesidad concreta de mejora o novedad como elementos necesarios para utilizar las herramientas y bases de conocimiento.

1. **Identificar el problema.** (Tomando como ejemplo la puesta en marcha de cierta máquina)

Entorno de operación: La máquina deberá operar ...

Parámetros:

- Peso
- Potencia consumida
- Dimensiones
- Capacidad de procesamiento por hora

Función positiva primaria

Efectos negativos

Resultado ideal: Máquina con un volumen de procesamiento superior al obtenido en la actualidad que sea liviana que genere el menor cansancio, ...
sea segura para el operario, que sea sencilla de operar.

2. **Formulación del problema en términos de contradicciones físicas.**

Existe un problema de compromiso entre el poco peso requerido de la máquina y el logro de la resistencia mecánica necesaria.

Existe un problema de compromiso entre la capacidad de procesamiento (toneladas / hora) y la fuente de potencia a emplear.

Existe un problema de compromiso entre la sencillez requerida de operación y el cumplimiento de todas las funciones necesarias.

3. **Búsqueda de soluciones al problema.**

Identificar los principios de ingeniería que entran en conflicto.

... 39 parámetros técnicos que causan conflicto.

4. **Búsqueda de soluciones análogas y adaptación al problema.**

... 40 principios inventivos.

Actualmente para la aplicación de TRIZ también se cuenta con gran variedad de software comercial que hace mucho más sencilla la tarea (por ejemplo el paquete CREAM).

2.8 Empresas que utilizan TRIZ

- Ford Motor Co.
- Honda
- General Motors
- Baco
- Renault
- Christian Dior
- Xerox France
- Telecom
- Olivetti
- Hewlett Packard
- Siemens
- SRF
- Alcatel
- Phillips
- Volkswagen
- BIC

**Sólo por mencionar algunas*

2.9 TRIZ, México, Latinoamérica y su relación con la Ingeniería Industrial.

Lamentablemente, TRIZ es prácticamente desconocida tanto en empresas como en universidades mexicanas, sin embargo, sólo el ITESM Campus Monterrey y el Instituto Tecnológico de Puebla ofrecen algún tipo de curso o seminario sobre esa importante metodología, principalmente para sus alumnos o para contadas empresas cercanas a ellas.

Es por ello que mediante este trabajo de tesis se pretende dar una pequeña perspectiva de cómo TRIZ es una herramienta sumamente poderosa que ayuda en gran manera a la creación de nuevos conocimientos, es decir, innovaciones que, como se expuso en el capítulo uno, son sumamente necesarias para que nuestro país se encamine hacia el crecimiento y además pueda salir del estancamiento tecnológico en el que se encuentra, ya que *el conocimiento genera riqueza*.

También lo que se busca es ver la manera en como la Ingeniería Industrial se ve beneficiada con TRIZ, ya que es la rama de la ingeniería que integra y optimiza recursos materiales, económicos y sistémicos para incrementar la productividad con calidad, generar un bienestar compartido en cualquier empresa para así lograr una mayor competitividad y un mejor nivel de vida, par dicho fin se vale de diversas técnicas que le permitan optimizar los procesos y productos; si bien es

cierto, como se expuso al inicio de este capítulo, hay un sinnúmero de técnicas para fomentar la creatividad pero ninguna se compara con TRIZ puesto que, TRIZ ayuda a vencer barreras y romper paradigmas que impiden el libre desarrollo de técnicas de mejora continua y de reingeniería, además de que es versátil puesto que puede ser aprendida por todos, a diferencia de las otras técnicas que sólo pueden ser manejadas por expertos.

Como ya se ha mencionado anteriormente, TRIZ es una metodología que no sólo es aplicable a problemas típicos de ingeniería, sino que también puede ser aplicada en otras disciplinas así como también en materias propias de la Ingeniería Industrial, como por ejemplo, recursos humanos, calidad, marketing, seguridad industrial, producción, sólo por mencionar algunas.

En los capítulos siguientes se mostrarán algunos ejemplos de cómo los 40 principios de inventiva pueden aplicarse en el contexto del Control de Calidad (capítulo 3) y Administración de Servicios (capítulo 4), así como también la manera en que la metodología TRIZ ayuda al crecimiento y fortalecimiento de la empresa PyME (capítulo 5).

CAPÍTULO 3: LOS 40 PRINCIPIOS APLICADOS AL CONTROL DE CALIDAD

3.1 Introducción

Después de realizar diversos análisis, se encontró que los 40 principios son aplicables no sólo al campo técnico: desarrollo de maquinaria, arquitectura, software, electrónica, etc., sino que también pueden ser aplicados en el ámbito no técnico, como por ejemplo biología, agricultura, negocios, mercadotecnia, relaciones sociales, pedagogía, entre otros.

Todos los ejemplos referidos demuestran que los 40 principios son instrumentos fundamentales, universales y poderosos de la creatividad humana.

Para utilizar estos 40 principios de inventiva, es necesario formular el problema usando los mismos métodos que propone TRIZ para problemas técnicos. Esto será particularmente útil para formular el Resultado Final Ideal y las razones por las cuales el ideal no puede ser alcanzado; esto usualmente llevará a las contradicciones. Por ejemplo, en una situación de servicio al cliente, el Resultado Final Ideal es: "El cliente obtiene exactamente lo que necesita en el momento exacto en el que lo necesita."

3.2 ¿Porqué TRIZ en el control de calidad?

Primero es necesario definir lo que es Seis Sigma (Six Sigma):

Six Sigma (o 6 Sigma) es una metodología de *gestión de la calidad*, centrado en el *control de procesos* cuyo objetivo es lograr disminuir el número de "defectos" en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 "defectos" por millón de instancias u oportunidades, entendiéndose como "defecto", cualquier instancia en que un producto o un servicio no logran cumplir los requerimientos del cliente.

Así, Six Sigma opera basándose en la suposición de que la solución de un problema esta contenida dentro del proceso bajo investigación. Six Sigma es muy poderosa cuando esta suposición es verdadera pues permite a los expertos identificar la función de la transferencia [$y = f(x)$] y controlar la salida. En muchos casos la solución al problema no se encuentra en el proceso y esto inhibe la capacidad de identificar las variables del control. En este caso, se hace necesaria una metodología que pueda resolver el problema más allá de los límites del proceso, tal como lo es TRIZ. La exitosa integración de TRIZ con Six Sigma puede superar cualquier limitación originada de la falta de encontrar una solución dentro del espacio del proceso.

3.3 Los 40 principios en el Control de Calidad¹⁶

Como una de las técnicas más efectivas para resolver problemas, TRIZ ahora se encuentra bajo la perspectiva del control de calidad. Se reúnen numerosos ejemplos en los cuales se demuestra ampliamente de que manera se usan los 40 principios en el área de control de calidad incluyendo campos como estándares de calidad, control de calidad, certificación de calidad, confiabilidad, enfoque de consumidor, selección de proveedores, dirección de proyectos, mejoramiento de equipos, etc. En algunos casos, fue de gran utilidad inversión de principios (por ejemplo, el principio de Dinamicidad se invirtió a Estaticidad).

1. SEGMENTACIÓN: DIVIDO POR PARTES

- A. Dividir un objeto en partes independientes
 - Elementos del sistema de calidad
 - Segmentación completa del mercado, mercado personalizado
 - Centros de venta en regiones autónomas
 - 5 pasos de la técnica de mejoramiento continuo de las "5's": ordenar, acomodar, pulir, estandarizar, proveer.
 - 8 pasos de la técnica de las "8D" para solucionar problemas

- B. Hacer un objeto seccional para un fácil ensamble y desensamble
 - Equipos de proyecto
 - Equipo de ingeniería concurrente
 - Mejoramiento de procesos y equipos de solución de problemas
 - Tablero de revisión de material

- C. Incrementar el grado de segmentación de un objeto
 - División estratégica de metas de calidad en metas tácticas
 - Metas de calidad y movilidad de objetivos
 - Personalización de masas- cada cliente es un mercado
 - Administración científica- dividir el trabajo en tareas simples y repetitivas
 - Etapas decisivas del proyecto
 - Uso de PERT y Gantt en proyectos
 - División de costos de calidad
 - Diagramas de causa efecto
 - Diagrama de afinidad- división de tareas complicadas en patrones y categorías más fáciles de entender
 - Diagramas de árbol
 - Diagramas de categorías de Pareto
 - Histogramas de intervalos
 - Muestreo estratificado para poblaciones heterogéneas

¹⁶ Traducido del artículo "40 Inventive Principles in Quality Management por Gennady Retseptor" publicado en TRIZ Journal, Marzo 2003

2. EXTRACCIÓN: LO QUE REQUIERO ELIMINAR O VICEVERSA

A. Extraer la parte o propiedad del objeto que nos está afectando o extraer sólo la parte (o propiedad) necesaria del objeto

- Aprobación de un organismo externo acreditado
- Pruebas de laboratorio externas
- Selección de proveedores
- Outsourcing
- Manufactura esbelta (lean manufacture) – eliminación de actividades sin valor agregado
- Acciones de contingencia
- Análisis de cusa raíz
- Análisis de causas especiales de variación
- Remoción de partes defectuosas durante la inspección
- Segregación de material, producto o equipo no conformado
- Análisis de celdas- destilar retroalimentación cualitativa del cliente en datos cuantitativos
- Separar a los problemas de la gente
- Alejar el miedo (W. E. Deming)
- Hacer independiente la función de auditorías de calidad
- Efectuar revisiones, entrevistas, etc. de manera discreta al personal

3. CALIDAD LOCAL

A. Hacer una transición de una estructura homogénea a una heterogénea del objeto o del ambiente externo

- Análisis FODA
- Desarrollo de estrategias para cada segmento de mercado
- Diseño para nichos de mercado específicos
- Usar publicidad y promociones para cada sector de clientes
- Personalizar la señalización, empaquetado, etiquetado, etc.
- Ofrecer beneficios a los mejores clientes
- Dar prioridad a metas en negocios y calidad
- Localización desigual de recursos
- Presupuestos individuales para cada departamento
- Principio de Pareto de distribución desigual
- Concepto de “pocos pero vitales y muchos pero triviales” (J. M. Juran)
- Clasificación de características y defectos del producto
- Identificación de patrones no aleatorios
- Identificación de patrones de variación no aleatorios (causas especiales) en SPC (control estadístico de procesos)
- Calificar las preferencias del cliente para el desarrollo de productos (método Kano)

B. Cada parte de un objeto puede ser colocada en condiciones que faciliten su operación

- Ubicar centros de distribución cerca de los clientes
- Relacionar tipos de personalidad de acuerdo con la tarea a realizar

- Módulos educativos – distintos en contenido y duración para distintos niveles organizacionales

C. Diferentes partes de un objeto pueden realizar diferentes funciones

- División organizacional por función más que por producto
- Contratar diferentes especialistas para diferentes funciones

PRINCIPIO 3 (INVERTIDO) CALIDAD GENÉRICA

- Mercado de masas – mercado sin segmentación
- Censos en lugar de encuestas de muestreo
- Muestreo aleatorio
- Muestreo de patrones de variación (causas comunes) en SPC
- Auditorías aleatorias a procesos seleccionados
- Acceso aleatorio a los datos de calidad de almacenamiento

4. ASIMETRÍA

A. Remplace formas simétricas con formas simétricas

B. Si un sistema ya es asimétrico, *cambie* su grado de asimetría

- Uso de asimetría para desbalancear en pruebas de error (Poka Yoke)
- Distribuciones estadísticas asimétricas
- Prueba de T de Student de una cola

PRINCIPIO 4 (INVERTIDO) SIMETRÍA

- Distribución normal simétrica
- Pruebas de T de Student de 2 colas

5. COMBINACIÓN

A. Combinar en un espacio, objetos homogéneos o que estén destinados a una operación contigua

- Empresas transnacionales
- Asociación, alianzas, fusiones de negocios
- Tomar en cuenta a clientes y proveedores dentro del ciclo de diseño
- Asociaciones profesionales
- Función de calidad – conjunto de actividades
- Como un director de proyecto – desarrollar una red de alianzas que puedan alcanzar todos los inversionistas del proyecto
- Rompimiento de barreras entre departamentos
- 5 pasos de la técnica de mejoramiento continuo de las “5’s”: ordenar, acomodar, pulir, estandarizar, proveer.
- 8 pasos de la técnica de las “8D” para solucionar problemas
- Aproximación grupal a la solución del problema (D1 de 8D)
- Atraer el juicio colectivo a problemas y oportunidades del proyecto en juntas de equipo
- Bosquejos – fusionando el pensamiento creativo y analítico
- Categorías y patrones fusionados en diagramas de afinidad

- B. Hacer operaciones contiguas o paralelas al mismo tiempo
- Ingeniería concurrente
 - Uso de diagramas de PERT/Gantt para la dirección de proyectos
 - Establecer procesos paralelos para la reducción del tiempo ciclo
 - Herramientas de grupo: correo, correo electrónico, internet, reuniones, videoconferencias, etc.

6. UNIVERSALIDAD

- A. Un objeto puede realizar diferentes funciones, por tanto, otros elementos pueden ser eliminados u omitidos
- Conocimiento de la universalidad e integración como fuerzas del mercado global y de la dirección de negocios
 - Contratar personal con múltiples habilidades para tareas complejas
- B. Uso de características estándar
- Estándares internacionales
 - Mercado basado en costos estándar
 - Especificaciones de productos y procesos
 - Instrucciones de trabajo y procesos manuales estandarizados
 - Medición, inspección y pruebas de calibración de equipo contra estándares nacionales
 - Especificaciones de materiales
 - Especificaciones recientes para inspecciones de proceso y calidad final
 - Especificaciones para pruebas de confiabilidad funcional, mecánica y ambiental
 - Formas estándar de registro
 - Plantillas
 - Fuerzas de trabajo intercambiable

PRINCIPIO 6 (INVERTIDO) ESPECIALIZACIÓN

- Desarrollo de habilidades específicas en una organización jerárquica

7. ANIDANDO (MUÑECA MATRIOSKA)

- A. Colocar un objeto dentro de otro, este objeto es colocado dentro de un tercero y así sucesivamente.
- Jerarquía del estándar de ISO 9000-9001 que abarca el 9002 el cual a su vez abarca el 9003
 - Organización de estructuras – varios niveles con muchas personas dentro de cada unidad organizacional
 - Pirámide de Maslow para las necesidades de los empleados – básicas, ambientales, simples individuales, complejas individuales y trascendentes
 - Jerarquía de expectativas de clientes – básicas, esperadas, deseadas, no aticipadas
 - Nichos de mercado para nuevos productos
 - Almacén dentro de la tienda

- Relacionar personalidades cuando se crea un equipo
- B. Un objeto pasa a través de la cavidad de otro objeto
- Permitir a cualquier persona de la empresa comunicarse directamente con cualquier persona de nivel más alto
 - Invitar a los empleados que se encuentran constantemente en el interior de la oficina a eventos externos (fiestas, reuniones de esparcimiento, etc.)

PRINCIPIO 7 (INVERTIDO) EXCLUSIVIDAD MUTUA

- No correlación en la prueba de error (Poka Yoke)

8. CONTRAPESO

A. Compensar el peso de un objeto combinándolo con otro objeto que proporcione una fuerza que lo eleve

- Compañerismo en negocios, alianzas, es decir, fusionar y/o combinar fuerzas únicas
- Esfuerzo de toda la empresa por mantener los estándares de calidad
- Mejorar el análisis de benchmarking
- Contar con patrocinadores para los proyectos
- Como gerente de un proyecto – obtener apoyo continuo por parte de la alta gerencia
- Entregar una presentación previa a la gerencia antes de implantar una nueva iniciativa (por ejemplo, sistema de costos de calidad)
- Reconocer otras ideas durante las sesiones de tormenta de ideas

B. Compensar el peso de un objeto haciendo que interactúe con el ambiente

- Relacionar el mercado del producto con el cliente y a la dirección del negocio (miniaturización, integración, universalidad, etc.)

9. REACCIÓN PREVIA O ACCIÓN DE CONTRARRESTAR

A. Si fuera necesario llevar a cabo una acción que implique efectos benéficos y dañinos, esta acción deberá ser remplazada con anti-acciones para controlar los efectos dañinos

- Encuestas sobre la percepción de los clientes
- Pruebas de clientes que permitan determinar información sobre la confiabilidad de un producto de alto riesgo sobre su distribución al público en general
- Mapa del programa de procesos de decisión (PDCA) – planear contramedidas para evitar situaciones indeseables
- Análisis de fallas y técnicas de prevención
- Prueba de errores (Poka Yoke) – diseño para usos no previstos
- Prevenir fallas por desgaste remplazando partes de corta duración

B. Generar presión anticipada en una acción la cual se opondrá a las presiones no deseadas posteriormente

- Auto evaluación, corrección de desacuerdos antes de empezar el proceso de registro a ISO 9000
- Encuestas de pre-licitación para la aprobación de proveedores potenciales
- Diseño robusto – diseño confiable
- Verificación y validación del diseño
- Revisión del diseño
- Etapas de prototipo y prelanzamiento del proceso de Planeación Avanzada de Calidad del Producto
- Prueba de confiabilidad y generación de una base de datos
- Proceso de certificación
- Examinación, prueba y entrevista para la admisión de aspirantes
- Certificación de empleados en procesos clave
- Auditorías del sistema de calidad
- Indicar tendencias desfavorables o problemas potenciales en el reporte de auditoría
- Ejecutar y actualizar programas antivirus

10. ACCIÓN PREVIA

- A. Efectuar con anterioridad, cambios a un objeto completo o parcialmente armado
- Planeación y programación estratégica de negocios
 - Planeación estratégica de la calidad
 - Investigación de mercado
 - Pre-planeación de proyecto
 - Pre-publicidad del proyecto
 - Ingeniería concurrente
 - Mantenimiento preventivo
 - Relación temprana con el proveedor
 - Redacción de procedimientos
 - Entrenamiento y capacitación
 - Suministro oportuno de información
- B. Arreglar objetos con antelación de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario y en el lugar adecuado
- Uso de diagramas de PERT y Gantt
 - Diagrama de flujo del proceso
 - Diagrama de ruta de lotes
 - Disminuir el tiempo de preparación usando técnicas SMED
 - Concepto de distribución Justo a Tiempo (JIT)
 - Sistema de inventario “primeras entradas, primeras salidas” (PEPS)
 - Sistema de inventario “últimas entradas, últimas salidas” (UEPS)
 - Preparar listas de auditorías de calidad

11. PREVENIR

A. Compensar con medidas emergentes preparadas con antelación la baja confiabilidad de un objeto

- Planes de contingencia en caso de interrupción de negocios
- Funciones de respaldo
- Establecer un sistema de recuperación para responder a las quejas de los clientes y resolver conflictos
- Solución de problemas
- Planeación de contingencia de proyectos
- Programación emergente de calidad
- Proveedores secundarios
- Exceso de inventario
- Respaldo información en la computadora

12. EQUIPOTENCIALIDAD

A. Cambiar las condiciones de trabajo de tal manera que no se requiera levantar o bajar un objeto

- Valorar a través del tiempo ingresos y egresos en el análisis costo-beneficio
- Nivelación de recursos en la administración del proyecto, suavizar picos y valles minimizando el efecto del conflicto en la demanda de los mismos recursos, planeando actividades durante los periodos de baja demanda
- Sectores de clientes homogéneos (clusters)
- Grupos de entrenamiento homogéneos
- Técnicas de grupo nominal

13. HACERLO AL REVÉS

A. En vez de llevar a cabo la acción directa para solucionar un problema, llevar a cabo la acción opuesta

- “Adaptar en vez de adoptar” (K. Ishikawa)
- Culpar al proceso, no a las personas
- Alentar a los clientes a quejarse

B. Haga móvil la parte rígida (o el ambiente externo) y viceversa

- Escuchar con atención a los clientes insatisfechos
- Gerencia de recorrido (MBWA)

C. Voltrear un objeto de arriba abajo (“poner de cabeza”)

- Estructura de la organización basada en el producto, en vez de estar basada en la función
- Flujos de comunicación ascendente contra descendente
- Hacer análisis y encuestas sobre clientes perdidos
- Técnicas de provocación en las sesiones de tormenta de ideas, poner el problema “de cabeza”

14. ESFERIODICIDAD

- A. Reemplazar las partes lineales con partes curvas, las superficies planas con superficies esféricas y formas cúbicas por formas esféricas
- Rotar constantemente al personal que se encuentra en servicio al cliente
 - Técnica de suavizado para la resolución de conflictos, enfatizando área de acuerdo, no enfatizando áreas de desacuerdo, buscando conjuntamente una oportunidad de solución para el problema
- B. Utilizar rodillos, esferas y espirales
- Círculos de calidad
 - Uso de round-robin¹⁷ para el envío de ideas en la técnica de grupo nominal
- C. Reemplazar el movimiento lineal con el rotacional usando fuerzas centrífugas
- Aprender rotación de liderazgo
 - Rotación del pronóstico de los requerimientos de compra de los clientes
 - Circulación de cuestionarios de estudio sobre los clientes

PRINCIPIO 14 (INVERTIDO) LINEALIDAD

- En la inspección de muestras, aspirar a una curva característica de operación

15. DINAMICIDAD

- A. Las características de un objeto o del ambiente externo deben ser alteradas para proporcionar una óptima ejecución en cada etapa de la operación
- Adaptación al ambiente de negocios altamente competitivo
 - Adaptación a la dinámica de los requerimientos del cliente, necesidades y expectativas
 - Administración de proyectos- actividades acordes requeridas para el efecto de cambio
 - Aproximación "proyecto por proyecto" (J. M. Juran)
 - Modelo de costo de calidad óptima
 - Actualizar periódicamente la documentación
 - Ajustar la frecuencia de las auditorías de calidad internas
 - Como un director de proyecto- identificar a los miembros del equipo que tienen la habilidad de adaptarse a situaciones cambiantes en las cuales ellos entreguen reportes a distintos jefes
- C. Si un objeto (o proceso) es inamovible hacerlo movable. Hacerlo intercambiable
- La calidad como meta móvil
 - Estructura organizacional flexible
 - Personal flexible- contratación de trabajadores temporales y uso de horas extras
 - Diagramas de control, de rutas, de tendencia para mostrar el comportamiento del proceso de una manera dinámica

¹⁷ A. Petición de varias personas por escrito, firmada en círculo para no mostrar quien firma primero

B. Documento que va de persona a persona, cada persona agrega algo más antes de pasar al siguiente

- Cambio continuo de actividades prioritarias (rol de actividades)

PRINCIPIO 15 (INVERTIDO) ESTÁTICA

- “Reducir variación” (W. E. Deming)
- Conocer los obstáculos que impiden el cambio en una empresa
- La mejor elección para no interferir con un objeto o sistema es no realizar ninguna acción

16. ACCIÓN PARCIAL O EXCESIVA

A. Si es difícil alcanzar el 100% del efecto deseado, alcanzar el mayor porcentaje posible

- Para lograr la confianza del cliente, hacer uso de las premisas de: “bajo promesa” y “entrega antes de la fecha requerida”
- Márgenes de seguridad
- Fomentar en los empleados metas y objetivos “ambiciosos”
- Categoría de “pocos pero vitales” en el diagrama de Pareto
- Tolerancia- rango permitido de desviaciones de los estándares
- Medidas de precisión- indicación de que tan cerca se está del valor verdadero
- Nivel de calidad aceptable (AQL)- porcentaje de defectos que son considerados como satisfactorios dentro de un proceso promedio
- Precisión en los costos estimados de calidad
- Renuncia- autorización escrita para deshacerse de productos que no cumplen con los requerimientos específicos
- Actitud de compromiso para la resolución de conflictos

PRINCIPIO 16 (INVERTIDO). TODO O NADA

- Aproximación “todo o nada” (W. E. Deming)
- Meta de calidad de “cero defectos” (Crosby)
- Meta de entrega dentro del tiempo establecido
- Meta de calidad “Six Sigma”

17. TRANSICIÓN A UNA NUEVA DIMENSIÓN

A. Mover un sistema en un espacio de dos, tres o más dimensiones

- Estructura organizacional matricial de producto contra función
- Sistema de administración matricial de proyecto contra línea
- Estructuras paralelas (consejo de calidad)
- “Colaboración transversal” durante la administración de proyectos
- Estudios de satisfacción del cliente enfocados en diversos aspectos a evaluar, es decir, “multi-dimensional”
- Diagrama de interrelación
- Casa de la calidad (QFD)

B. Utilizar objetos apilados en varios niveles

- Jerarquía de capas múltiples dentro de una organización vertical

- C. Inclinar o reorientar el objeto; colocarlo sobre uno de sus lados
 - Flujo horizontal de trabajo en la administración de proyectos
 - Comunicación horizontal
 - Técnica de “excursión” durante las sesiones de tormenta de ideas, es decir, aproximarse al problema desde distintas perspectivas
- D. Utilice el lado opuesto de una superficie dada
 - Actitud de compromiso-mostrar a los empleados cuales son las necesidades y expectativas del cliente
 - Ver a la empresa desde otra perspectiva y por tanto, emplear consultores externos

PRINCIPIO 17 (INVERTIDO). DIMENSIONALIDAD DECRECIENTE

- Ventaja que ofrece una estructura “plana” de una organización-pocos trabajadores entre el líder y el cliente

18. VIBRACIÓN MECÁNICA

- A. Hacer que un objeto vibre u oscile
 - Comunicación frecuente y de diversas maneras
- C. Use la frecuencia de resonancia de un objeto
 - Uso de planeación estratégica (despliegue de políticas, Hoshin Kanri) para seleccionar la frecuencia correcta y hacer “resonar” a la empresa para cumplir la estrategia que permita alcanzar los objetivos planteados
- E. Use vibraciones ultrasónicas en conjunto con un campo electromagnético
 - Iniciativas de mejoramiento continuo (re-energizar)
 - Introducir nuevos elementos dentro de un equipo de trabajo

19. ACCIÓN PERIÓDICA

- A. En lugar de una acción continua, use una acción periódica o pulsante
 - Aproximación “proyecto por proyecto” (J. M. Juran)
 - Concepto de ciclo de vida del proyecto- la mayoría de los proyectos presentan fases similares desde su inicio hasta su término
 - Revisiones periódicas de proyectos
 - Método de reembolso periódico-medida de liquidez disponible para la ejecución del proyecto
 - Producción por lotes
 - Corridas de procesos múltiples
 - Periodicidad en control, inspección y análisis de procesos
 - Pruebas periódicas de confiabilidad
 - Auditorías periódicas de calidad
- B. Si una acción ya es periódica, cambie su magnitud o su frecuencia
 - Revisiones semanales y mensuales en lugar de revisiones anuales
 - Ajustar la frecuencia en que se llevan a cabo auditorías de calidad internas

- C. Use pausas entre impulsos para crear una acción adicional
- Llevar a cabo mantenimiento preventivo durante periodos de vacaciones
 - Comportamiento de capacitación durante pausas en el trabajo, "aprendizaje constante"
 - Uso de tiempo ocioso de PERT

20. CONTINUIDAD DE ACCIONES ÚTILES

- A. Llevar a cabo la acción sin descanso, es decir, todas las partes de un objeto deben operar a su máxima capacidad todo el tiempo
- Continuar en el mercado (objetivo del TQM)
 - Planeación estratégica a largo plazo
 - Planeación estratégica de calidad a largo plazo-mejora continua
 - Control de calidad-preservación del "status quo"
 - Kaizen-mejora continua
 - Conservar a los clientes
 - Fomentar la lealtad de los clientes
 - Adaptarse a las expectativas de los clientes que puedan cambiar
 - Introducir autocompetencia
 - Ventajas de tener un único proveedor-compromiso a largo plazo, variación reducida
 - Procesos y especificaciones por escrito como un dispositivo de coordinación continua
 - "Hacerlo todo de nuevo" (Crosby)
- B. Eliminar tiempos muertos y las acciones intermitentes
- Nivelar recursos-suavizar crestas y valles, minimizando el efecto causado por el conflicto en la demanda para los mismos recursos, programando actividades durante los periodos ociosos
 - Uso de técnica SMED
 - Mantenimiento preventivo y predictivo

21. EJECUTAR DE PRISA (AUMENTAR LA VELOCIDAD A LA QUE SE LLEVA A CABO UNA ACCIÓN RIESGOSA)

- A. Ejecutar operaciones nocivas y peligrosas a alta velocidad
- "Ciclo rápido-participación completa" – método de involucrar rápida y simultáneamente a toda la organización
 - Pasar rápido a través de un proceso desagradable, por ejemplo, resolución de conflictos
 - Remoción inmediata de documentos inválidos

22. CONVERTIR ALGO DAÑINO EN BENÉFICO

A. Utilice factores nocivos (especialmente ambientales) para obtener un efecto positivo

- Uso de las quejas de los clientes como oportunidades para mejorar
- Los clientes que se quejan frecuentemente son más leales que aquellos que nunca se han quejado

B. Eliminar el principal factor dañino combinándolo con otro factor dañino

- Eliminar el miedo al cambio introduciendo el miedo a la competencia

C. Incrementar el grado de la acción nociva de modo que se extienda hasta que deje de ser nociva

- Reducir los recursos disponibles hasta que sea posible descubrir nuevas maneras de realizar el trabajo (fomentar la creatividad)
- Realizar pruebas previas aplicando shock térmico, voltaje, fuego, etc. en aquellas partes o productos que podrían fallar en un corto periodo de tiempo

PRINCIPIO 22 (INVERTIDO). “MALDICIÓN DISFRAZADA”

- La ausencia de quejas por parte de los clientes puede indicar falta de confianza
- “La calidad es responsabilidad de todos, pero por consiguiente, puede convertirse en responsabilidad de nadie” (A. V. Feigenbaum)

23. REALIMENTACIÓN

A. Introducir realimentación para mejorar un proceso o una acción

- “V” (verificar) del círculo de Deming
- Revisiones continuas
- Presupuestos variables
- La voz del cliente - encuesta, visita, informe, entrevistas, formulario de información, lista de satisfacción del cliente
- Sistema de quejas y sugerencias
- Sistema de análisis de devolución del producto y campo de fallas
- Garantías – proporcionan información de cómo puede fallar un producto para así poder conocer las necesidades de los clientes
- Involucrar a los clientes dentro del proceso de diseño
- Revisiones periódicas del proyecto
- Pruebas de prototipos
- Análisis de falla – FMEA, FMECA, FTA
- Estudios de proveedores
- Proceso de evaluación de desarrollo de los proveedores
- Auditorías de calidad y revisiones
- Acciones correctivas y su seguimiento
- Revisiones anuales de empleados

- B. Si ya existe realimentación, cambiar su magnitud o influencia
- Revisiones mensuales, semanales y diarias de negocios
 - Comunicación continua durante la administración de proyectos
 - Proceso estadístico de calidad (SPC)
 - Monitoreo de costos de calidad
 - Para hacer efectivo el programa de capacitación - retroalimentación a los empleados sobre las medidas significativas de su desempeño.

PRINCIPIO 23 (INVERTIDO). ALIMENTACIÓN PREVIA

- "Predecir y comparar " (W. E. Deming)
- Planeación y programación estratégica a largo plazo
- Planeación estratégica de calidad
- Visión de liderazgo
- Anticipar las necesidades futuras del cliente
- Pronósticos de ventas
- Predicción de rentabilidad
- Determinación anticipada de fallas

24. MEDIADOR (INTERMEDIARIOS)

- A. Use un objeto intermediario para transferir o llevar a acabo una acción
- Participación de terceros en la auditoría externa de calidad
 - Pruebas externas de laboratorio
 - Centros de ventas agrupados por región
 - Atención al cliente, personas en contacto con el cliente
 - Agencias de importación/exportación, transportación y distribución
 - Intermediarios entre el cliente- mayorista, distribuidor, minorista
- B. Conectar temporalmente el objeto original con uno que pueda ser fácilmente removido
- Contratar empleados temporales
 - Aplicar medidas de contención provisional (D3 a 8D)
 - Introducir un moderador dentro de un grupo de enfoque
 - Empleo de un órgano imparcial durante negociaciones difíciles
 - Contratar consultores

25. AUTOSERVICIO/AUTO-ORGANIZACIÓN

- A. Un objeto debe ayudarse a si mismo y realizar tanto operaciones suplementarias como de reparación
- Auto-bechmarking
 - Auto-competición
 - Auto-evaluación
 - Auto-auditoría (auditorías internas de calidad y sistema de acciones correctivas)
 - Equipos de trabajo auto-dirigidos
 - Auto-inspección

- Auto-mejoramiento (equipos de mejoramiento de procesos)
- B. Aprovechar los materiales y energía desperdiciada
- Contratar nuevamente a empleados retirados para llevar a cabo tareas en las cuales su experiencia es necesaria
 - Tomar prototipos o borradores para realizar experimentos
 - Reciclar materiales

26. COPIANDO

A. Usar una copia barata y simple en lugar del objeto original que es frágil, caro o inconveniente de operar

- Empleo de la satisfacción del cliente como una medida del bienestar de la empresa
- Predicar con el ejemplo
- Usar el criterio de Malcom Baldrige National Quality Award como modelo de excelencia
- Comparar a los competidores (de nuevo benchmarking)
- Tomar como referencia proyectos similares con el fin de identificar oportunidades de mejoramiento
- Diseño y modelado de procesos
- Prototipo rápido en video
- Uso de referencias en los experimentos
- Medidas de calidad- críticas y útiles como medición del rendimiento

B. Remplace un objeto o proceso con copias ópticas

- Uso de bases de datos electrónicas en lugar de registros en papel
- Simulación numérica- desarrollo de negocios virtuales, modelado de planeación estratégica, etc.
- Video-conferencia en lugar de traslados físicos

C. Si una copia óptica es usada, reemplazarla con una copia infrarroja o ultravioleta

- Evaluar la satisfacción del cliente mediante el uso de múltiples técnicas
- Responder a las necesidades percibidas del cliente
- Uso de juegos, simulaciones, estudios de caso, en lugar de la capacitación por medio de manuales

27. DESECHAR

A. Reemplazar un objeto caro con otro que sea más económico y conveniente

- Subcontrato en los negocios no esenciales
- Contratar empleados temporales para realizar tareas "no críticas"
- Para procesos "no críticos" usar equipos y materiales "genéricos"
- Uso de materiales de envasado desechables

28. SUSTITUCIÓN MECÁNICA

B. Use campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos para interactuar con un objeto

- Comunicación electrónica
- Proceso electrónico de información
- Transmisión electrónica de datos
- Identificación electrónica
- Votos electrónicos
- Comunicación vía Messenger

C. Cambie campos: estacionario por uno móvil, sin estructura por uno estructurado

- Análisis de campo de fuerzas

29. EMPLEAR UN SISTEMA NEUMÁTICO O HIDRÁULICO

A. Remplace partes sólidas de un objeto con un gas o líquido.

- Estructura de organización flexible (fluída) contra estructura de organización jerárquica fija
- Liquidación de los activos
- Introducción de "espacios para respirar" en los contratos

30. MEMBRANAS FLEXIBLES Y PELÍCULAS DELGADAS

A. Use membranas flexibles y películas delgadas en lugar de las estructuras tridimensionales

- Ventaja de la estructura de organización plana- menos capas entre el líder y el cliente

B. Aislar un objeto de su ambiente externo con membranas flexibles y películas delgadas

- Uso de métodos de "secreto comercial" para separar para separar la información propia de la empresa de la información general

31. MATERIAL POROSO

B. Si un objeto ya es poroso, llenar los poros con algún tipo de sustancia

- Mejorar las comunicaciones internas mediante la creación de una red accesible para todos los niveles jerárquicos
- Fomentar el espíritu de apertura de los empleados a nuevas ideas.

32. CAMBIO DE COLOR

- A. Cambie el color de un objeto o de su ambiente externo
- “Colores corporativos”- crear una imagen atractiva de marca mediante el uso de colores
 - Fomentar la diversidad de actitudes, ideas, cultura, etc., en los empleados
- B. Cambie el grado de translucidez de un objeto o de su ambiente externo
- Visión y misión claras y concisas
 - Uso de la “pantalla de humo” para proteger las actividades de carácter confidencial

33. HOMOGENEIDAD

- A. Los objetos que interactúan con el objeto principal deben estar hechos del mismo material (o materiales con propiedades similares) del objeto principal
- Contratar a gente propia de la región para adquirir conocimiento sobre la cultura de los clientes de la región
 - Tratar a los empleados como si fueran clientes externos
 - Protocolos de transferencia común de datos entre distintas empresas

34. RESTAURACIÓN Y REGENERACIÓN DE PARTES

- A. Después de concluir su función, un elemento de un objeto debe desecharse (evaporarse, disolverse, etc.) o puede ser modificado durante el proceso en que se requiere.
- Eliminar actividades redundantes, duplicadas y sin valor agregado (manufactura esbelta, reducción del tiempo ciclo)
 - Reajustar la distribución de planta
 - En proyectos de corta duración, contratar equipos de trabajo con miembros temporales
- B. Los componentes usados de un objeto deben ser reutilizados
- Garantía- compromiso del fabricante para reparar o reemplazar cualquier parte que pueda fallar durante la vida del producto
 - Reactivar periódicamente las iniciativas de mejora continua
 - Introducir re-capacitación periódica

35. CAMBIO DE PARÁMETROS (TRASFORMACIÓN DE PROPIEDADES)

- A. Cambie el estado físico de un objeto
- Prototipos virtuales
 - Simulación numérica

- B. Cambie la concentración o densidad
 - Cambios en la estructura de los equipos de trabajo
- C. Cambie el grado de flexibilidad
 - Diferentes (individuales) enfoques de marketing para cada sector de clientes
 - Personalizar el mercado, envasado, etiquetado, etc.
 - Tamaño variable o flexible del equipo de trabajo
- D. Cambie la temperatura
 - Hacer que los clientes se emocionen con el producto mediante la opción de cambio
 - Hacer que los empleados se emocionen con el futuro de la empresa haciéndolos participes en la planeación estratégica, las opciones sobre las acciones de la empresa, etc.

36. TRANSICIÓN DE FASE

- A. Use el fenómeno de cambio de fase
 - Etapas del proyecto- concepción, nacimiento, desarrollo, madurez, jubilación
 - Revisiones de diseño- preliminar, especialidad, crítico, definitivo, etc.
 - Fases del QFD- organización, descriptivo, avance, aplicación
 - Fases del PERT- planificación, programación, mejoramiento, control
 - "Etapas de aprendizaje- incompetencia inconsciente, incompetencia consciente, competencia consciente, competencia inconsciente" (W. E. Deming)

37. EXPANSIÓN TÉRMICA

- A. Use la expansión o contracción del material cambiando su temperatura
- B. Si ya es utilizada la expansión térmica, use múltiples materiales con diferentes coeficientes de expansión térmica
 - Expandir o contraer los esfuerzos de comercialización en función del "éxito" del producto (índices de ventas y de fiabilidad)
 - Facultamiento (empowerment) - transferencia de autoridad a los individuos

38. OXIDACIÓN ACELERADA

- A. Reemplazar aire común con aire de oxígeno enriquecido
 - La necesidad es la madre la invención
 - "Compromiso con la misión" (TQM)
 - Establecer el sentido de urgencia necesario para el cambio - el primer paso en la transformación de una organización

- Obsesión con los clientes- calidad percibida, deseo de deleitar a los clientes (esquina de "calidad" del triángulo de Joiner)
 - Iniciativas periódicas de mejora continua ("inyecciones de entusiasmo")
 - Contratar individuos altamente creativos que comprendan la voz del cliente
 - Empleo de expertos en la materia
 - Introducir nuevos miembros dentro de un equipo de trabajo
 - Considerar la química personal al momento de ensamblar un equipo
- E. Reemplazar oxígeno ionizado u ozonizado con ozono
- Capital de riesgo
 - Reingeniería - cambio radical

39. AMBIENTE INERTE

- A. Reemplazar el ambiente normal con uno inerte
- Técnica de grupo nominal
 - Mantener una atmósfera libre de críticas durante las sesiones de tormenta de ideas
- B. Introducir sustancias neutras o aditivos inertes en un objeto
- Uso de terceras partes neutrales durante negociaciones difíciles
 - Traer invitados a las sesiones de tormenta de ideas
 - Introducir "zonas tranquilas" en el lugar de trabajo
 - Uso de "tiempo fuera" durante las negociaciones
 - Uso de períodos de descanso o pausas para la reflexión durante las reuniones

40. MATERIALES COMPUESTOS

- A. Reemplazar los materiales homogéneos por compuestos
- Combinar estrategias de inversión de alto y bajo riesgo
 - Equipos multidisciplinarios
 - Mezcla de distintas habilidades en equipos de trabajo
 - Personal de auditoría híbrido- empleados de tiempo completo y voluntarios
 - Comunicación multi-canal con los proveedores
 - Combinar varios modos (boletines, internet, reuniones de personal, etc.) para lograr una comunicación eficaz
 - Capacitar a los empleados mediante la combinación de lectura, simulaciones, aprendizaje en línea (vía internet), videos, etc.

CAPÍTULO 4: LOS 40 PRINCIPIOS APLICADOS A LA ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS

4.1 Introducción

En el capítulo anterior se pudo observar cómo pueden aplicarse los 40 principios en el Control de Calidad, mostrándose así que el método TRIZ es una herramienta de gran utilidad no sólo para resolver problemas técnicos sino también es aplicable en la resolución de problemas no técnicos. Ahora, se muestra como pueden aplicarse también los 40 principios en el área de Administración de Servicios.

El desarrollo de servicios se diferencia del desarrollo de productos físicos porque los servicios muestran ciertas características únicas, tales como son: la participación directa del cliente, no cuentan con inventario, no son perecederos y son intangibles. Esto determina que la resolución de problemas en el área de operación de servicios requiere una estrecha combinación entre el marketing y los aspectos operativos.

Es preciso reconocer el hecho que para mantener la alta calidad, el servicio debe ser administrado y dirigido. El concepto de Administración de Servicios entrega la solución a ese reto. Es un método sistemático y estructurado para planear, organizar y controlar el desarrollo y forma de dar los servicios.

Es también un arma que puede emplearse para obtener éxito en los negocios.

4.2 Los 40 principios en la Administración de Servicios¹⁸

Los ejemplos incluidos a continuación, se tomaron con el propósito de mostrar el posible significado que puede darse a los 40 principios en el sector de servicios. Asimismo, esta recopilación de ejemplos no es una guía completa de innovación para las empresas de servicio, sino que por el contrario, a través de ella se encuentra que no todos los 40 principios son distintos para las empresas de servicio; por ejemplo, el principio de Homogeneidad es mucho menos usado en las empresas de servicio que su inversa, Heterogeneidad, y esto se debe a la combinación de intangibilidad y a la participación del cliente en la prestación de servicios que por lo general se traduce en una variación del servicio cliente a cliente.

¹⁸ Traducido de "40 Inventive Principles with Applications in Service Operations Management" por Jun Zhang, Kah-Hin Chai y Kay-Chuan Tan, publicado en TRIZ Journal, Diciembre 2003

1. SEGMENTACIÓN: DIVIDO POR PARTES

- A. Dividir un objeto en partes independientes
- Los paquetes de servicios pueden ser divididos en varios componentes: facilidad de apoyo, disponibilidad de bienes, servicios explícitos y servicios implícitos. [2]
- B. Hacer un objeto seccional para un fácil ensamble y desensamble
- El grupo de clientes puede ser segmentado basándose en la información disponible así como en sus necesidades, edades, y su comportamiento de compra, entre otros.
- C. Incrementar el grado de segmentación de un objeto
- Un centro de servicio puede mejorar la eficiencia del servicio de entrega mediante la segmentación de los rangos de servicios en distintas categorías, y organizándolos en un sistema de contestación automática de llamadas telefónicas; esto reduce el tiempo de búsqueda por parte de los clientes para encontrar al consultor adecuado.

2. EXTRACCIÓN: LO QUE REQUIERO ELIMINAR O VICEVERSA

- A. Extraer la parte o propiedad del objeto que nos está afectando o extraer sólo la parte (o propiedad) necesaria del objeto
- Los cajeros automáticos realizan las funciones esenciales de las transacciones bancarias, como son el retiro de dinero en efectivo y la transferencia de fondos y estos se encuentran no necesariamente dentro o cerca de un banco.
 - Sistema de reservaciones por internet (por ejemplo, boletos de avión, hoteles y cines)
 - Los hospitales cuentan con unidades móviles para donaciones de sangre (por ejemplo las campañas realizadas por la Cruz Roja) para así evitar que los donadores tengan que trasladarse hasta el hospital

3. CALIDAD LOCAL

- A. Hacer una transición de una estructura homogénea a una heterogénea del objeto o del ambiente externo
- Los ofertantes de servicios deben ofrecer servicio personalizado basado en las necesidades de los clientes (por ejemplo los edificios públicos deben de contar con varias entradas para las personas que llegan en auto, caminando y para personas con discapacidad)
- B. Cada parte de un objeto puede ser colocada en condiciones que faciliten su operación
- El diseño de layout en grandes supermercados como Walt-mart por ejemplo, enfatiza la ubicación estratégica del producto (por ejemplo, en el área de bebidas colocar vasos desechables) [4]

- Los restaurantes usualmente eligen su localización en áreas sumamente concurridas para maximizar sus ingresos
- C. Diferentes partes de un objeto pueden realizar diferentes funciones
- Diferencias del personal de servicios, el cliente como un elemento único en el servicio de entrega puede desempeñar un papel importante para mejorar la calidad del servicio ofrecido (por ejemplo, las descripciones exactas de los síntomas de un paciente ayudarán al doctor a dar una prescripción efectiva del medicamento)
 - En la mayoría de las industrias de servicio, el paquete de servicio es una mezcla de bienes tangibles e intangibles los cuales desempeñan sus propias funciones respectivamente para crear una experiencia agradable para los clientes (por ejemplo, el ambiente de un restaurante y la amabilidad de los meseros es un factor importante para fomentar el consumo de alimentos)

4. ASIMETRÍA

- A. Remplace la forma simétrica de un sistema con una asimétrica
- En ocasiones, el ofrecer servicio personalizado en lugar de un servicio estándar ayuda a crear una experiencia única para los clientes (por ejemplo, el nombrar a los clientes por su nombre en la recepción de un hotel)
- B. Si un objeto ya es asimétrico, *cambie* su grado de asimetría
- Diferenciación de clientes (por ejemplo, los bancos ofrecen servicios de asesoría gratuita para clientes con cuentas de altas sumas de dinero)

5. COMBINACIÓN

- A. Combinar en un espacio, objetos homogéneos o que estén destinados a una operación contigua
- Productos idénticos o similares son usualmente colocados juntos para la conveniencia del cliente (por ejemplo, alimentos en el supermercado, discos del mismo artista, libros del mismo tema)
 - Colaboración y alianzas entre las empresas de servicios (por ejemplo, bandas famosas en un determinado foro, cantantes para centros nocturnos)
- B. Hacer operaciones contiguas o paralelas al mismo tiempo
- Construir servicios y operarlos juntos (por ejemplo, la admisión a Disney world significa que los visitantes pueden disfrutar gran variedad de atracciones, un ambiente fantástico el cual ayuda a crear experiencias maravillosas en la mente de los clientes)

6. UNIVERSALIDAD

A. Un objeto puede realizar diferentes funciones, por tanto, otros elementos pueden ser eliminados u omitidos

- Una oferta de servicio puede desarrollar múltiples funciones para satisfacer varias necesidades del cliente (por ejemplo, para comprar una comida, el cliente puede disfrutar un paquete de servicio el cual incluye alimentos deliciosos, un ambiente acogedor con música ligera, agradable interacción con todo el personal del restaurante y algunos otros elementos intangibles. Cada uno de estos elementos realiza su propia función y todos juntos crean una agradable experiencia en la mente de los comensales)

B. Uso de características estándar

- Servicio de distribución consistente (por ejemplo, Mc Donald's, comida rápida)
- ISO 9004-2:1991 (E) - Guía para la Gestión de la Calidad y Sistemas de Elementos de Calidad para Servicios
- Empleo de un sistema de puntuación para la selección y sollicitación de proveedores

7. ANIDANDO (MUÑECA MATRIOSKA)

A. Colocar un objeto dentro de otro, este objeto es colocado dentro de un tercero y así sucesivamente.

- Los viajes aéreos serían una experiencia aburrida si no se contara con servicios extras como la incorporación de entretenimiento dentro del paquete de vuelo (proyección de películas, revistas, etc.)

B. Un objeto pasa a través de la cavidad de otro objeto

- Las operaciones del "back office" no están aisladas de las operaciones de la oficina del frente (por ejemplo, los recepcionistas deben saber el estado de operaciones de las habitaciones de un hotel, así como si están ocupadas o no y quien las ocupa así como el estado de limpieza)

8. CONTRAPESO

A. Compensar el peso de un objeto combinándolo con otro objeto que proporcione una fuerza que lo eleve

- Las empresas contratan servicios de consultoría para que les ayuden a identificar y a solucionar problemas
- Algunos centros nocturnos invitan a bandas famosas o cantantes para ofrecer un espectáculo interesante para atraer audiencia

B. Compensar el peso de un objeto haciendo que interactúe con el ambiente

- Los clientes pueden llegar a ser un medio de comunicación entre empresas de servicio que ofrezcan servicios de calidad

9. REACCIÓN PREVIA O ACCIÓN DE CONTRARRESTAR

A. Si fuera necesario llevar a cabo una acción que implique efectos benéficos y dañinos, esta acción deberá ser remplazada con anti-acciones para controlar los efectos dañinos

- Antes de la comercialización de un nuevo servicio, un análisis preventivo debería llevarse a cabo para identificar cualquier falla potencial en la oferta del servicio

B. Crear tensiones anticipadas en un objeto el cual se opondrá a las tensiones no deseadas posteriormente

- Un archivo de “ayuda” siempre se incluye en el software para ayudar a los usuarios cada vez que tengan un problema
- El software o hardware ofrecen a menudo tecnología gratuita para brindar ayuda a los clientes vía internet o vía telefónica

10. ACCIÓN PREVIA

A. Efectuar con anterioridad, cambios a un objeto completo o parcialmente armado

- Escenarios agradables para facilitar servicios pueden ser benéficos para crear experiencia maravillosas en los clientes (por ejemplo, tiendas de café, teatros)
- Colocar carteles y mapas de localización como una guía para los visitantes

B. Arreglar objetos con antelación de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario y en el lugar adecuado

- Los clientes que rentan un auto de alguna cadena de empresas de alquiler, pueden entregarlo posteriormente al establecimiento más cercano (no necesariamente en el establecimiento donde contrataron el servicio de renta)
- Ubicación estratégica de productos básicos en los centros comerciales [2]
- Para acortar el tiempo de salida, algunos hoteles colocan la factura del total debajo de la puerta del cuarto de los huéspedes durante la última noche que pasarán en el hotel y así lograr un “tiempo cero de espera”

11. PREVENIR

A. Compensar con medidas emergentes preparadas con antelación la baja confiabilidad de un objeto

- Para dirigir la capacidad del servicio y suavizar la demanda de los clientes, las compañías de servicio pueden usar un grupo de estrategias preventivas como moderar el precio (ya sea incrementándolo o al contrario) para estabilizar la demanda y también hacer uso de citas y reservaciones

12. EQUIPOTENCIALIDAD

A. Cambiar las condiciones de trabajo de tal manera que no se requiera levantar o bajar un objeto

- Los clientes que rentan un auto de alguna cadena de empresas de alquiler, pueden entregarlo posteriormente al establecimiento más cercano (no necesariamente en el establecimiento donde contrataron el servicio de renta, este ejemplo también se aplica en el Principio 10, Acción previa)

13. HACERLO AL REVÉS

A. En vez de llevar a cabo la acción directa para solucionar un problema, llevar a cabo la acción opuesta

- Con el avance de los servicios por internet, los clientes no tienen la necesidad de acudir a la tienda “física” como se solía hacer antes. Ellos ahora pueden comprar y efectuar pagos en línea desde la comodidad de su hogar y esperar la entrega de los productos adquiridos en su domicilio

B. Haga móvil la parte rígida (o el ambiente externo) y viceversa

- Las ambulancias llegan hasta el lugar donde se encuentra el paciente
- Las empresas de servicio pueden ganar ventajas competitivas mediante el servicio de entrega “en el lugar” (por ejemplo, servicio de mantenimiento de computadoras a domicilio)

C. Voltrear un objeto de arriba abajo (“poner de cabeza”)

- En algunas ocasiones, los clientes pueden “auto-servirse” en lugar de que esperen ayuda del personal de servicio (por ejemplo, estudiantes que aprenden por su cuenta; restaurantes buffet)

14. ESFERIODALIDAD

A. Reemplazar las partes lineales con partes curvas, las superficies planas con superficies esféricas y formas cúbicas por formas esféricas.

B. Utilizar rodillos, esferas y espirales

C. Reemplazar el movimiento lineal con el rotacional usando fuerzas centrífugas

- El proceso de desarrollo de un nuevo servicio es altamente iterativo en vez de ser justamente lineal
- La retroalimentación para los clientes y el personal de marketing y ventas es valiosa para el desarrollo de nuevos servicios

15. DINAMICIDAD

A. Las características de un objeto o del ambiente externo deben ser alteradas para proporcionar una óptima ejecución en cada etapa de la operación

- Las empresas de servicio pueden permitir a sus empleados prestar algún servicio adicional (por ejemplo, la cadena de hoteles Joie de Vivre cuenta

con un programa de "hacedor de sueños", sus empleados pueden crear un regalo especial y personal de bienvenida para los clientes VIP)

B. Dividir un objeto en elementos capaces de intercambiar su posición relativa entre ellos

- El equipo de desarrollo de nuevos servicios debería estar integrado por miembros de diversos departamentos

C. Si un objeto (o proceso) es inamovible hacerlo movable. Hacerlo intercambiable

- Las demandas de los clientes normalmente siguen cierto patrón. Así, las empresas de servicio pueden tratar de adaptar las capacidades del servicio para satisfacer las demandas de los clientes (por ejemplo, las líneas aéreas incrementan los vuelos durante las temporadas altas; los restaurantes contratan personal temporal)

16. ACCIÓN PARCIAL O EXCESIVA

A. Si es difícil alcanzar el 100% del efecto deseado, alcanzar el mayor porcentaje posible

- Dar noticias por adelantado y explicaciones a los clientes por servicios no disponibles pueden prevenir la pérdida de la lealtad de los clientes debido a una espera en vano (por ejemplo, los sitios web cuentan con links donde se explica la falla temporal del servicio; en las ventanillas de servicio se colocan letreros con leyendas como "regresamos en 20 minutos" o "el servicio comenzará a partir de las 2 p.m." para evitar que los clientes esperen en vano)
- Los clientes pueden quedar fascinados si ellos perciben que la calidad del servicio sobrepasa sus expectativas (por ejemplo, antes de una conferencia, los organizadores envían recordatorios sobre la fecha, hora y lugar a los asistentes, así como después de efectuada la conferencia envían agradecimientos por haber asistido; algunos centros comerciales cuentan con servicio de guardería para que los padres puedan realizar sus compras cómodamente)

17. TRANSICIÓN A UNA NUEVA DIMENSIÓN

A. Mover un objeto en un espacio de dos, tres o más dimensiones

- Estudios de satisfacciones del cliente en múltiples dimensiones; el uso de la Casa de Calidad en el diseño del servicio [5]
- Sistema de múltiples niveles de ventas (por ejemplo, sistemas de ventas de Amway o Avon)

B. Utilizar objetos apilados en varios niveles

- Diferenciar y segmentar a los clientes basándose en sus necesidades, conducta, sexo, edad, etc.
- Las estructura organizacional de McDonald's tiene forma de pirámide con capas: supervisión para los asistentes del gerente de la tienda, el gerente de la tienda y el gerente regional de la empresa "consultor" quien se

encarga de asegurar la consistencia de la prestación del servicio en todos los establecimientos [2]

18. VIBRACIÓN MECÁNICA

A. Hacer que un objeto vibre u oscile

- El llevar a cabo un análisis comparativo (benchmarking) sobre las mejores prácticas efectuadas en distintas industrias de servicios podrían ser útiles para mejorar la calidad del servicio y mantener la innovación en el desarrollo de la oferta de servicios
- Variar la capacidad requerida del servicio apoyándose con el patrón de fluctuación de las demandas del cliente (por ejemplo, los restaurantes de comida rápida contratan personal temporal para dar servicio durante horas pico)

B. Si existe oscilación, incremente su frecuencia a ultrasónica

- Los hoteles Ritz Carlton disponen de 10 minutos diarios para el entrenamiento del personal, en lugar de clases largas en intervalos poco frecuentes

C. Use la frecuencia de resonancia de un objeto

- Uso de la filosofía JIT (Just in Time) en los sistemas de inventarios de la administración de cadenas de suministro
- Empresas de consultoría necesarias para trabajar "en armonía" con los clientes en los objetivos planteados en la resolución de problemas

19. ACCIÓN PERIÓDICA

A. En lugar de una acción continua, use una acción periódica o pulsante

- Para algunas industrias de servicio no es necesario mantener fija la capacidad del servicio durante todo el tiempo (por ejemplo, las líneas aéreas incrementan el número de vuelos en temporada vacacional; los cines cuentan con más funciones durante los fines de semana)

B. Si una acción ya es periódica, cambie su magnitud o su frecuencia

- Las demandas de los clientes en algunas empresas de servicio comúnmente experimentan un comportamiento cíclico durante ciertos periodos de tiempo, lo cual es considerado como una variación entre crestas y valles, lo cual significa que puede ser útil para suavizar la demanda durante el tiempo pico (por ejemplo, descuentos en paquetes de viajes durante temporada baja)

C. Use pausas entre impulsos para crear una acción adicional

- Los empleados pueden ser capacitados durante los periodos en que la demanda del servicio es mínima y así estarán preparados para periodos de alta demanda

- En las operaciones de “back office”, las inspecciones de las condiciones de trabajo de las máquinas deben ser regulares (periódicas) con el fin de evitar accidentes

20. CONTINUIDAD DE ACCIONES ÚTILES

A. Llevar a cabo la acción sin descanso, es decir, todas las partes de un objeto deben operar a su máxima capacidad todo el tiempo

- Algunas empresas de servicio desarrollan un fondo bancario para aquellos empleados que son contratados como un recurso de capacitación durante periodos de alta demanda de servicios [2]
- Algunos servicios e instalaciones permanecen en el estado de reparto continuo (por ejemplo, programas de radio, hotlines, autopistas públicas)

21. EJECUTAR DE PRISA (AUMENTAR LA VELOCIDAD A LA QUE SE LLEVA A CABO UNA ACCIÓN RIESGOSA)

A. Ejecutar operaciones nocivas y peligrosas a alta velocidad

- El procedimiento para las mastografías por medio de rayos X es incómodo para el paciente. La exposición actual a los rayos X toma algunos minutos. Si los técnicos aprenden como operar la posición rápidamente y cómo liberar la presión en el instante en que se toman los rayos X, es más probable que los pacientes cuiden su salud sometiéndose a este tipo de estudios.
- Al mantener a los clientes en largas esperas, se corre el riesgo de perder su lealtad, por ello es necesario acortar el tiempo de espera (haciendo de prisa esta acción riesgosa) mediante el establecimiento de más mostradores o contratando más personal durante las horas o días pico.
- Una manera de administrar la línea de espera es hacer que el cliente sienta que su tiempo de espera fue mínimo (por ejemplo, en Disney, los empleados proporcionan entretenimiento a las personas que están en alguna línea de espera; los edificios que cuentan con muchos pisos cuentan con espejos en sus elevadores para mantener entretenidas a las personas durante su ascenso)
- Para incrementar el nivel de automatización, algunas organizaciones de servicio intentan acortar el tiempo de trato directo con el cliente (por ejemplo, el uso de contestadoras para el sistema de reservaciones de un determinado servicio)
- Para acortar el tiempo de salida, algunos hoteles colocan la factura del total debajo de la puerta del cuarto de los huéspedes durante la última noche que pasarán en el hotel y así lograr un “tiempo cero de espera” (este ejemplo también se aplica en el Principio 10, Acción previa)

22. CONVERTIR ALGO DAÑINO EN BENÉFICO

A. Utilice factores nocivos (especialmente ambientales) para obtener un efecto positivo

- Las empresas de servicios pueden mejorar la calidad en el servicio prestando atención a las quejas expuestas por los clientes
- Si ocurre una falla en el servicio o una falla potencial en el servicio es identificada, las empresas de servicio pueden responder rápidamente y tomar medidas efectivas para solucionar el problema. Esto crea percepciones positivas acerca de la calidad del servicio dentro de la mente de los clientes (por ejemplo, Microsoft proporciona parches para que el software mejore su calidad; el servir bebidas durante el retraso de un vuelo convierten una mala experiencia a una buena)

C. Incrementar el grado de la acción nociva de modo que se extienda hasta que deje de ser nociva

- En los servicios profesionales (por ejemplo, consultoría), el precio para la adquisición del servicio a menudo es considerado como un sustituto para la calidad del servicio. Así el incrementar el precio de este tipo de servicio con una excelente calidad podría ser una estrategia competitiva. (“si te cobran caro va a ser bueno, si es barato es malo”)

23. REALIMENTACIÓN

A. Introducir realimentación para mejorar un proceso o una acción

- La retroalimentación instantánea sobre los movimientos de ventas e inventario puede ser obtenida mediante el uso de etiquetas RFID (identificación por radiofrecuencia). Esto puede resultar ser una mejor manera de adaptar el inventario a las necesidades de los clientes
- El uso de expedientes médicos de los pacientes y el escuchar sus reacciones ante los tratamientos administrados previamente, puede ser una manera para hacer más efectiva la atención médica [1]

B. Si ya existe realimentación, cambiar su magnitud o influencia

- Aumentar la recopilación de datos de información sobre los clientes y el personal de primera línea mediante el uso de medios como grupos de enfoque, de ideas, entrevistas, etc.
- En vez de esperar por la reacción de los clientes, algunas empresas de manera proactiva, emplean un sistema de información computarizado (por ejemplo, código de barras o tecnología de escáner) para recolectar y analizar el comportamiento de compra de los clientes.

24. MEDIADOR (INTERMEDIARIOS)

A. Use un objeto intermediario para transferir o llevar a cabo una acción

- Un gran número de empresas de servicio funcionan como intermediarios (por ejemplo, agentes de empleo, agentes de viajes, buffets de abogados, etc.)

- El personal que se encuentra en contacto con el cliente es representativo de las empresas de servicio, así como también los intermediarios entre empresas de servicio y los clientes. Sus desempeños afectan directamente a la imagen de la empresa
- Algunos bienes físicos desempeñan el papel de intermediario en la creación de experiencias agradables para el cliente en la prestación de servicios (por ejemplo, comprar comida para llevar en un restaurante, reemplazo de partes en servicios de mantenimiento)
- Los clientes pueden ser anunciantes de las ofertas de servicio (por ejemplo, un cliente feliz está dispuesto a compartir su experiencia de un buen servicio con sus amigos)

B. Conectar temporalmente el objeto original con uno que pueda ser fácilmente removido

- En algunas industrias, los clientes o “sus representantes” deben brindar apoyo temporal dentro de la empresa en el curso de la prestación del servicio (por ejemplo, en empresas del ramo automotriz, los clientes, en este caso las armadoras de autos, supervisan el trabajo que lleva a cabo la empresa que se encarga de armar las líneas de producción o las estaciones de trabajo, caso de FFT México con General Motors)

25. AUTOSERVICIO

A. Un objeto debe ayudarse a si mismo y realizar tanto operaciones suplementarias como de reparación

- En los restaurantes de comida rápida, los clientes desempeñan el papel de “empleado parcial”; de esta manera, el cliente puede elegir y armar la comida a su gusto y así ayudar a aumentar la labor de servicio del personal
- La eficacia de la educación depende en gran medida del esfuerzo propio de los estudiantes

B. Aprovechar los materiales y energía desperdiciada

- Evaluar las situaciones de malos servicios que necesiten mejorar (por ejemplo, en algunos hospitales se hacen diversas preguntas a los pacientes para evaluar la manera en que se llevan a cabo los tratamientos y así determinar cómo mejorar la atención médica)

26. COPIANDO

A. Usar una copia barata y simple en lugar del objeto original que es frágil, caro o inconveniente de operar

- En algunos museos, los visitantes tienen la opción de rentar un audio-guía en vez de comprar un folleto

B. Remplace un objeto o proceso con copias ópticas

- Libros disponibles para “bajar” en internet

- En los hoteles, en lugar del uso de llave, colocar un dispositivo que permita acceder a los huéspedes a su habitación mediante la lectura de huella digital

D. Copia de conceptos creativos de servicios en distintos sectores

- Benchmarking
- Las nuevas tarjetas empleadas en el Metro y Metrobús de la Ciudad de México son similares al concepto de tarjeta de crédito y cajeros automáticos
- Algunas empresas de servicio pueden acelerar la entrega de su producto examinando el modelo de Federal Express que ofrece entrega de productos durante la noche (reparto nocturno)

27. DESECHAR

A. Reemplazar un objeto caro con otro que sea más económico y conveniente

- Para prevenir enfermedades, algunas cafeterías de Singapur usan platos y cubiertos desechables durante el periodo de síndrome agudo respiratorio severo (SRAS) [1]
- Algunas empresas de software permiten que clientes potenciales descarguen gratis sus productos para una etapa de prueba durante cierto tiempo. Esto ayuda a los clientes a experimentar con los productos antes de que tomen la decisión de comprar la licencia
- Antes del estreno de una película, se exhiben avances de la propia película (trailer)

28. SUSTITUCIÓN MECÁNICA

A. Reemplazar un sistema mecánico con uno óptico, acústico, olfativo o térmico

- En las tiendas de perfumes, colocar muestrarios con los diversos aromas disponibles en vez de contratar empleados que viertan directamente la esencia en la muñeca de los clientes, ya que muchas veces el aroma no es agradable para los clientes
- Antes de un concierto, para evitar a los grupos "teloneros", poner un cd o video de algún otro artista

B. Use campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos para interactuar con un objeto

- Aplicar tecnologías de manufactura para automatizar las operaciones de "back office" en empresas de servicio (por ejemplo, sistema de manejo de equipaje en aeropuertos)
- En la prestación de servicios tradicionales, los clientes deben trasladarse al centro de servicio o los servidores deben trasladarse hasta el lugar donde se encuentran los clientes. La comunicación electrónica puede ser un sustituto para el desplazamiento físico (por ejemplo, educación a distancia vía internet, video conferencias)

C. Cambie campos: estacionario por uno móvil, sin estructura por uno estructurado

- La tecnología de internet permite la comunicación en tiempo real con recursos visuales (por ejemplo, Messenger) lo cual es una manera revolucionaria de cambiar las tradicionales llamadas telefónicas, sobre todo para las de larga distancia

29. EMPLEAR UN SISTEMA NEUMÁTICO O HIDRÁULICO

A. Remplace partes sólidas de un objeto con un gas o líquido.

- La imagen de una empresa de servicio puede ser una garantía para la calidad del servicio (por ejemplo, la universidades que figuran en el ranking mundial ganan prestigio y destacan por la calidad de su educación, caso cercano el de la UNAM en Latinoamérica)

30. MEMBRANAS FLEXIBLES Y PELÍCULAS DELGADAS

A. Use membranas flexibles y películas delgadas en lugar de las estructuras tridimensionales

B. Aislar un objeto de su ambiente externo con membranas flexibles y películas delgadas

- Algunos trenes usan un sistema automático de cierre de puertas para aislar los compartimientos de fumadores de los no fumadores

31. MATERIAL POROSO

A. Haga un objeto poroso o use elementos porosos suplementarios

- Abrir cajas rápidas en supermercados sólo durante las horas pico
- Debe haber un canal para los proveedores a través del cual puedan escuchar la voz del cliente. Las tecnologías de información brindan la oportunidad a los proveedores de servicio para interactuar más frecuentemente con los clientes (por ejemplo, después de que algunas empresas implementan el servicio de chat en tiempo real en sus páginas web para facilitar la interacción con sus clientes, sus ventas se incrementan de manera significativa)

B. Si un objeto ya es poroso, llenar los poros con algún tipo de sustancia

- Para desarrollar mejores productos o mejorar la calidad en el servicio, los proveedores de servicios pueden animar y recompensar a los clientes para expresar libremente sus opiniones acerca de los servicios que se les brinden (por ejemplo, empleo de grupos de clientes enfocados a evaluar nuevos servicios antes del lanzamiento formal de los mismos o involucrar a los clientes a participar en la generación de nuevas ideas)

32. CAMBIO DE COLOR

- A. Cambie el color de un objeto o de su ambiente externo
- Cambiar el color de las instalaciones de servicio para poder influenciar en la percepción de los clientes sobre el servicio (por ejemplo, en el invierno, pintar los interiores de un restaurante con un color cálido)
 - Para la recuperación pronta de los pacientes, evitar los colores “típicos” de los hospitales (aquellos tonos apagados y claros)
- B. Cambie el grado de translucidez de un objeto o de su ambiente externo
- A veces es útil “revelar” a los clientes ciertas confidencias sobre el servicio, es decir, hacerlo transparente (por ejemplo, algunos restaurantes permiten a sus clientes ir hasta la cocina; en algunos talleres mecánicos el cliente puede ver como reparan su auto; algunos salones de belleza cuentan con grandes ventanas hacia el exterior) [2]

33. HOMOGENEIDAD

- A. Los objetos que interactúan con el objeto principal deben estar hechos del mismo material (o materiales con propiedades similares) del objeto principal
- Algunos hospitales animan a los pacientes que han sido sometidos a cirugía a que compartan sus experiencias con nuevos pacientes para aminorar sus temores
 - Programas académicos de “estudiante apoya a estudiante”

34. RESTAURACIÓN Y REGENERACIÓN DE PARTES

- A. Después de concluir su función, un elemento de un objeto debe desecharse (evaporarse, disolverse, etc.) o puede ser modificado durante el proceso en que se requiere.
- Algunos de los elementos incluidos en el paquete de servicios se consumen después de que han cumplido su función auxiliar de crear experiencias en la mente de los clientes (por ejemplo, comidas y/o bebidas ofrecidas por los restaurantes; medicamentos proporcionados por los centros de salud; conocimientos transmitidos por los profesores)

35. CAMBIO DE PARÁMETROS (TRANSFORMACIÓN DE PROPIEDADES)

- A. Cambie el estado físico de un objeto
- Cambio de bancos físicos a bancos por internet
- B. Cambie la concentración o densidad
- El objetivo de la estrategia de servicios se basa en la premisa de que la empresa de servicios puede llevar a cabo sus objetivos mediante estrategias más eficaces y/o eficientes que las de las otras empresas tratando de brindar así servicios a un mercado más amplio

C. Cambie el grado de flexibilidad

- A veces, el personalizar un servicio estándar puede hacer que el mismo servicio sea exitoso porque será preferido por los clientes (por ejemplo, un recepcionista de un hotel que llama a los huéspedes por su nombre causa una buena impresión y es muy seguro que los clientes regresen a ese mismo hotel; las estéticas ofrecen servicios personalizados, como puede ser un estilista personal, jugos y agua, entornos relajados, música de acuerdo con el estado de ánimo, etc. para diferenciarse así de los salones de belleza convencional; Burger King permite a sus clientes "personalizar" su hamburguesa a diferencia del concepto clásico de McDonald's sobre comida rápida)
- Los museos prestan sus obras de arte más famosas para que sean exhibidas por todo el mundo
- Los circos famosos viajan de pueblo en pueblo (por ejemplo, Cirque du Soleil)

D. Cambie la temperatura

- Una cafetería que necesita un ambiente de relajación, debe usar música suave como fondo
- Una discoteca necesita programas de recreación especial para cambiar el humor de los asistentes

36. TRANSICIÓN DE FASE

A. Use el fenómeno de cambio de fase

- Los centros recreativos ofrecen nuevos programas de tiempo libre durante distintas temporadas
- Algunos clubes ofrecen servicios especiales para satisfacer las necesidades de las personas de la tercera edad

37. EXPANSIÓN TÉRMICA

A. Use la expansión o contracción del material cambiando su temperatura

- Algunas industrias de servicio emplean la capacidad de servicio adaptable para atender las demandas fluctuantes de los clientes (por ejemplo, los restaurantes contratan personal temporal para atender durante grandes demandas; las líneas aéreas incrementan el número de vuelos durante temporada vacacional)
- Empresas de gran éxito que buscan expandirse por todo el mundo (por ejemplo, Starbucks, McDonald's, Coca Cola)

38. OXIDACIÓN ACELERADA

A. Reemplazar aire común con aire de oxígeno enriquecido

- Contrariamente a la perspectiva de sistema cerrado que se maneja en la industria de manufactura, las operaciones de servicio adoptan el concepto de sistema abierto debido a la presencia de los clientes en el proceso de

prestación de servicios [2]. Esto ayuda a enriquecer el conocimiento de la empresa sobre sus clientes.

B. Reemplazar aire enriquecido con oxígeno puro

- Seguir potenciando la función de los clientes como co-productores en la prestación de servicios (por ejemplo, la evolución del papel de los clientes en la prestación de servicios bancarios tradicionales a la banca telefónica y por último a la banca por internet)

39. AMBIENTE INERTE

A. Reemplazar el ambiente normal con uno inerte

- Tiempo libre para la lectura
- Durante el periodo de brote de enfermedades infecciosas, en los hospitales los pacientes son puestos en cuarentena con el propósito de evitar una mayor propagación
- Uso de terceras partes neutrales durante negociaciones difíciles [3]

40. MATERIALES COMPUESTOS

A. Reemplazar los materiales homogéneos por compuestos.

- La adición de elementos tangibles en las ofertas de servicio pueden ofrecer a los clientes recordatorios físicos de sus compras de los servicios intangibles (por ejemplo, las líneas aéreas proporcionan obsequios a sus clientes como calcomanías, bolsas de viaje, toallas, etc.; los hoteles proporcionan artículos complementarios a sus clientes como jabones, agua, etc.)
- Uso de recursos multimedia en conferencias como música y video

Notas de este capítulo:

[1] Belski, I., Kaplan, L., Shapiro, V., Vaner, L., Wong, P.W. (2003), "SARS and 40 Principles For Eliminating Technical Contradictions: Creative Singapore", *The TRIZ Journal*, June issue, <http://www.triz-journal.com/archives/2003/06/index.htm>

[2] Fitzsimmons, J.A., Fitzsimmons, M.J. (2001), "*Service management: Operations, strategy, and information technology*", 3rd Edition, McGraw-Hill, New York.

[3] Mann, D., Domb, E. (1999), "40 inventive (business) principles with examples", *The TRIZ Journal*, Sept issue, <http://www.trizjournal.com/archives/1999/09/a/index.htm>

[4] Metters, R., King-Metters, K., Pullman, M. (2003), "*Successful service operations management*", SOUTH-WESTERN, Australia.

[5] Retseptor, G. (2003), "40 inventive principles in quality management", *The TRIZ Journal*, March issue, <http://www.trizjournal.com/archives/2003/03/index.htm>

CAPITULO 5: PyMES, INNOVACIÓN Y TRIZ

En el primer capítulo se habló acerca de la importancia de la innovación y todo lo que conlleva, así como también de la problemática que enfrenta nuestro país en cuanto a innovación y teniendo en cuenta que aproximadamente 94% de las empresas que se encuentran en México son PyMES, es necesaria entonces, la innovación en este sector.

5.1 PyMES y su problemática

En México, el concepto de "número reducido de trabajadores" pierde sentido ya que las PyMES pueden emplear hasta 499 trabajadores y aún ser consideradas PyMES, por ello se consideró como mejor opción mostrar cuales son sus principales características a través de sus ventajas y desventajas.

VENTAJAS:

1. Carece de burocracia y sus gerentes reaccionan con rapidez ante situaciones nuevas, puede estar al tanto de los gustos del mercado y de sus cambios y adaptarse muy rápidamente a los mismos; igualmente existe buena comunicación interna entre los gerentes y entre éstos y el personal.
2. La magnitud del capital de trabajo permite adaptarlo fácilmente a nuevos procesos de producción. Esto es válido también para las microempresas de carácter artesanal principalmente. Generalmente las máquinas utilizadas en este tipo de empresas pueden ser adecuadas a repentinos cambios en los mecanismos de producción, así como las habilidades de sus operarios.
3. Ante cambios en las condiciones de la competencia y de la competitividad, así como del ambiente competitivo, puede modificarse también el tipo de empresa (tamaño y organización) que mejor se adapta a las nuevas condiciones creadas por el desafío externo.
4. De las tres anteriores surge otra ventaja. Las empresas de menor tamaño, cuando realizan actividades de innovación, tienen más eficiencia de innovación que las grandes empresas. Es decir, por cada monto de dinero gastado en innovación la empresa pequeña produce más innovación que la grande. Esto debido a la facilidad de comunicación interna, la adaptabilidad de la empresa a cambios externos y la necesidad de cuidar al extremo el uso o destino de cada partida de inversión.
5. La empresa pequeña no solo es más flexible sino que está en relación más estrecha con sus clientes y puede enterarse rápidamente de los cambios en la demanda de los consumidores.

6. Puede especializarse, es decir, desarrollar capacidades específicas en ciertas áreas técnicas, atendiendo a mercados más reducidos pero muy sofisticados, lo cual estimulará su actividad innovadora.

7. Las pequeñas empresas tienen más presencia de innovación en algunas ramas industriales que en otras. Para recurrir a ejemplos típicos: en software y en instrumentos científicos.

8. Las empresas pequeñas presentan mejores condiciones para la innovación respecto de las grandes y muy grandes en materia de diseño o sus mejoras en imitación y en desarrollo de nuevos productos.

Las empresas pequeñas generalmente no cuentan con el suficiente capital para desarrollar procesos de investigación en pro de la innovación.

DESVENTAJAS:

1. No cuentan o tienen un número muy limitado de técnicos y especialistas de alta calificación.
2. La comunicación hacia fuera (con el mercado internacional, con el gobierno, con otras empresas, etc.) suele ser pobre.
3. No dispone de capital propio y tampoco de capital de riesgo o préstamos de terceros para enfrentar gastos de innovación y desarrollo.
4. Carece de escala y por lo tanto de rendimientos crecientes a escala.
5. Ante un incremento de demanda que la impulse a crecer rápidamente, enfrenta limitaciones de capital propio o externo.
6. Rara vez patenta sus innovaciones pero está frecuentemente limitada por las patentes registradas por los demás.
7. Cuando está sometida a regulaciones tropieza con dificultades para cumplirlas.

Pero no solo están las ventajas para las pequeñas, que suelen ser las desventajas de las grandes, y viceversa, sino que también se puede dar una interrelación dinámica entre pequeñas y grandes empresas, basada en las relaciones productivas complementarias y un extenso sistema de vínculos. La empresa pequeña, desde esta visión, es un elemento vital en la red industrial de productores especializados en una gran diversidad de piezas, partes y componentes.

5.2 Innovación en las PyMES

La innovación de una empresa depende de la calidad de la competencia. La empresa enfrenta un problema que puede tener solución conocida o no. Si no se le

conoce, se hace necesaria la investigación, gracias a ella, el problema puede ser resuelto y encontrarse en la ruta de la innovación.

Hoy, a pesar de todos los esfuerzos que se están haciendo, la idea que se tiene de la innovación es que es algo de la gran empresa, y además, al presentarla como condición para permanecer en el mercado provoca tal alarma que lleva a que no se vea otra salida que la de las trincheras: la de protegerse para sobrevivir y principalmente si se está entrando en el cambio de ciclo económico que todos los indicadores así lo vaticinan. Lo anterior se debe a los montos de capital necesarios para invertir en una investigación que dé buenos resultados y hacer de estos un negocio rentable.

Es necesario, por tanto, ofrecer a la empresa PyME un camino que vea que lo puede recorrer cómoda e ilusionadamente. Un camino que lo viva como una perspectiva real de mejora, no como una utopía que le supone un problema añadido. Mientras la innovación lo sienta como la necesidad de genios de bata blanca y altas inversiones es seguro que va a eludirla. Esta empresa necesita una propuesta que la considere accesible para poder asumirla. Esta empresa necesita, en definitiva, ayuda pegada a su día a día.

5.3 ¿Cómo podría entonces, haber innovación en las PyMES?

El elemento diferenciador y que más contribuiría a que la empresa se especialice, incremente su eficacia y se vuelva innovadora, podría ser su vínculo con empresas de diferente tamaño y particularmente con grandes que fijarían pautas de calidad siempre crecientes y arrastrarían a la pequeña empresa hacia una transformación sustancial. Realizando actividades como la fabricación de prototipos y trabajos a pedido, la innovación de las PyMES está, por lo tanto, muy ligada a la dinámica que surge de la firma que da la orden.

Además, la empresa necesita de una mano de obra capacitada tecnológicamente para poder manejar nuevas tecnologías y que la estructura financiera permita emprender los esfuerzos para innovar

La demanda que la empresa grande plantea a las PyMES y la red de proveedores especializados que se forma en torno a una empresa grande y que suscribe con ésta contratos, es una herramienta de suma importancia para elevar la competitividad del conjunto del sector industrial.

Otro de los aspectos de gran importancia es que la empresa PyME sólo puede ser innovadora **si va de la mano del cliente**, si es un auténtico compañero del viaje de ese cliente.

Y el ir de la mano del cliente no exige ni doctores, ni maestros de última generación y ni salidas significativas de recursos, sino quererlo de verdad. Sólo desde ahí es cuando se descubrirá que se está ante un nuevo concepto de cliente. Un cliente que compra experiencias y no productos o servicios. Un cliente al que ya no le impactan los profesionales con buenos índices intelectuales, altos conocimientos, demostrada experiencia y espléndidas habilidades, sino los que

saben ser conectores emocionales. Un cliente que ya no percibe el valor en la excelencia objetiva, sino en el sentimiento de verse arropado por el proveedor. Un cliente que, además, está dispuesto a pagar más por tener a este proveedor.

De hecho, el cliente es un juez infalible que siempre dice la última palabra y a quien es preciso satisfacer a todo precio con el producto vendido, mejor que el de los competidores si es posible. Y es preciso señalar que este juicio del cliente no deriva ni de su razón ni de su cerebro, sino de sus sentidos, y así se explica a veces se desconfíe de los estudios de mercado, pues resulta muy difícil entrevistar directamente los sentidos.

El compromiso que representa un producto industrial de gran consumo debe ser consecuencia directa de los conocimientos del fabricante, es decir, de su "know how". El modista Christian Dior, por ejemplo, cuando revolucionó la moda, no pidió a las parisinas como querían o deseaban vestir.¹⁹

Cuando la PyME toma conciencia de este descubrimiento es cuando asume que la venta deja de ser el fin de la empresa y la satisfacción del cliente pasa a convertirse en la meta. Es cuando comprende que está en el mercado para hacer sentir mejor al cliente, lo cual la hace volcarse para que así sea. Pues bien, en este sentimiento de sociedad es cuando la innovación se hace presente.

5.4 Entonces, ¿dónde entra TRIZ?

En el capítulo 2 se expuso la razón por la cual TRIZ es una herramienta de suma importancia para la empresa ya que es necesario que la innovación sea fiable, reproducible, una competencia básica y una actividad combinada y para lograr dicho fin se necesita un amplificador dentro de las fases de resolución y generación de ideas, por supuesto, este amplificador es TRIZ.

Además de que TRIZ impacta de manera positiva en la organización ya que reduce la innovación a un mero proceso algorítmico.

También, como se observó en los capítulos 3 y 4, se hizo un análisis de cómo pueden aplicarse los 40 principios tanto a la calidad como al sector de servicios (conceptos de suma importancia dentro del ámbito empresarial y que hoy en día son imprescindibles), y claramente se percibe que hacen énfasis en el cliente, de cómo hay que llegar a él, de cómo satisfacerlo en mayor medida, de la manera en que se captan más clientes, de la importancia de segmentar el mercado de acuerdo con el tipo de cliente que se tenga, pero sobre todo, *escuchar la voz del cliente*.

En el área de control de calidad, se sabe que es el cliente el que decide si un producto y/o servicio cuenta o no con calidad, por ello es necesario efectuar encuestas, visitas, informes, entrevistas, listas de satisfacción, entre otros medios, para conocer que es lo que necesita, espera y exige el cliente, además, se propone

¹⁹ Barreyre Pierre-Yves "La pequeña y mediana empresa: Frente al cambio", ed. Hispano Europea, España 1987

en el Principio 13, Hacerlo al revés²⁰, que debe de alentarse a los clientes a quejarse, ya que como puede verse en el ejemplo del Principio 22 invertido, Maldición disfrazada²¹, la ausencia de quejas por parte de los clientes puede indicar falta de confianza y además, las quejas de los clientes pueden emplearse como oportunidades para mejorar. Y lo mismo aplica para el área de administración de servicios, ya que en el ejemplo del Principio 3, Calidad local²², se dice que el cliente puede desempeñar un papel importante para mejorar la calidad del servicio ofrecido. Además, en ambas áreas, diversos Principios, tratan sobre la “personalización” ofrecida para el cliente, este concepto es de suma importancia para lograr el desarrollo y crecimiento de la PyME, ya que ayuda a crear una experiencia única y agradable para el cliente lo que permite que quede satisfecho y por tanto desempeñe un papel de “publicista”, ya que al quedar “contento”, transmitirá su experiencia a otras personas y por tanto, se llega a ampliar el número de clientes.

También es imprescindible que en la PyME se cuente con una excelente planeación en todos los sentidos, ya que permite visualizar un futuro a corto, mediano y largo plazo, llevar técnicas de análisis y plantear estrategias que permitan por igual, el crecimiento y desarrollo de la empresa; el ejemplo del Principio 18, Vibración mecánica²³, plantea el uso de planeación estratégica para “seleccionar la frecuencia correcta y hacer resonar a la empresa” con el fin de cumplir la estrategia que permita alcanzar los objetivos deseados. Además de que también en la planeación estratégica se busca el cambio de paradigmas y el Principio 22, Convertir algo dañino en benéfico²⁴, cita que se debe eliminar el miedo al cambio introduciendo el miedo a la competencia y cómo se planteo al inicio del capítulo 1: “La empresa que no innova desaparece” y toda innovación requiere un cierto cambio, lo que muchas veces pasa desapercibido en importancia por las PyMES.

El Principio 25, Autoservicio²⁵, plantea auto-bechmarking, auto-competición, auto-evaluación, auto-auditoría, auto-inspección y auto-mejoramiento, lo cual es de gran ayuda para la PyME, para poder observar su situación desde un punto de vista interno, ya que “no hay mejor juez que uno mismo”, pero siempre y cuando la empresa *sea objetiva*.

Algo de suma importancia dentro de la empresa es la parte de costos, para una PyME es de vital importancia mantener sus costos y tratar de reducirlos en lo posible, para ello, en los Principios 26, 27, 28 y 35, Copiando, Desechar, Sustitución mecánica y Cambio de parámetros²⁶ se citan ejemplos que podrían ser de gran utilidad para reducir costos y dicho sea de paso, evitar el desperdicio.

²⁰ Capítulo 3

^{21, 23, 24, 25} Capítulo 3

²² Capítulo 4

²⁶ Capítulos 3 y 4

Lo más relevante de este análisis fue que:

- ✓ Se mejora la solución de problemas
- ✓ Las barreras a la innovación pueden ser superadas
- ✓ Disminución de prueba y error mediante pasos definidos
- ✓ Predicción/Análisis de Fallas
- ✓ Los asociados piensan en un nivel más alto de abstracción (realza creatividad)
- ✓ Mejora de Procesos
- ✓ Más soluciones innovadoras
- ✓ Reducción de costos
- ✓ Reducción de riesgos
- ✓ Repetibilidad de resultados
- ✓ La densidad y fuerza de las soluciones se incrementa
- ✓ Reducción del ciclo de desarrollo partiendo inicialmente de un concepto correcto
- ✓ Versatilidad para el desarrollo de nuevos productos
 - Predicción, producción y protección a futuros productos
 - Pronóstico Tecnológico
- ✓ Realce de la propiedad intelectual
 - Análisis de Patentes

Entra también el concepto del "Resultado Final Ideal", que es la mejor solución imaginable del problema y en el caso de una empresa de servicios sería: "El cliente obtiene exactamente lo que necesita en el momento exacto en el que lo necesita."

Y eso es precisamente lo que se plantea en la solución para llevar a cabo innovación en las PyMES, que lo más importante es cliente, ya que es él para quien se trabaja, es él a quien se dirigen los productos, **es la parte más importante de una empresa.**

CONCLUSIONES

Por medio de este trabajo, se pudo comprobar el objetivo planteado al inicio de esta tesis: ¿Cómo podría integrarse la metodología TRIZ en el ámbito de la Ingeniería Industrial?

Teniendo en cuenta la definición de Ingeniería Industrial puede verse que el objetivo de esta disciplina es la integración y optimización de recursos, sustentándose en la productividad, *innovación tecnológica*, ingeniería financiera, desarrollo empresarial y en el empleo de sistemas productivos y operativos de todo tipo, es decir, la Ingeniería Industrial permite y fomenta el diseño, implantación y mejora de sistemas integrados para bienes y servicios. Para lograr este cometido, la Ingeniería Industrial requiere de distintas herramientas así como también de diversas técnicas encaminadas al cumplimiento de dichos objetivos, principalmente metodologías para la solución de problemas y para la mejora continua, proponiendo en este caso un método nuevo: **TRIZ**, que es un método de solución de problemas simples y difíciles mas rápidamente y con mejores resultados y que además puede integrarse junto con las actuales técnicas de mejoramiento de calidad/proceso.

La metodología TRIZ es aplicable al campo de la Ingeniería Industrial, ya que permite tener una nueva perspectiva de la innovación, es decir, permite que la innovación esté al alcance de todos y dota de un algoritmo para la solución de problemas de innovación tecnológica. Por otro lado TRIZ parte de un enfoque diferente que consiste en utilizar el máximo de conocimientos disponibles en las patentes sobre un problema concreto y llegar a una adecuada solución que se aplica previamente a problemas similares; para este fin utiliza el proceso de razonamiento habitual.

Como se pudo ver, la innovación dentro de una empresa es de suma importancia porque la alta competitividad y la exigencia de los clientes en las últimas décadas han obligado a las empresas de todo el mundo a elevar la calidad de sus productos y procesos. La ventaja competitiva hoy en día se encuentra principalmente en la habilidad que tienen las organizaciones de aplicar su conocimiento y experiencia en el desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios. Es decir, innovación.

Pero en nuestro país se vive un grave atraso tecnológico, principalmente en la pequeña y mediana empresa (PyME, que representan la mayoría del número total de empresas en nuestro país), por lo cual se hace necesaria la presencia de la innovación dentro de este rubro para poder así, ofrecer nuevas expectativas de crecimiento, para ello es necesario el conocimiento de la metodología TRIZ porque, como se mencionó anteriormente, permite tener una perspectiva diferente de cómo es la innovación y por lo tanto, en la pequeña empresa se podrá ver a la innovación ya no como un anhelo sino como una realidad presente que permitirá llevar a cabo esfuerzos de mejoramiento en todos los sentidos para así ser la pequeña empresa, competitiva y posteriormente, buscar su crecimiento.

Así, a través del análisis de los 40 principios aplicados al control de calidad y a la administración de servicios se reafirma que:

1. El elemento más importante de una empresa es el cliente
2. La comunicación es fundamental para el desarrollo de la empresa
3. Una buena organización permite un excelente servicio
4. Se necesita una integración del triple papel: productor-cliente-proveedor
5. El cliente es quien marca las pautas de innovación

Adicionalmente se encontró que:

6. TRIZ puede relacionarse con el Poka Yoke (filosofía de hacer bien las cosas desde el diseño)
7. TRIZ no sólo se aplica a problemas técnicos sino que también es posible aplicarla a problemas que surgen en la empresa en el ámbito de control de calidad y administración de servicios (por mencionar algunos)
8. Un problema es un efecto no deseado, algo que debe corregirse o eliminarse (según Kepner y Tregoe)

Además, TRIZ es una metodología que no necesariamente reemplaza a las actuales técnicas de resolución de problemas, el capítulo 3 muestra algunos ejemplos de cómo pueden llevarse a cabo las sesiones de tormenta de ideas dentro del contexto de los 40 principios, es decir, TRIZ es una metodología que puede integrarse y así en combinación con las actuales técnicas de resolución de problemas, resulta ser sumamente valiosa.

También, TRIZ va de la mano con Six Sigma, la unión de ambas metodologías representa una herramienta de suma importancia para cumplir las expectativas del cliente en cuanto a la calidad.

Mas es preciso aclarar que aún quedan muchas áreas de la Ingeniería Industrial por explorar donde podría entrar TRIZ (por ejemplo, Principio de idealidad, Tendencias de evolución, Cuestionario de la situación de la innovación, etc.) y esto por consiguiente representaría una gran aportación, ya que como se mencionó anteriormente, TRIZ es una metodología que puede integrarse y entonces así ampliar el panorama que se tiene para la resolución de los diversos problemas que se enfrentan día con día dentro del campo de la Ingeniería Industrial.

ANEXOS

40 Principios de Inventiva

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

Algoritmo para la solución de problemas de invención (ARIZ)

El Algoritmo para la solución de problemas de invención (ARIZ) es la principal herramienta de TRIZ para solucionar problemas. Es un método que supera la inercia psicológica y la eliminación de la contradicción física.

La lógica del ARIZ se dirige a la solución ideal del problema, lo que significa que el sistema mejora a un bajo costo y sin efectos dañinos. Se basa en considerar todas las contradicciones físicas, donde el mismo parámetro tiene que satisfacer dos contradicciones. ARIZ establece que primero debe definirse la contradicción porque evita que nos aproximemos a la solución ideal.

Los pasos básicos del ARIZ consisten en:

- *Análisis del sistema*, es donde se define la función básica del sistema y la raíz del problema a solucionar
- *Construcción del modelo*, consiste en el análisis de las dos contradicciones del problema, se hace una selección que más nos convenga para determinar la función básica del sistema y el modelo del problema para eliminar las contradicciones
- *Análisis de los recursos del sistema*, incluye el análisis de la zona en donde empieza la contradicción seleccionada, los periodos en que sucede, los objetos y la energía que el sistema tiene. El propósito de este análisis es separar las contradicciones y de utilizar los recursos del sistema.
- *Definición de la contradicción física*, en esta etapa, se detectan todas las contradicciones y características del problema para aplicar soluciones de ingeniería.
- *Definición de la solución ideal*, dirige a la utilización de los recursos. Este paso nos da otro dominio del problema.
- *Separación de la contradicción física*, incluye el uso de seis reglas para separar las características del problema.
- *Utilización de los recursos*, establece que el cambio debe reducirse al mínimo en el sistema y costo.
- *Evaluación y desarrollo* de los conceptos creados.

El análisis Campo-Sustancia y las 76 Soluciones Estándar

El análisis Campo-Sustancia de Altshuller, permite describir modelos de sistemas para su mejora y modelos de sistemas mejorados. Un conjunto de 76 de las más efectivas transiciones genéricas de modelos hacia modelos de sistemas mejorados se conocen como las 76 Soluciones Estándar para problemas inventivos.

Las 76 Soluciones Estándar son reglas estructuradas para la síntesis y reconstrucción de los sistemas técnicos y su enseñanza va ligada con los modelos Campo-Sustancia, porque los problemas son resueltos con soluciones estándares que están definidas en términos de modelos Campo-Sustancia.

Las 76 Soluciones Estándar son útiles para resolver problemas inventivos de nivel 3, esto es, las invenciones que mejoran significativamente el sistema existente, y representan el 18% de las patentes a nivel mundial. Cuando se resuelve una contradicción dentro del sistema existente (industria), por lo regular se hace introduciendo algún elemento nuevo; pero un nivel 3 de innovación nos conduce fuera de las ideas y principios aceptados por el rango de la industria.

Típicamente, las 76 Soluciones Estándar son utilizadas como un paso en el algoritmo ARIZ, después de que el modelo Campo-Sustancia (área de interés en ARIZ) ha sido desarrollado y cualquier limitación o contradicción en la solución ha sido identificada. El modelo y las limitantes son utilizados para identificar el tipo de solución requerida.

Las 76 Soluciones Estándar se agrupan en 5 categorías:

Mejora del sistema con o sin cambios pequeños	13 Soluciones Estándar
Mejora del sistema cambiándolo	23 Soluciones Estándar
Sistemas de transición	6 Soluciones Estándar
Detección y medición	17 Soluciones Estándar
Estrategias para la simplificación y el mejoramiento	17 Soluciones Estándar
<i>Total:</i>	76 Soluciones Estándar

Las 76 Soluciones Estándar son una colección de métodos utilizados para identificar y aplicar guías probadas en la solución de problemas. Ayudan a encontrar conceptos de solución para diversos tipos de problemas y están agrupadas por restricciones, esto facilita y acelera la búsqueda de conceptos de solución adecuados.

39 Parámetros de Altshuller

1. Peso de un objeto en movimiento
2. Peso de un objeto sin movimiento
3. Longitud de un objeto en movimiento
4. Longitud de un objeto sin movimiento
5. Área de un objeto en movimiento
6. Área de un objeto sin movimiento
7. Volumen de un objeto en movimiento
8. Volumen de un objeto sin movimiento
9. Velocidad
10. Fuerza
11. Tensión, presión
12. Forma
13. Estabilidad de un objeto
14. Resistencia
15. Durabilidad de un objeto en movimiento
16. Durabilidad de un objeto sin movimiento
17. Temperatura
18. Brillo
19. Energía gastada por un objeto en movimiento
20. Energía gastada por un objeto sin movimiento
21. Potencia
22. Desperdicio de energía
23. Desperdicio de sustancia
24. Pérdida de información
25. Desperdicio de tiempo
26. Cantidad de sustancia
27. Confiabilidad
28. Precisión de mediciones
29. Precisión de manufactura
30. Factores perjudiciales actuando en un objeto
31. Efectos secundarios dañinos
32. Manufacturabilidad
33. Conveniencia de uso
34. Reparabilidad
35. Adaptabilidad
36. Complejidad de un mecanismo
37. Complejidad de control
38. Nivel de automatización
39. Productividad

Matriz de Contradicciones

Resultado no deseable (Característica degradada)	1	2	**	14	**	38	39
	Peso de un objeto en movimiento	Peso de un objeto sin movimiento	**	Resistencia	**	Nivel de automatización	Productividad
Característica a mejorar							
1	Peso de un objeto en movimiento			28,27 18,40			
2	Peso de un objeto sin movimiento						
?	?						
38	Nivel de automatización						
39	Productividad						

• Contradicciones posibles representadas en una tabla de 39 X 39

• Las intersecciones de renglones y columnas en contradicción son referencias a los 40 principios de inventiva para la eliminación de contradicciones

Vías de solución propuestas:

- 28 Reemplazo de un sistema mecánico con un sistema no mecánico
- 27 Un objeto barato de vida corta en vez de uno caro y durable
- 18 Vibración Mecánica
- 40 Materiales compuestos

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA		1 Peso del objeto móvil	2 Peso del objeto estacionario	3 Longitud del objeto móvil
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA	1 Peso del objeto móvil			8,15,29,34
	2 Peso del objeto estacionario			
	3 Longitud del objeto móvil	8,15,29,34		
	4 Longitud del objeto estacionario		28,29,35,40	
	5 Área del objeto móvil	2,4,17,29		4,14,15,18
	6 Área del objeto estacionario		2,14,18,30	
	7 Volumen del objeto móvil	2,26,29,40		1,4,7,35
	8 Volumen del objeto estacionario		10,14,19,35	14,19
	9 Velocidad	2,13,28,38		8,13,14
	10 Fuerza	1,8,18,37	1,13,18,28	9,17,19,36
	11 Tensión/Presión	10,36,37,40	10,13,18,29	10,35,36
	12 Forma	8,10,29,40	3,10,15,26	4,5,29,34
	13 Estabilidad de la composición	2,21,35,39	1,26,39,40	1,13,15,28
	14 Resistencia o fortaleza	1,8,15,40	1,26,27,40	1,8,15,35
	15 Tiempo de acción del objeto móvil	5,19,31,34		2,9,19
	16 Tiempo de acción del objeto estacionario		6,16,19,27	
	17 Temperatura	6,22,36,38	22,32,35	9,15,19
	18 Brillantez	1,19,32	2,32,35	16,19,32
	19 Energía consumida por el objeto móvil	12,18,28,31		12,28
	20 Energía consumida por el objeto estacionario		6,9,19,27	

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
4 Longitud del objeto estacionario	5 Área del objeto móvil	6 Área del objeto estacionario	7 Volumen del objeto móvil	8 Volumen del objeto estacionario
	17,29,34,38		2,26,29,40	
1,10,29,35		2,13,30,35		2,5,14,35
	4,15,17		4,7,17,35	
		7,10,17,40		2,8,14,35
			4,7,14,17	
7,9,26,39				
	1,4,7,17			
2,8,14,35				
	29,30,34		7,29,34	
10,28	10,15,19	1,18,36,37	9,12,15,37	2,18,36,37
1,14,16,35	10,15,28,36	10,15,36,37	6,10,35	24,35
7,10,13,14	4,5,10,34		4,14,15,22	2,7,35
37	2,11,13	39	10,19,28,39	28,34,35,40
14,15,26,28	3,29,34,40	9,28,40	7,10,14,15	9,14,15,17
	3,17,19		2,10,19,30	
1,10,35				34,35,38
9,15,19	3,18,35,39	35,38	18,34,39,40	4,6,35
	19,26,32		2,10,13	6,10,26
	15,19,25		13,18,35	

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA		9 Velocidad	10 Fuerza	11 Tensión/ Presión
	1 Peso del objeto móvil	2,8,15,38	8,10,18,37	10,36,37,40
	2 Peso del objeto estacionario		8,10,19,35	10,13,18,29
	3 Longitud del objeto móvil	4,8,13	4,10,17	1,8,35
	4 Longitud del objeto estacionario		10,28	1,14,35
	5 Área del objeto móvil	4,29,30,34	2,19,30,35	10,15,28,36
	6 Área del objeto estacionario		1,18,35,36	10,15,36,37
	7 Volumen del objeto móvil	4,29,34,38	15,35,36,37	6,35,36,37
	8 Volumen del objeto estacionario		2,18,37	24,35
	9 Velocidad		13,15,19,28	6,18,38,40
	10 Fuerza	12,13,15,28		11,18,21
	11 Tensión/Presión	6,35,36	21,35,36	
	12 Forma	15,18,34,35	10,35,37,40	10,14,15,34
	13 Estabilidad de la composición	15,18,28,33	10,16,21,35	2,35,40
	14 Resistencia o fortaleza	8,13,14,26	3,10,14,18	3,10,18,40
	15 Tiempo de acción del objeto móvil	3,5,35	2,16,19	3,19,27
	16 Tiempo de acción del objeto estacionario			
	17 Temperatura	2,28,30,36	3,10,21,35	2,19,35,39
	18 Brillantez	10,13,19	6,19,26	
	19 Energía consumida por el objeto móvil	8,35	2,16,21,26	14,23,25
20 Energía consumida por el objeto estacionario		36,37		

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
12 Forma	13 Estabilidad de la composición	14 Resistencia o fortaleza	15 Tiempo de acción del objeto móvil	16 Tiempo de acción del objeto estacionario
10,14,35,40	1,19,35,39	18,27,28,40	5,31,34,35	
10,13,14,29	1,26,39,40	2,10,28,27		2,6,19,27
1,8,10,28	1,8,15,34	8,29,34,35	19	
7,13,14,15	35,37,39	14,15,26,28		1,35,40
4,5,29,34	2,11,13,39	3,14,15,40	3,6	
	2,38	40		2,10,19,30
1,4,15,29	1,10,28,39	7,9,14,15	4,6,35	
2,7,35	28,34,35,40	9,14,15,17		34,35,36
15,18,34,35	1,18,28,33	3,8,14,26	3,5,19,35	
10,34,35,40	10,21,35	10,14,27,35	2,19	
4,10,15,35	2,33,35,40	3,9,18,40	3,19,27	
	1,4,18,33	10,14,30,40	9,14,25,26	
1,4,18,22		9,15,17	10,13,27,35	3,23,35,39
10,30,35,40	13,17,35		3,26,27	
14,25,26,28	3,13,35	3,10,27		
	3,23,35,39			
14,19,22,32	1,32,35	10,22,30,40	13,19,39	16,19,36,40
30,32	3,27,32	19,35	2,6,19	
2,12,29	13,17,19,24	5,9,19,35	6,18,28,35	
	4,18,27,29	35		

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA		17 Temperatura	18 Brillantez	19 Energía consumida por el objeto móvil
	1 Peso del objeto móvil	4,6,29,38	1,19,32	12,31,34,35
	2 Peso del objeto estacionario	19,22,28,32	19,32,35	
	3 Longitud del objeto móvil	10,15,19	32	8,24,35
	4 Longitud del objeto estacionario	3,18,35,38	3,25	
	5 Área del objeto móvil	2,15,16	13,15,19,32	19,32
	6 Área del objeto estacionario	35,38,39		
	7 Volumen del objeto móvil	10,18,34,39	2,10,13	35
	8 Volumen del objeto estacionario	4,6,35		
	9 Velocidad	2,28,30,36	10,13,19	8,15,35,38
	10 Fuerza	10,21,35		10,17,19
	11 Tensión/Presión	2,19,35,39		10,14,24,37
	12 Forma	14,19,22,32	13,15,32	2,6,14,34
	13 Estabilidad de la composición	1,32,35	3,15,27,32	13,19
	14 Resistencia o fortaleza	10,30,40	19,35	10,19,35
	15 Tiempo de acción del objeto móvil	19,35,39	2,4,19,35	6,18,28,35
	16 Tiempo de acción del objeto estacionario	18,19,36,40		
	17 Temperatura		16,21,30,32	3,15,17,19
	18 Brillantez	19,32,35		1,19,32
	19 Energía consumida por el objeto móvil	3,14,19,24	2,15,19	
20 Energía consumida por el objeto estacionario		2,19,32,35		

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
20 Energía consumida por el objeto estacionario	21 Potencia	22 Pérdida de Energía	23 Pérdida de sustancia	24 Pérdida de información
	12,18,31,36	2,6,19,34	3,5,31,35	10,24,35
1,18,19,28	15,18,19,22	15,18,19,28	5,8,13,30	10,15,35
	1,35	2,7,35,39	4,10,23,29	1,24
	8,12	6,28	10,24,28,35	24,26
	10,18,19,22	15,17,26,30	2,10,35,39	26,30
↗	17,32	7,17,30	10,14,18,39	16,30
	6,13,18,35	7,13,15,16	10,34,36,39	2,22
	6,30		10,34,35,39	
	2,19,35,38	14,19,20,35	10,13,28,38	13,26
1,16,36,37	18,19,35,37	14,15	5,8,35,40	
	10,14,35	2,25,36	3,10,36,37	
	2,4,6	14	3,5,29,35	
4,18,27,29	27,31,32,35	2,6,14,39	2,14,30,40	
35	10,26,28,35	35	28,31,35,40	
	10,19,35,38		3,18,27,28	10
	16		16,18,27,38	10
	2,14,17,25	17,21,35,38	21,29,31,36	
1,15,32,35	32	1,6,13,16	1,13	1,6
	6,18,19,37	12,15,22,24	5,18,24,35	
			18,27,28,31	

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA					
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA		25 Pérdida de tiempo	26 Cantidad de sustancia	27 Confiabilidad	
	1	Peso del objeto móvil	10,20,28,35	3,18,26,31	1,3,11,27
	2	Peso del objeto estacionario	10,20,26,35	6,18,19,26	3,8,10,28
	3	Longitud del objeto móvil	2,15,29	29,35	10,14,29,40
	4	Longitud del objeto estacionario	14,29,30		15,28,29
	5	Área del objeto móvil	4,26	6,13,29,30	9,29
	6	Área del objeto estacionario	4,10,18,35	2,4,18,40	4,32,35,40
	7	Volumen del objeto móvil	2,6,10,34	7,29,30	1,11,14,40
	8	Volumen del objeto estacionario	16,18,32,35	3,35	2,16,35
	9	Velocidad		10,19,29,38	11,27,28,35
	10	Fuerza	10,36,37	14,18,29,36	3,13,21,35
	11	Tensión/Presión	4,36,37	10,14,36	10,13,19,35
	12	Forma	10,14,17,34	22,36	10,16,40
	13	Estabilidad de la composición	27,35	15,32,35	
	14	Resistencia o fortaleza	3,10,28,29	10,27,29	3,11
	15	Tiempo de acción del objeto móvil	10,18,20,28	3,10,35,40	2,11,13
	16	Tiempo de acción del objeto estacionario	10,16,20,28	3,31,35	6,27,34,40
	17	Temperatura	18,21,28,35	3,17,30,39	3,10,19,35
	18	Brillantez	1,17,19,26	1,19	
	19	Energía consumida por el objeto móvil	18,19,35,38	16,18,23,34	11,19,21,27
20	Energía consumida por el objeto estacionario		3,31,35	10,23,36	

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
28 Precisión de la medición	29 Precisión de la manufactura	30 Factores dañinos del exterior, actuando sobre el objeto	31 Factores dañinos generados por el objeto	32 Manufacturabilidad o facilidad de fabricación
26,27,28,35	18,26,28,35	18,21,22,27	22,31,35,39	1,27,28,36
18,26,28	1,10,17,35	2,19,22,37	1,22,35,39	1,9,28
4,28,32	10,28,29,37	1,15,17,24	15,17	1,17,29
3,28,32	2,10,32	1,18		15,17,27
3,26,28,32	2,32	1,22,28,33	2,17,18,39	1,13,24,26
3,26,28,32	2,18,29,36	2,27,35,39	1,22,40	16,40
26,28	2,16,25,28	21,22,27,35	1,2,17,40	1,29,40
	10,25,35	19,27,34,39	4,18,30,35	35
1,24,28,32	10,25,26,32	1,23,28,35	2,21,24,25	1,8,13,35
10,23,24,35	28,28,36,37	1,18,35,40	3,13,24,36	1,15,18,37
6,25,28	3,35	2,22,37	2,18,27,33	1,16,35
1,28,32	30,32,40	1,2,22,35	1,35	1,17,28,32
13	18	18,24,30,35	27,35,39,40	19,35
3,16,27	3,27	1,18,35,37	2,15,22,35	3,10,11,32
3	3,16,27,40	15,22,28,33	16,21,22,39	1,4,27
10,24,26		1,17,33,40	22	10,35
19,24,32	24	2,22,33,35	2,22,24,35	26,27
11,15,32	3,32	15,19	19,32,35,39	19,26,28,35
1,3,32		1,6,27,35	2,6,35	26,28,30
		2,10,22,37	18,19,22	1,4

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA					
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA		33 Conviven- cia de uso	34 Facilidad o dificultad para reparar	35 Adaptabilidad	
	1	Peso del objeto móvil	2,3,24,35	2,11,27,28	5,8,15,29
	2	Peso del objeto estacionario	1,6,13,32	2,11,27,28	15,19,29
	3	Longitud del objeto móvil	4,7,15,29,35	1,10,28	1,14,15,16
	4	Longitud del objeto estacionario	2,25	3	1,35
	5	Área del objeto móvil	13,15,16,17	1,10,13,15	15,30
	6	Área del objeto estacionario	4,16	16	15,18
	7	Volumen del objeto móvil	12,13,15,30	10	15,29
	8	Volumen del objeto estacionario		1	
	9	Velocidad	12,13,28,32	2,27,28,34	10,15,26
	10	Fuerza	1,3,25,28	1,11,15	15,17,18,20
	11	Tensión/Presión	11	2	35
	12	Forma	15,26,32	1,2,13	1,15,29
	13	Estabilidad de la composición	30,32,35	2,10,16,35	2,30,34,35
	14	Resistencia o fortaleza	2,28,32,40	3,11,27	3,15,32
	15	Tiempo de acción del objeto móvil	12,27	10,27,29	1,13,35
	16	Tiempo de acción del objeto estacionario	1	1	2
	17	Temperatura	26,27	4,10,16	2,18,27
	18	Brillantez	19,26,28	13,15,16,17	1,15,19
	19	Energía consumida por el objeto móvil	19,35	1,15,17,28	13,15,16,17
20	Energía consumida por el objeto estacionario				

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA			
36 Complejidad de un aparato	37 Complejidad de control	38 Nivel del automa- tización	39 Capacidad y/o productivi- dad
26,30,34,35	26,28,29,32	18,19,26,35	3,24,35,37
1,10,26,39	15,17,25,28	2,26,35	1,15,28,35
1,19,24,26	1,24,26,35	16,17,24,26	4,14,28,29
1,26	26		7,14,26,30
1,13,14	2,18,26,36	14,23,28,30	2,10,26,34
1,18,36	2,18,30,35	23	7,10,15,17
1,26	4,26,29	16,24,34,35	2,6,10,34
1,31	2,17,26		2,10,35,37
4,10,28,34	3,16,27,34	10,18	
10,18,26,35	10,19,36,37	2,35	3,28,35,37
1,19,35	2,36,37	24,35	10,14,35,37
1,16,28,29	13,15,39	1,15,32	10,17,26,34
2,22,26,35	22,23,35,39	1,8,35	3,23,35,40
2,13,25,28	3,15,27,40	15	10,14,29,35
4,10,15,29	19,29,35,39	6,10	14,17,19,35
	6,25,34,35	1	10,16,20,38
2,16,17	3,27,31,35	2,16,19,26	15,28,35
6,13,32	15,32	2,10,26	2,16,25
2,27,28,29	35,38	2,32	12,28,35
	16,19,25,35		1,6

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA		1 Peso del objeto móvil	2 Peso del objeto estacionario	3 Longitud del objeto móvil
	21 Potencia	8,31,36,38	17,19,26,27	1,10,35,37
	22 Pérdida de energía	6,15,19,28	6,9,18,19	2,6,7,13
	23 Pérdida de sustancia	6,23,35,40	6,22,32,35	10,14,29,39
	24 Pérdida de Información	10,24,35	5,10,35	1,26
	25 Pérdida de tiempo	10,20,35,37	5,10,20,26	2,15,29
	26 Cantidad de sustancia	6,18,31,35	18,26,27,35	14,18,29,35
	27 Confiabilidad	3,8,10,40	3,8,10,28	4,9,14,15
	28 Precisión en la medición	26,28,32,35	25,26,28,35	5,16,26,28
	29 Precisión en la manufactura	13,18,28,32	9,27,28,35	10,28,29,37
	30 Factores dañinos actuando, dese el exterior, sobre el objeto	21,22,27,39	2,13,22,24	1,4,17,39
	31 Factores dañinos generados por el objeto	15,19,22,39	1,22,35,39	15,16,17,22
	32 Manufacturabilidad o facilidad de fabricación	15,16,28,29	1,13,27,36	1,13,17,29
	33 Convivencia de uso	2,13,15,25	1,6,13,25	1,12,13,17
	34 Fácil para reparar	2,11,27,35	2,11,27,35	1,10,25,28
	35 Adaptabilidad	1,6,8,15	15,16,19,29	1,2,29,35
	36 Complejidad del aparato	26,30,34,36	2,26,35,39	1,19,24,26
	37 Complejidad de control	13,26,27,28	1,6,13,28	16,17,24,26
	38 Nivel de automatización	18,26,28,35	10,26,28,35	13,14,17,26
39 Capacidad/Productividad	24,26,35,37	3,15,27,28	4,18,28,38	

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
4 Longitud del objeto estacionario	5 Área del objeto móvil	6 Área del objeto estacionario	7 Volumen del objeto móvil	8 Volumen del objeto estacionario
	19,38	17,13,32,38	6,35,38	6,25,30
6,7,38	15,17,26,30	7,17,18,30	7,18,23	7
10,24,28	2,10,31,35	10,18,31,39	1,29,30,36	3,18,31,39
26	26,30	16,30		2,22
5,14,24,30	4,5,16,26	4,10,17,35	2,5,10,34	16,18,32,35
	14,15,29	2,4,18,40	15,20,29	
11,15,26,29	10,14,16,17	4,32,35,40	3,10,14,24	2,24,35
3,16,28,32	3,26,28,32	3,26,28,32	6,13,32	
2,10,32	28,29,32,33	2,18,29,36	2,28,32	10,25,35
1,18	1,22,28,33	2,27,35,39	22,23,35,37	19,27,34,39
	2,17,18,39	1,22,40	2,17,40	4,18,30,35
15,17,27	1,12,13,26	16,40	1,13,29,40	35
	1,13,16,17	15,16,18,39	1,15,16,35	4,18,31,39
3,18,31	13,15,32	16,25	2,11,25,35	1
1,16,35	7,29,30,35	15,16	15,29,35	
26	1,13,14,16	6,36	6,26,34	1,16
26	2,13,17,18	2,16,30,39	1,4,16,29	2,18,26,31
23	13,14,17		13,16,35	
7,14,26,30	10,26,31,34	7,10,17,35	2,6,10,34	2,10,35,37

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA		9 Velocidad	10 Fuerza	11 Tensión/ Presión
	21 Potencia	2,15,35	2,26,35,36	10,22,35
	22 Pérdida de energía	16,35,38	36,38	
	23 Pérdida de sustancia	10,13,28,38	14,15,18,40	3,10,36,37
	24 Pérdida de Información	26,32		
	25 Pérdida de tiempo		5,10,36,37	4,36,37
	26 Cantidad de sustancia	28,29,34,35	3,14,35	3,10,14,36
	27 Confiabilidad	11,21,28,35	3,8,10,28	10,19,24,35
	28 Precisión en la medición	13,24,28,32	2,32	6,28,32
	29 Precisión en la manufactura	10,28,32	19,28,34,36	3,35
	30 Factores dañinos actuando, dese el exterior, sobre el objeto	21,22,28,35	13,18,35,39	2,22,37
	31 Factores dañinos generados por el objeto	3,23,28,35	1,28,35,40	2,18,27,33
	32 Manufacturabilidad o facilidad de fabricación	1,8,13,35	12,35	1,19,35,37
	33 Convivencia de uso	13,18,34	13,28,35	2,12,32
	34 Fácil para reparar	9,34	1,10,11	13
	35 Adaptabilidad	10,14,35	15,17,20	16,35
	36 Complejidad del aparato	10,28,34	16,26	1,19,35
	37 Complejidad de control	3,4,16,35	19,28,36,40	32,35,36,37
	38 Nivel de automatización	10,28	2,35	13,35
39 Capacidad/Productividad		10,15,28,36	10,14,37	

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
12 Forma	13 Estabilidad de la composición	14 Resistencia o fortaleza	15 Tiempo de acción del objeto móvil	16 Tiempo de acción del objeto estacionario
2,14,29,40	15,31,32,35	10,26,28	10,19,35,38	16
	2,6,14,39	26		
3,5,29,35	2,14,30,40	28,31,35,40	3,18,27,28	16,18,27,38
			10	10
4,10,17,34	3,5,22,35	3,18,28,29	10,18,20,28	10,16,20,28
14,35	2,15,17,40	10,14,34,35	3,10,35,40	3,31,35
1,11,16,35		11,28	2,3,25,35	6,27,34,40
6,28,32	13,32,35	6,28,32	6,28,32	10,24,26
30,32,40	18,30	3,27	3,27,40	
1,3,22,35	18,24,30,35	1,18,35,37	15,22,28,33	1,17,33,40
1,35	27,35,39,40	2,15,22,35	15,22,31,33	16,21,22,39
1,13,27,28	1,11,13	1,3,10,32	1,4,27	16,35
15,28,29,32	30,32,35	3,28,32,40	3,8,25,29	1,16,25
1,2,4,13	2,35	1,2,9,11	11,27,28,29	1
1,8,15,37	14,30,35	3,6,32,35	1,13,35	2,16
13,15,28,29	2,17,19,22	2,13,28	4,10,15,28	
1,13,27,39	11,22,30,39	3,15,27,28	19,25,29,39	6,25,34,35
11,13,15,32	1,18	13,25	6,9	
10,14,34,40	3,22,35,39	10,18,28,29	2,10,18,35	10,16,20,38

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA		17 Temperatura	18 Brillantez	19 Energía consumida por el objeto móvil
	21 Potencia	2,14,17,25	6,16,19	6,16,19,37
	22 Pérdida de energía	7,19,38	1,13,15,32	
	23 Pérdida de sustancia	21,31,36,39	1,6,13	5,16,24,35
	24 Pérdida de Información		19	
	25 Pérdida de tiempo	18,21,29,35	1,17,19,26	18,19,35,38
	26 Cantidad de sustancia	3,17,39		16,18,29,34
	27 Confiabilidad	3,10,35	11,13,32	11,19,21,27
	28 Precisión en la medición	6,19,24,28	1,6,32	3,6,32
	29 Precisión en la manufactura	19,26	3,32	2,32
	30 Factores dañinos actuando, dese el exterior, sobre el objeto	2,22,33,35	1,13,19,32	1,6,24,27
	31 Factores dañinos generados por el objeto	2,22,24,35	19,24,32,39	2,6,35
	32 Manufacturabilidad o facilidad de fabricación	18,26,27	1,24,27,28	1,26,27,28
	33 Convivencia de uso	13,26,27	1,13,17,24	1,13,24
	34 Fácil para reparar	4,10	1,13,15	1,15,16,28
	35 Adaptabilidad	2,3,27,35	1,6,22,26	13,19,29,35
	36 Complejidad del aparato	2,13,17	13,17,24	2,27,28,29
	37 Complejidad de control	3,16,27,35	2,24,26	35,38
	38 Nivel de automatización	2,19,26	8,19,32	2,13,32
39 Capacidad/Productividad	10,21,28,35	1,17,19,26	10,19,35,38	

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
20 Energía consumida por el objeto móvil	21 Potencia	22 Pérdida de Energía	23 Pérdida de sustancia	24 Pérdida de información
		10,35,38	18,27,28,38	10,19
	3,38		2,27,35,37	10,19
12,27,28,31	18,27,28,38	2,27,31,35		
	10,19	10,19		
1	6,10,20,35	5,10,18,32	10,18,35,39	24,26,28,32
3,31,35	35	7,18,25	3,6,10,24	5,24,28
23,36	11,21,26,31	10,11,35	10,29,35,39	10,28
	3,6,32	26,27,32	10,16,28,31	
	2,32	2,13,32	10,24,31,35	
2,10,22,37	2,19,22,31	2,21,22,35	19,22,33,40	2,10,22
18,19,22	2,18,35	2,21,22,35	1,10,34	10,21,29
1,4	1,12,24,27	19,35	15,33,4	16,18,24,32
	2,10,34,35	2,13,19	2,24,28,32	4,10,22,27
	2,10,15,32	1,15,19,32	2,27,34,35	
	1,19,29	1,15,18	2,10,13,15	
	19,20,30,34	2,10,13,35	10,28,29,35	
16,19,35	1,10,16,19	3,15,19,35	1,10,18,24	22,27,33,35
	2,27,28	23,28	5,10,18,35	33,35
1	10,20,35	10,28,29,35	10,23,28,35	13,15,23

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA					
CARACTERÍSTICA QUE MEJORA		25 Pérdida de tiempo	26 Cantidad de sustancia	27 Confiabilidad	
	1	Peso del objeto móvil	10,20,28,35	3,18,26,31	1,3,11,27
	2	Peso del objeto estacionario	10,20,26,35	6,18,19,26	3,8,10,28
	3	Longitud del objeto móvil	2,15,29	29,35	10,14,29,40
	4	Longitud del objeto estacionario	14,29,30		15,28,29
	5	Área del objeto móvil	4,26	6,13,29,30	9,29
	6	Área del objeto estacionario	4,10,18,35	2,4,18,40	4,32,35,40
	7	Volumen del objeto móvil	2,6,10,34	7,29,30	1,11,14,40
	8	Volumen del objeto estacionario	16,18,32,35	3,35	2,16,35
	9	Velocidad		10,19,29,38	11,27,28,35
	10	Fuerza	10,36,37	14,18,29,36	3,13,21,35
	11	Tensión/Presión	4,36,37	10,14,36	10,13,19,35
	12	Forma	10,14,17,34	22,36	10,16,40
	13	Estabilidad de la composición	27,35	15,32,35	
	14	Resistencia o fortaleza	3,10,28,29	10,27,29	3,11
	15	Tiempo de acción del objeto móvil	10,18,20,28	3,10,35,40	2,11,13
	16	Tiempo de acción del objeto estacionario	10,16,20,28	3,31,35	6,27,34,40
	17	Temperatura	18,21,28,35	3,17,30,39	3,10,19,35
	18	Brillantez	1,17,19,26	1,19	
	19	Energía consumida por el objeto móvil	18,19,35,38	16,18,23,34	11,19,21,27
20	Energía consumida por el objeto estacionario		3,31,35	10,23,36	

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA				
28 Precisión de la medición	29 Precisión de la manufactura	30 Factores dañinos del exterior, actuando sobre el objeto	31 Factores dañinos generados por el objeto	32 Manufacturabilidad o facilidad de fabricación
26,27,28,35	18,26,28,35	18,21,22,27	22,31,35,39	1,27,28,36
18,26,28	1,10,17,35	2,19,22,37	1,22,35,39	1,9,28
4,28,32	10,28,29,37	1,15,17,24	15,17	1,17,29
3,28,32	2,10,32	1,18		15,17,27
3,26,28,32	2,32	1,22,28,33	2,17,18,39	1,13,24,26
3,26,28,32	2,18,29,36	2,27,35,39	1,22,40	16,40
26,28	2,16,25,28	21,22,27,35	1,2,17,40	1,29,40
	10,25,35	19,27,34,39	4,18,30,35	35
1,24,28,32	10,25,28,32	1,23,28,35	2,21,24,25	1,8,13,35
10,23,24,35	28,29,36,37	1,18,35,40	3,13,24,36	1,15,18,37
6,25,28	3,35	2,22,37	2,18,27,33	1,16,35
1,28,32	30,32,40	1,2,22,35	1,35	1,17,28,32
13	18	18,24,30,35	27,35,39,40	19,35
3,16,27	3,27	1,18,35,37	2,15,22,35	3,10,11,32
3	3,16,27,40	15,22,28,33	16,21,22,39	1,4,27
10,24,26		1,17,33,40	22	10,35
19,24,32	24	2,22,33,35	2,22,24,35	26,27
11,15,32	3,32	15,19	19,32,35,39	19,26,28,35
1,3,32		1,6,27,35	2,6,35	26,28,30
		2,10,22,37	18,19,22	1,4

	CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA		
	33 Conve- niencia de uso	34 Facilidad o dificultad para reparar	35 Adaptabilidad
21 Potencia	10,26,35	2,10,34,35	17,19,34
22 Pérdida de energía	1,32,35	2,19	
23 Pérdida de sustancia	2,24,28,32	2,27,34,35	2,10,15
24 Pérdida de Información	22,27		
25 Pérdida de tiempo	4,10,28,34	1,10,32	28,35
26 Cantidad de sustancia	10,25,29,35	2,10,25,32	3,15,29
27 Confiabilidad	17,27,40	1,11	8,13,24,35
28 Precisión en la medición	1,13,17,34	1,11,13,32	2,13,35
29 Precisión en la manufactura	1,23,32,35	10,25	
30 Factores dañinos actuando, dese el exterior, sobre el objeto	2,25,28,39	2,10,35	11,22,31,35
31 Factores dañinos generados por el objeto			
32 Manufacturabilidad o facilidad de fabricación	2,5,13,16	1,9,11,25,35	2,13,15
33 Convivencia de uso		1,12,26,32	1,15,16,34
34 Fácil para reparar	1,12,15,26		1,4,7,16
35 Adaptabilidad	1,7,15,16,34	1,4,7,16	
36 Complejidad del aparato	9,24,26,27	1,13	15,28,29,37
37 Complejidad de control	2,5	12,26	1,15
38 Nivel de automatización	1,3,12,34	1,13,35	1,4,27,35
39 Capacidad/Productividad	1,7,19,28	1,10,25,32	1,28,35,37

CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA			
36 Complejidad de un aparato	37 Complejidad de control	38 Nivel de automati- zación	39 Capacidad y/o productivi- dad
19,20,30,34	16,19,35	2,17,28	28,34,35
7,23	3,15,23,35	2	10,28,29,35
10,24,28,35	10,13,18,35	10,18,35	10,23,28,35
	33,35	35	13,15,23
6,29	10,18,28,32	24,28,30,35	
3,10,13,27	3,18,27,29	8,35	3,13,27,29
1,13,35	27,28,40	11,13,27	1,29,35,38
10,27,34,35	24,26,28,32	2,10,28,34	10,28,32,34
2,18,26		18,23,26,28	10,18,32,39
19,22,29,40	19,22,29,40	3,33,34	13,22,24,35
1,19,31	1,2,21,27	2	18,22,35,39
1,26,27	1,6,11,28	1,8,28	1,10,28,35
12,17,26,32		1,3,12,34	1,15,28
1,11,13,25,35		7,13,34,35	1,10,32
15,28,29,37	1	27,34,35	6,28,35,37
	10,15,28,37	1,15,24	12,17,28
10,15,28,37		21,34	18,35
10,15,24	25,27,34		5,12,26,35
12,17,24,28	2,18,27,35	5,12,26,35	

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS

- Altshuller, Genrich. And suddenly the inventor Appeared, "TRIZ, The Theory of inventive problem solving" 2nd edition, published by Technical Innovation Center, Inc Worcester, MA/ 1996
- Aznar, G. "La creatividad en la empresa", ed. Oikos-Tau, Barcelona 1974
- Barreyre, Pierre-Yves "La pequeña y mediana empresa: Frente al cambio", ed. Hispano Europea, España 1987
- Dr. Córdova-López, Edgardo "La innovación industrial: Un nuevo enfoque metodológico (México)", Congreso Acacia 2002, México, D.F.
- Dr. Córdova-López, Edgardo "México: Une manière innovante de résoudre les problèmes d'Ingénierie" Mémoire presentada el 10 de sep. 1999 en el Instituto Nacional Politécnico de Toulouse, Francia.
- Coronado Maldonado, Margarito, Oropeza Monterrubio, Rafael, Rico Arzate, Enrique "TRIZ, la metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática", México 2005, ed. Panorama
- Drucker, Peter "La innovación y el empresario innovador: la práctica y los principios", Ed. Hermes, México 1989
- Katz, R. y Allen, T. J. (1982). "Investigating the not invested here (NIH) syndrome: A look at the performance, tenure and communication patterns of 50 R&D project groups", *R&D Management*, vol. 1, No. 12, pp. 7-19.
- Kepner, Charles H. y Tregoe, Benjamin B. "El directivo racional", Ed. McGraw Hill, México 1970
- Dr. León Rovira Noel, ITESM, Campus Monterrey /Second LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology LACCET'2004: "Challenges and Opportunities for Engineering Education, Research and Development" 2-4 June 2004, Miami, Florida, USA
- Revista Creando, Universidad Nacional de Colombia, marzo 2003, por Luz María Jiménez Narváez
- Revista Expansión, abril 2007 pag. 50-66, por Dino Rozenberg y Alejandro Ángeles

- Zhang, J., Tan, K.C., and Chai, K.H. (2003), "Systematic innovation in service design through TRIZ", The TRIZ Journal, September Issue, pp. 1-12,
 - ✓ www.azc.uam.mx/publicaciones/gestion/num5/doc06.htm
 - ✓ www.conacyt.com.mx.
 - ✓ http://www.gestiondelconocimiento.com/conceptos_capitalintelectual.htm
 - ✓ <http://www.gestiopolis.com/canales/economia/articulos/no19/ino-pyme.htm>
 - ✓ <http://www.gestiopolis.com/Canales4/mkt/planpy.htm>
 - ✓ www.infoarrobestrategiamagazine.com.ar
 - ✓ <http://www.triz-journal.com/archives/2003/03/a/01.pdf>
 - ✓ <http://www.trizjournal.com/archives/2003/09/index.htm>
 - ✓ <http://www.triz-journal.com/archives/2003/12/d/04.pdf>
 - ✓ <http://www.triz-journal.com/archives/2003/06/index.htm>
 - ✓ <http://www.trizjournal.com/archives/1999/09/a/index.htm>