



PRESENTACIÓN TRIZ

METODOLOGÍA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS BASADOS EN EL CONOCIMIENTO

TRIZ es un método sistemático para incrementar la creatividad, basado en el estudio de los modelos de evolución de patentes y en otros tipos de soluciones a problemas. Las personas que resuelven problemas de forma intuitiva, encontrarán que el método TRIZ les proporciona ideas adicionales. Las personas que resuelven problemas de forma estructurada encontrarán que el método TRIZ les proporciona estructuras adicionales.

INTRODUCCIÓN

La **creatividad técnica** es el conjunto de procedimientos de “razonamiento creativo” que tienen por objeto resolver problemas con soluciones innovadoras. El apelativo técnica se añade a la palabra creatividad para diferenciarla de la creatividad artística y excluir de su alcance cualquier aspecto relacionado con el arte, aunque si puede manejar criterios de ergonomía o estética. Esta metodología es propia del área ingenieril.

Se entiende por **problema** una circunstancia en la que no coincide la situación actual con determinadas expectativas. Esta amplia definición indica que la creatividad técnica puede utilizarse para casi cualquier cosa, si bien las aplicaciones principales se dan en las empresas y en la investigación, donde se utiliza para la resolución de problemas de estrategia, gestión o tecnología.

El **razonamiento creativo** es una forma modificada de razonar que persigue la obtención de ideas de baja probabilidad, novedosas e innovadoras, que no serían accesibles de otra forma. Las diferentes formas que existen para provocar este tipo de razonamiento especial son las técnicas de creatividad.

La mayoría de las técnicas que existen, incluyendo todas las técnicas clásicas, utilizan una alteración del “razonamiento habitual” por un procedimiento propio de cada técnica. Para la generación de ideas no se requiere ser un experto en el tema sobre el que se razona, aunque en el proceso de resolución de un problema hay fases de análisis de las ideas aportadas y de construcción de la solución, que deben ser realizadas por especialistas.

Este amplio grupo de técnicas, que podemos llamar basadas en la psicología, prescinde voluntariamente de conocimientos previos.

Aunque esta forma de trabajar, pueda parecer sorprendente, los resultados obtenidos por la aplicación de las técnicas de creatividad son espectaculares y gracias a ellas se han realizado avances importantes y resuelto problemas de extrema dificultad.

Esta técnica de resolución de problemas de modo creativo llamada “método TRIZ”, es única en su concepción ya que surge de un enfoque diferente, que consiste en utilizar, en algún modo, el máximo de conocimientos disponibles sobre un problema concreto y llegar a su solución por la adecuación de soluciones aplicadas previamente a problemas similares. El TRIZ es la primera técnica que se ha definido como “basada en el conocimiento”, pero no la única, ya que a partir de ella se han construido otras. Por otra parte, casi al mismo tiempo que el TRIZ y por la misma persona, se creó el **ARIZ**, un procedimiento algorítmico que utiliza el TRIZ y que no se tratará en esta presentación, dada la complejidad de la técnica base, no obstante, para aquellos interesados, dirigirse a www.altshuller.ru detentores de los derechos intelectuales, de donde la autora y los tutores, han traducido al español y revisado este algoritmo, desde esta fuente original rusa, que consta de 37 pasos descriptos en 60 páginas.

GEINRICH ALTSHULLER Y EL TRIZ

La expresión TRIZ proviene de la palabra rusa “**ÒÐÈÇ**”, que es el acrónimo de “Teoría de Resolución de Problemas Inventivos”. Aunque TRIZ se ha generalizado ampliamente en todo el mundo, en algunas publicaciones americanas, se puede encontrar la palabra **TIPS** (Theory Inventive Problem Solving).

El creador del método TRIZ fue Genrich Altshuller, un ingeniero ruso que desarrolló la teoría a través del análisis de un millón y medio de patentes de invención. Se percató de que a pesar de que los inventos que analizó resolvían problemas muy diferentes, en campos también muy diferentes, las soluciones aplicadas podían obtenerse a partir de un conjunto relativamente reducido de ideas básicas o principios de invención generales.

Altshuller publicó su primer artículo sobre TRIZ en 1956. Entre 1961 y 1979 escribió los libros básicos, exponiendo el método en forma ordenada e introduciendo el nombre TRIZ en el texto “La creatividad como una ciencia exacta”. Este último libro fue el primero que se tradujo al inglés y se publicó fuera de la Unión Soviética en el año 1984, aunque no llamó mucho la atención por la complejidad de la teoría expuesta y porque la traducción no era muy buena. Altshuller y el TRIZ lograron reconocimiento internacional en el año 1990, al publicarse en Estados Unidos el libro “Y de pronto apareció el inventor”, en el que el método se explica de forma mucho más comprensible. El método TRIZ había ya sido reconocido en la Unión Soviética como una aportación muy valiosa. El primer seminario sobre TRIZ se realizó en 1969, la primera escuela se creó en Leningrado (actualmente San Petersburgo) en el año 1974 y la asociación rusa de TRIZ se constituyó en 1989. Una limitación importante del método es que se

puede aplicar casi exclusivamente a la resolución de problemas técnicos o tecnológicos, pero dado el número de este tipo de problemas, probablemente sea la técnica de creatividad más utilizada en la actualidad. Genrich Altshuller continuó toda su vida trabajando en el método, realizando nuevas aportaciones y formando un grupo de “maestros de TRIZ”, principales continuadores del desarrollo.

DESARROLLO DEL MÉTODO TRIZ

El desarrollo del método TRIZ, en una primera etapa, está ligado a Altshuller y sus colaboradores. Entre los años 1974 y 1986 se trabaja en TRIZ exclusivamente en las diferentes escuelas o centros de estudio rusos, entre los que destaca la escuela de Kishinev, fundada en 1982, que ha sido el principal centro de TRIZ durante un largo periodo de tiempo.

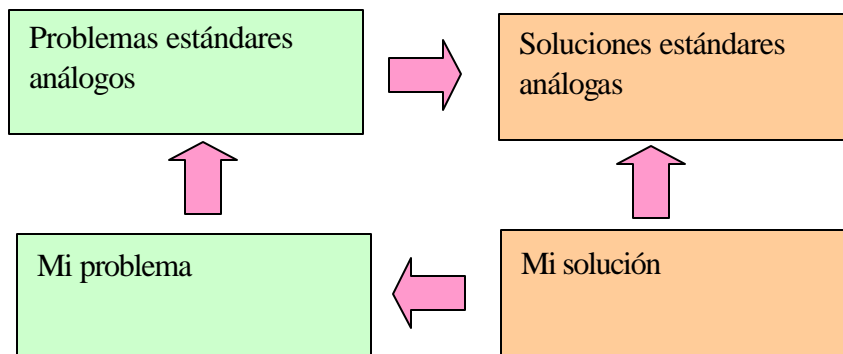
En el año 1986 se establecen las primeras empresas de ingeniería de TRIZ en Rusia y en el año 1992 en los Estados Unidos. A partir de este momento el avance del método está ligado más a las empresas que a las universidades o centros de estudio. Fuera de Rusia hay tres países, Estados Unidos, Israel y Japón, que se han distinguido por la aceptación y el impulso al TRIZ. Algunos expertos rusos han fijado su residencia en Estados Unidos y es en este país donde, además de en Rusia, se realizan actualmente los mayores avances. Hitos importantes del desarrollo del TRIZ, a partir del año 1979, son la introducción de las “**soluciones estándar**” y de la versión 85 de ARIZ en 1985 y el inicio de desarrollo de software en 1991. El desarrollo del TRIZ ha seguido diversas vías en paralelo. La primera ha sido el perfeccionamiento de las herramientas que podríamos denominar clásicas, que se comentan más adelante. Diversos autores han realizado aportaciones a estas herramientas, por lo que de algunas de ellas existen diferentes versiones. Una segunda vía de desarrollo ha sido la creación de nuevas herramientas, de las que también se comentaran algunas más adelante. Las nuevas herramientas se han aplicado a los problemas clásicos y también se han utilizado para extender el método a otros campos de la tecnología o la gestión. Por otra parte se han creado varias técnicas relacionadas con el TRIZ. Hay dos variantes que podríamos llamar TRIZ simplificado y TRIZ evolucionado y tres técnicas independientes, que comparten con el TRIZ las bases teóricas, pero realizan planteos diferentes. Finalmente el TRIZ se ha empezado a aplicar conjuntamente con otras técnicas conocidas de gestión empresarial como pueden ser la “value engineering” o “six sigma” y con técnicas de creatividad basadas en la psicología. Con estas combinaciones se obtienen poderosos sistemas de gestión y de creación. El método TRIZ está resultando tan útil para la predicción y planificación general de desarrollos tecnológicos, como para resolución de problemas concretos, por lo que su utilización, a pesar de su complejidad, se extiende de forma creciente.

PREMISA

Existen dos tipos de problemas que el ser humano debe enfrentar:

- Soluciones previamente conocidas
- Soluciones desconocidas

Aquellas con soluciones conocidas usualmente pueden ser resuelto con informaciones obtenidas de los textos técnicos y publicaciones especializadas, asimismo las consultas a los especialistas del campo en cuestión. Estas soluciones siguen un patrón de resolución de problemas, tal como se muestra en la siguiente figura:



Aquí, el problema particular es elevado hacia un problema estándar de naturaleza análoga o similar.

Un estándar es conocido y de éste vendrá mi solución particular.

Ejemplo: supongamos que necesitamos diseñar un dispositivo rotatorio cuya salida es 100 rpm, a partir de un motor eléctrico de CA 2300 rpm.

- El problema estándar análogo es como reducir la velocidad del motor.
- La solución estándar análoga es un reductor de velocidad o caja de transmisión a engranaje, luego este reductor será diseñado con apropiadas dimensiones, peso, torque, etc.

PROBLEMAS INVENTIVOS

Para problemas con soluciones desconocidas caen dentro del campo de la psicología, en donde los vínculos entre el cerebro, perspicacia e innovación son métodos estudiados, tales como el brainstorming y la prueba-error es lo sugerido normalmente. Dependiendo de la complejidad del problema, el número de prueba y error variará.

Si la solución cae dentro de nuestra experiencia o campo, tales como la ingeniería mecánica, el número de prueba y error será menor.

Si la solución no se alcanza, el ingeniero debe buscar más allá de su experiencia y conocimiento, es decir deberá incursionar en otros campos, como la química o electrónica. Luego el número de pruebas crecerá dependiendo de lo

bien que pueda manejar las herramientas psicológicas como el brainstorming, intuición y la creatividad. Un problema adicional es que estas herramientas psicológicas tales como la experiencia y la intuición, son difíciles de transmitir a otra persona dentro de una organización.

Esto se dirige a lo que se llama **inercia psicológica**, donde las soluciones consideradas están dentro de la propia experiencia de uno y no buscar en tecnologías alternativas para desarrollar nuevos conceptos de solución. Ejemplo: un ingeniero mecánico puede encontrar una solución a su problema fuera del campo de su experiencia.

CONDICIONES DEL TRIZ

Genrich Altshuller, construye una teoría con las siguientes condiciones:

- 1) Ser un procedimiento sistemático paso a paso.
- 2) Ser una guía a través de amplios espacios de solución para dirigir los pasos a la solución ideal.
- 3) Ser repetible y confiable y no dependiente de las herramientas psicológicas.
- 4) Debe permitir el acceso al cuerpo del conocimiento inventivo.
- 5) Debe permitir agregar elementos al cuerpo de conocimiento inventivo.
- 6) Ser lo suficientemente amigable para los diseñadores siguiendo la aproximación general para la resolución de los problemas inventivos.

Altshuller tamizó 1.500.000 patentes, quedándose con 200.000 de ellas tratando de buscar solo los problemas inventivos y la forma en que fueron resueltos. De estas solo 40.000 patentes fueron consideradas por inventivas. El resto son solo mejoras rutinarias.

Además él definió más claramente un problema inventivo como uno en que la solución causa otros problemas, es decir que cuando algo se mejora, otras se empeoran que posteriormente lo llamó contradicción técnica, como ejemplo si deseamos reducir el costo de una pieza metálica estampada, lo mejoramos reduciendo el espesor de la chapa, pero como resultado se resiente su resistencia mecánica. Para alcanzar una solución ideal se deben eliminar las soluciones por compromiso o trade off, es decir eliminar totalmente las causas.

De estas 40.000 patentes los clasificó en 5 niveles:

Nivel	Grado inventiva	Origen conocimientos	%Solución
1	Soluciones aparentes	Conocimiento individual	32 %
2	Mejoras menores	Conocimiento dentro de la empresa	45%
3	Mejoras mayores	Conocimiento dentro de la empresa	18%
4	Nuevos conceptos	Conocimiento exterior a la empresa	4%
5	Descubrimiento de nuevos fenómenos	Todo lo que es conocible	1%

También el 90 % de los problemas que los ingenieros encaran fueron resueltos en algún lugar, si los ingenieros podrían seguir un camino hacia la solución ideal, arrancando desde el nivel más bajo su experiencia y conocimiento personal y trabajando hacia los niveles más altos, la mayoría de las soluciones, podrían ser deducidas desde los conocimientos.

40 PRINCIPIOS INVENTIVOS

1. Segmentación
2. Extracción
3. Calidad local
4. Asimetría
5. Combinación
6. Universalidad
7. Anidación
8. Contrapeso
9. Reacción previa (prevención)
10. Acción previa
11. Amortiguamiento anticipado
12. Equipotencialidad
13. Inversión.
14. Esferoidalidad
15. Dinamicidad
16. Acción parcial o sobrepasada
17. Traspaso a una nueva dimensión
18. Vibración mecánica
19. Acción periódica
20. Continuidad de una acción útil
21. Acción rápida
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. Descarte y regeneración de partes
35. Transformación de parámetros físicos y químicos de un objeto
36. Transición de fases
37. Expansión térmica
38. Uso de oxidantes fuertes
39. Medio ambiente inerte
40. Materiales compuestos

Ejemplo:

Principio 15: Dinamicidad

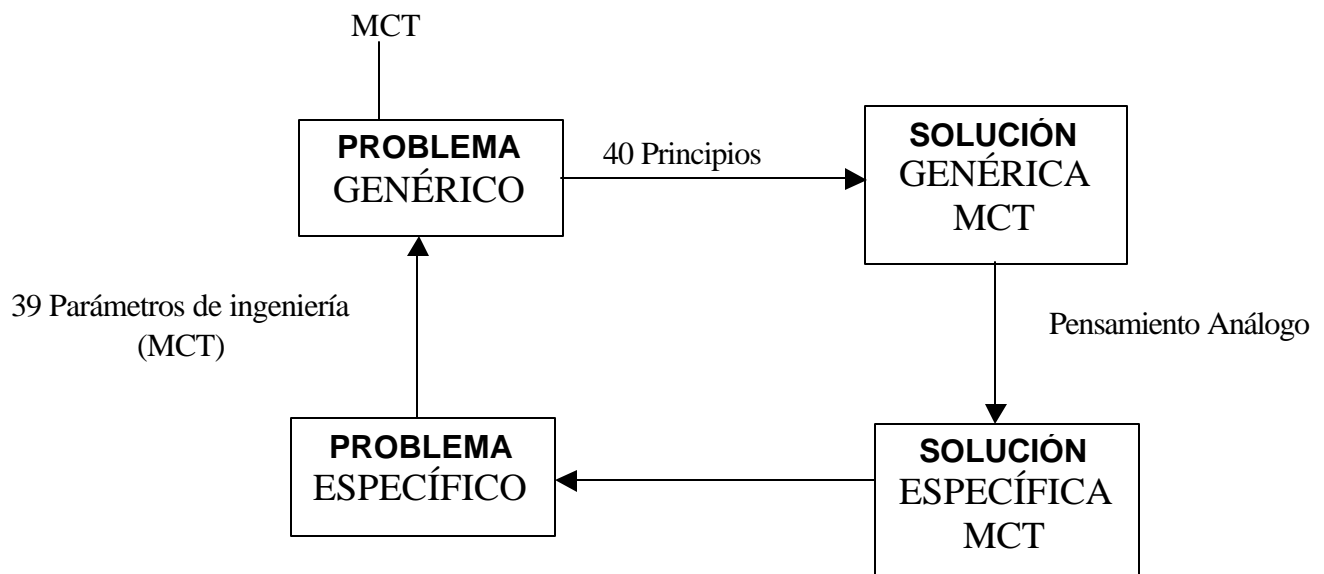
- a. Causar sobre el objeto la oscilación o vibración
 - Cuchillo eléctrico con hoja vibratoria.
- b. Incrementar su frecuencia (hasta el ultra sonido).
 - Distribución de polvos con vibración.
- c. Uso de vibradores piezoeléctricos en cambio de unos mecánicos .
 - Oscilaciones de cristales de cuarzo para relojes.
- d. Uso combinado de campo ultrasónico y electromagnético.
 - Mezcla de aleaciones en un horno de inducción.
- e. Uso de frecuencia de resonancia del objeto.
 - Destrucción de cálculos de riñones con ultrasonido.

Las mejoras realizadas en las patentes analizadas fueron consolidadas en 39 parámetros de ingeniería.

39 PARAMETROS GENERALIZADOS 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 composición de un objeto
14. Resistencia
15. Tiempo de acción de un objeto en movimiento
16. Tiempo de acción de un objeto sin movimiento
17. Temperatura
18. Iluminación
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

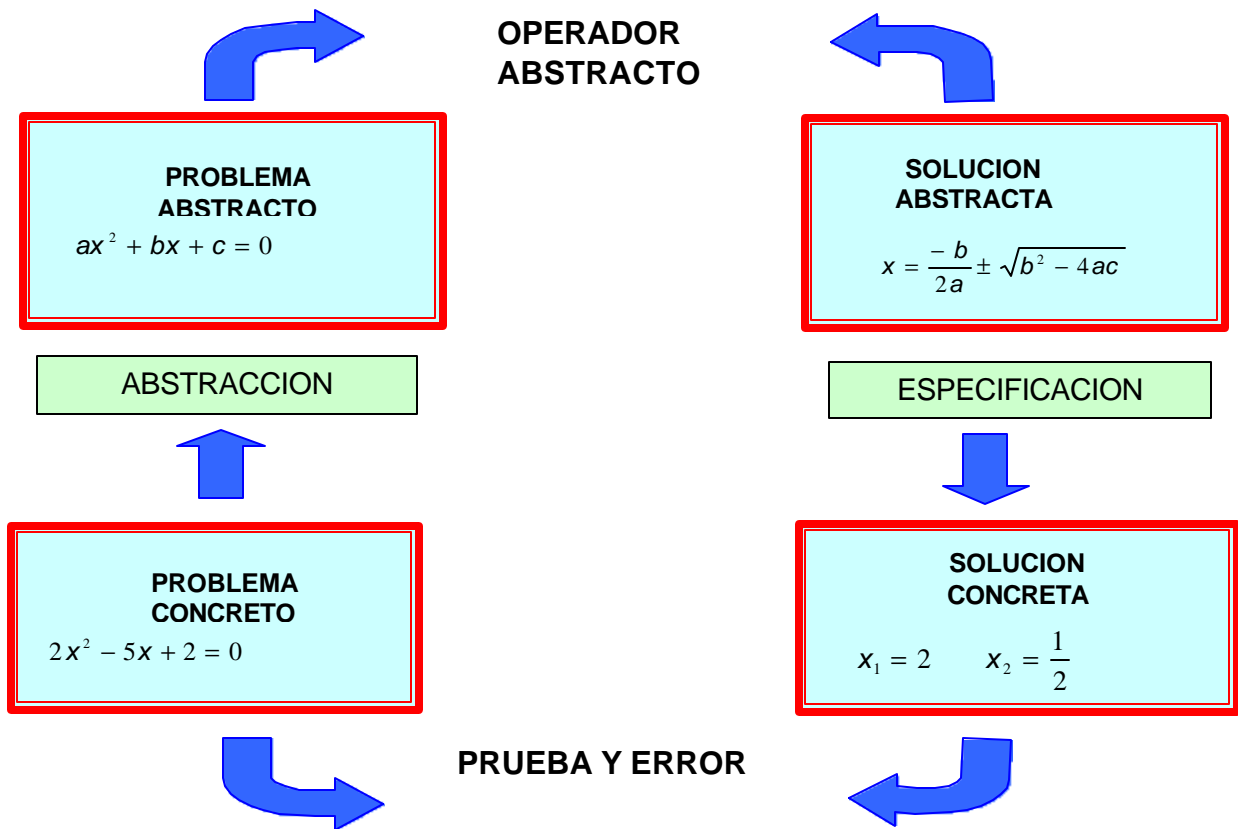
24. Pérdida de información
25. Desperdicio de tiempo
26. Cantidad de sustancia
27. Confiabilidad
28. Precisión de mediciones
29. Precisión de manufactura
30. Factores perjudiciales actuando en un objeto
31. Factores perjudiciales del objeto
32. Conveniencia de manufacturabilidad
33. Conveniencia de uso
34. Conveniencia de reparabilidad
35. Adaptabilidad, universalidad
36. Complejidad de un mecanismo
37. Complejidad de control y medición
38. Nivel de automatización
39. Productividad

Con estos 39 parámetros de ingeniería y tomando en cuenta la definición de la contradicción técnica “cuando algo mejora – otras se empeoran”, es decir cuando un parámetro de ingeniería se mejora otros parámetros de ingeniería empeoran, de modo que Altshuller construyó una matriz de contradicciones técnicas de 39 x 39 (más adelante se muestra una vista parcial de esta matriz).

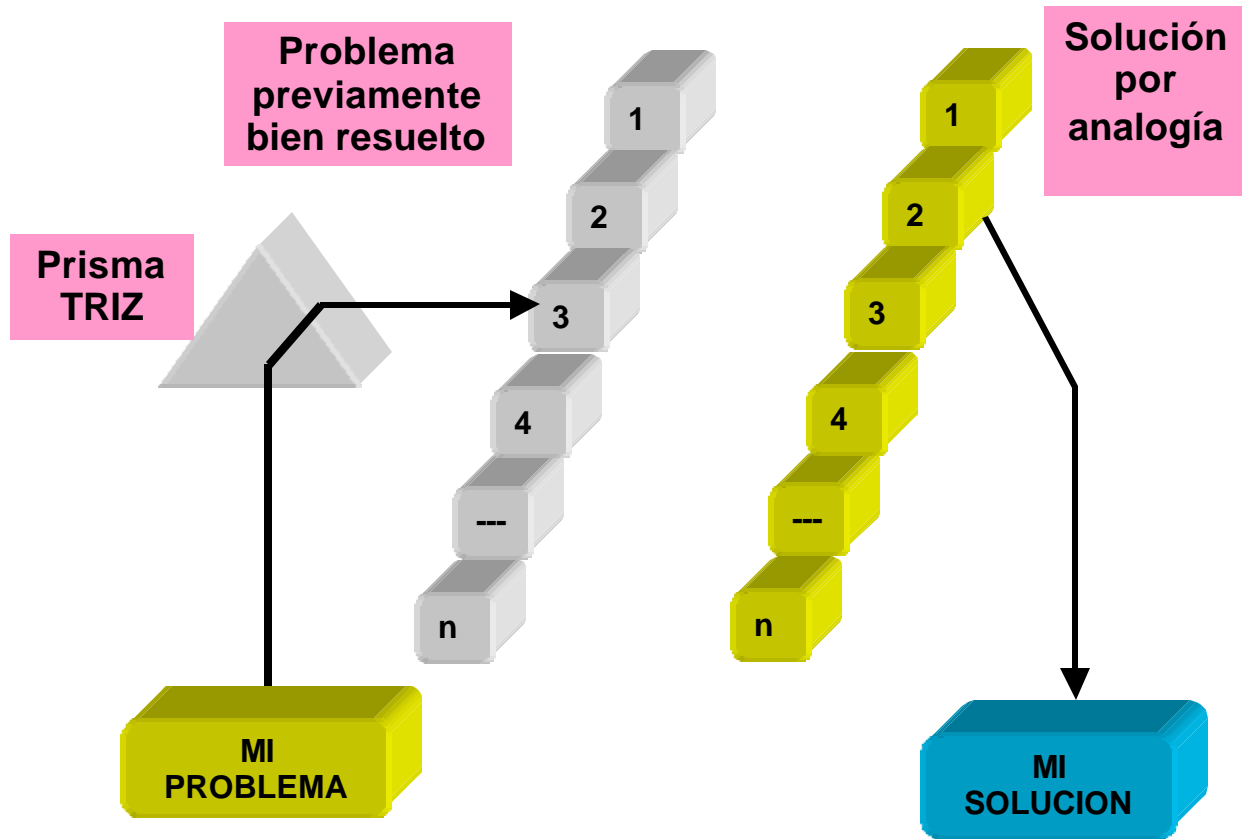


BASES DE LA METODOLOGIA TRIZ

La esencia del TRIZ es el “**principio de abstracción**”, que se representa, de forma muy esquemática y con un ejemplo matemático sencillo, en la figura siguiente:



Por lo visto en la figura anterior podemos deducir por analogía un modelo físico. Ver la figura siguiente:



Los elementos sobre los que se aplica el método TRIZ son y se denominan “sistemas” físicos, aunque para facilitar la comprensión de esta explicación utilizaremos la expresión “problema”.

El principio de abstracción dice, que dado un problema concreto, para el que se requiere una solución concreta, en lugar de buscarla por **prueba y error**, como sucedería en un análisis técnico convencional o en la aplicación de una técnica de creatividad basada en la psicología, se puede obtener la solución mediante un procedimiento directo de abstracción y especificación.

El proceso empieza por “abstraer” el problema concreto, a una determinada categoría de problemas abstractos. La abstracción se puede realizar varias veces, denominándose el número de veces que se hace: **nivel de abstracción**. Una vez obtenido el problema abstracto, se puede encontrar un “operador” que facilite una solución abstracta del problema. La solución abstracta se puede “especificar” tantas veces como indique el nivel de abstracción, para llegar a la solución concreta. Los operadores son un número finito y pueden

tenerse tabulados para diferentes categorías de problemas abstractos, por lo que la solución se obtiene por métodos directos o procedimientos algorítmicos, sin necesidad de prueba y error.

Base del TRIZ es la posibilidad de aplicar ese procedimiento que se ha utilizado para la resolución de un problema matemático, a cualquier sistema, entendiendo por sistema a *“Un conjunto de componentes y sus interacciones, previstos para realizar determinadas funciones en un entorno, también determinado”*. Otro principio importante de TRIZ es el de **“mundo cerrado”**, que dice que en la mayoría de los casos la resolución de un problema de un sistema físico, lo que se llama un aumento de su **“idealidad”**, se puede realizar sin añadir nuevos componentes al sistema.

Dos conceptos básicos en TRIZ son los de **“evolución del sistema”** para la que se postula que sigue unas pautas predeterminadas y el de **“idealidad”**, que se define como la suma de las funciones útiles de un sistema dividida por la suma de las funciones perjudiciales.

$$Idealidad = \frac{\sum U_i}{\sum H_j} = \frac{\text{Sumatoria de los efectos útiles del sistema}}{\text{Sumatoria de los efectos nocivos del sistema}}$$

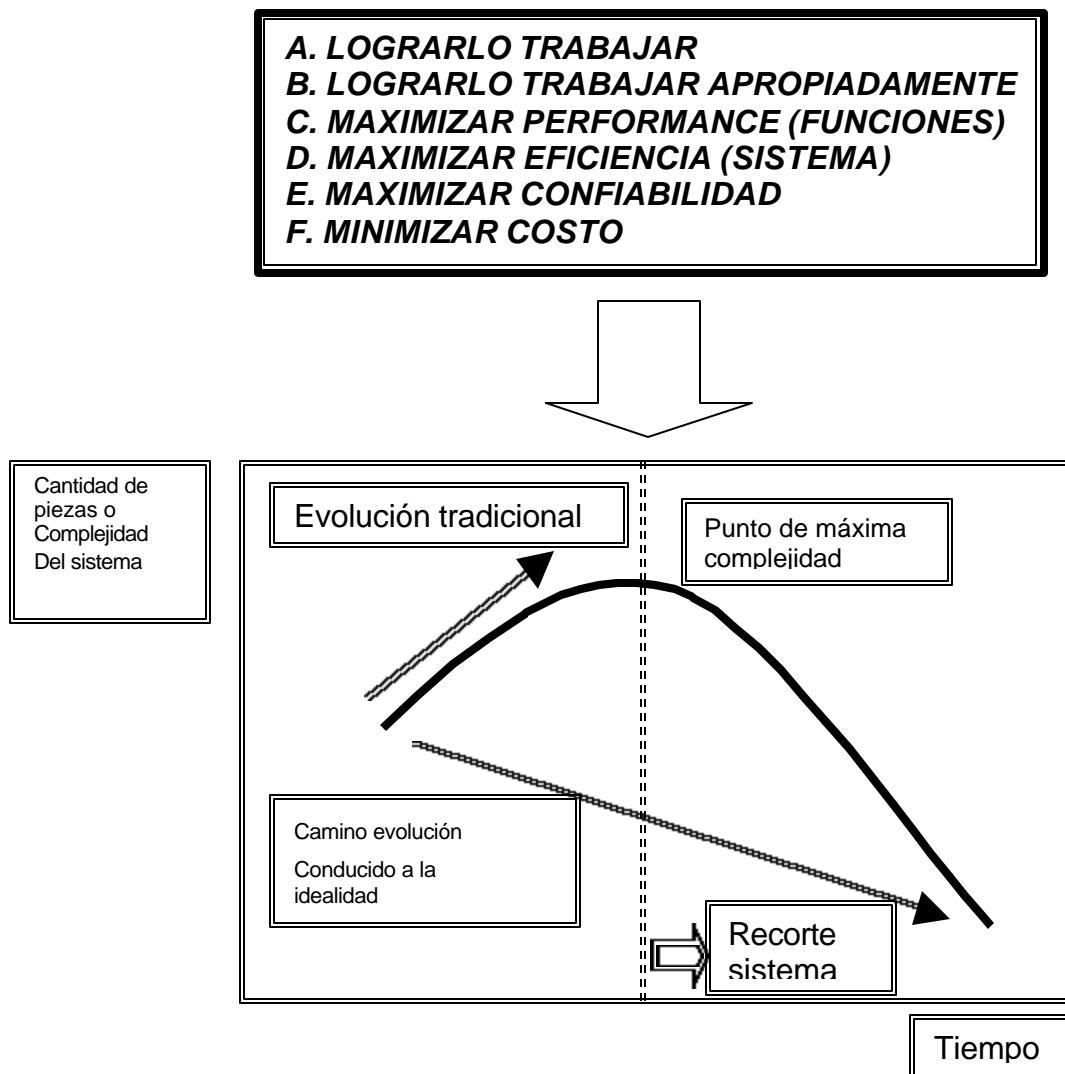
$$Idealidad = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costos} \quad \text{Efectos} \quad \text{Nocivos}}$$

Evolución del sistema técnico

Altshuller estableció 8 patrones, o líneas de sistemas técnico

- Ciclo de vida
- Dinamización (de rígido a flexible).
- Ciclo de multiplicaciones (mono-bi y polisistemas).
- Transición del macro a micronivel.
- Sincronización.
- Aumento o reducción progresivo.
- Desarrollo desigual de partes.
- Reemplazo de mano de obra (automatización).

CICLO DE VIDA



El método del TRIZ, tiene una base teórica con algunos postulados. Esta presentación no los citaremos, pero pondremos a conocimiento tres de ellos:

Postulado: *“La mayoría de los sistemas hechos por el hombre evolucionan siguiendo pautas predeterminadas, en vez de modo aleatorio. Estas pautas se pueden conocer a través del estudio de la evolución de varios sistemas y el conocimiento adquirido y se las puede utilizar para acelerar la evolución de otros sistemas”.*

El postulado es una versión del principio de mundo cerrado y dice: *“La mayoría de los sistemas técnicos que existen tienen recursos redundantes, es decir, tienen mas recursos de los necesarios para realizar las funciones para las que fueron concebidos. Como consecuencia, casi todos los sistemas pueden realizar su función de forma más efectiva o realizar funciones adicionales, sin necesidad de ser modificados”.*

Finalmente el postulado dice: *“Se pueden encontrar formas comunes de resolver problemas o de mejorar un sistema, basadas en las etapas de evolución predeterminadas, mediante el análisis histórico de las invenciones. Esto permite que el conocimiento para la innovación pueda ser recogidos y transferidos”.*

HERRAMIENTAS CLÁSICAS DEL TRIZ

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

Una **contradicción técnica** es una situación en la que queremos variar una característica de un sistema y al hacerlo nos varía otra que no queremos que se modifique o que, en todo caso, se podría modificar en sentido contrario al que lo hace. Para la resolución de contradicciones técnicas, se utilizan la **“matriz de contradicciones técnica MCT”** y los **“40 principios inventivos”**. En la figura siguiente, se presenta una porción de la matriz de contradicción original de Altshuller.

Undesired Result (Conflict)		Feature to Improve												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Weight of moving object	Weight of non-moving object	Length of moving object	Length of non-moving object	Area of moving object	Area of non-moving object	Volume of moving object	Volume of non-moving object	Speed	Force	Tension, pressure	Shape	Stability of object
1	Weight of moving object			15,8, 29,34		29,17, 38,34		29,2, 40,28		2,8, 15,38	8,10, 18,37	10,36, 37,40	10,14, 35,40	1,35, 19,39
2	Weight of non-moving object				10,1, 29,35		35,30, 13,2		5,35, 14,2		8,10, 19,35	13,29, 10,18	13,10, 29,14	26,39, 1,40
3	Length of moving object	8,15, 29,34				15,17, 4		7,17, 4,35		13,4, 8	17,10, 4	1,8, 35	1,8, 10,29	1,8, 15,34
4	Length of non-moving object		35,28, 40,29				17,7, 10,40		35,8, 2,14		28,10	1,14, 35	13,14, 15,7	39,37, 35
5	Area of moving object	2,17, 29,4		14,15, 18,4				7,14, 17,4		29,30, 4,34	19,30, 35,2	10,15, 36,28	5,34, 29,4	11,2, 13,39
6	Area of non-moving object		30,2, 14,18		26,7, 9,39						1,18, 35,36	10,15, 36,37		2,38
7	Volume of moving object	2,26, 29,40		1,7, 4,35		1,7, 4,17				29,4, 38,34	15,35, 36,37	6,35, 36,37	1,15, 29,4	28,10, 1,39
8	Volume of non-moving object		35,10, 19,14	19,14	35,8, 2,14						2,18, 37	24,35	7,2, 35	34,28, 35,40
9	Speed	2,28, 13,38		13,14, 8		29,30, 34		7,29, 34			13,28, 15,19	6,18, 18,34	35,15, 18,34	28,33, 1,18
10	Force	8,1, 37,18	18,13, 1,28	17,19, 9,36	28,10	19,10, 15	1,18, 36,37	15,9, 12,37	2,36, 18,37	13,28, 15,12		18,21, 11	10,35, 40,34	35,10, 21
11	Tension, pressure	10,36, 37,40	13,29, 10,18	35,10, 36	35,1, 14,16	10,15, 36,25	10,15, 35,37	6,35, 10	35,24	6,35, 36	36,35, 21		35,4, 15,10	35,33, 2,40
12	Shape	8,10, 29,40	15,10, 26,3	29,34, 5,4	13,14, 10,7	5,34, 4,10		14,4, 15,22	7,2, 35	35,15, 34,18	35,10, 37,40	34,15, 10,14		33,1, 18,4
13	Stability of object	21,35, 2,39	26,39, 1,40	13,15, 1,28	37	2,11, 13	39	28,10, 19,39	34,28, 35,40	33,15, 28,18	10,35, 21,16	2,35, 40	22,1, 18,4	
14	Strength	1,8, 40,15	40,26, 27,1	1,15, 8,35	15,14, 28,26	3,34, 40,29	9,40, 28	10,15, 14,7	9,14, 17,15	8,13, 26,14	10,18, 3,14	10,3, 18,40	10,30, 35,40	13,17, 35
15	Durability of moving object	19,5, 34,31		2, 19, 9		3,17, 19		10,2, 19,30		3, 35, 5	19,2, 16	19,3, 27	14,26, 28,25	13,3, 35
16	Durability of non-moving object		6,27, 19,16		1,10, 35				35,34, 38					39,3, 35,23
17	Temperature	36,22, 6,38	22,35, 32	15,19, 9	15,19, 9	3,35, 39,18	35,38	34,39, 40,18	35,6, 4	2,28, 36,30	35,10, 3,21	35,39, 19,2	14,22, 19,32	1,35, 32
18	Brightness	19,1, 32	2,35, 32	19,32, 16		19,32, 26		2,13, 10		10,13, 19	26,19, 6		32,30	32,3, 27
19	Energy spent by moving object	12,18, 28,31		12,28		15,19, 25		35,13, 18		8,15, 35	16,26, 21,2	23,14, 25	12,2, 29	19,13, 17,24
20	Energy spent by non-moving object		19,9, 6,27								36,37			27,4, 29,18

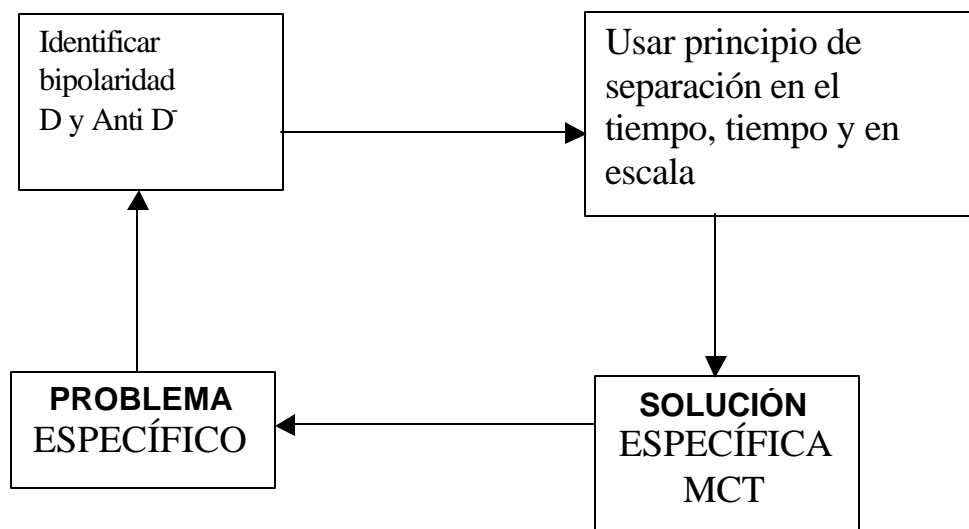
La matriz de contradicción es un cuadro de doble entrada, donde se listan 39 características básicas de los sistemas técnicos y en el cruce de cada fila y columna se dan referencias a los tipos de soluciones que se pueden aplicar para variar una de las características, sin que varíe la otra. Las soluciones ofrecidas son los 40 principios de inventiva que identificó Altshuller y que dan nombre a uno de sus libros más famosos. Los 40 principios son la deducción más directa del análisis de las patentes realizado por el autor del TRIZ.

Evidentemente los principios no son una solución directa a la contradicción, sino una línea de razonamiento para encontrar la solución. Las casillas de la matriz que quedan vacías corresponden a contradicciones técnicas que no se pueden dar o que no están resueltas.

La resolución de un problema con esta herramienta y lo mismo sucede con las otras, requiere la abstracción del sistema, la identificación de la contradicción técnica, la aplicación del operador abstracto o principio y la especificación para obtener de nuevo el sistema físico, con el problema resuelto.

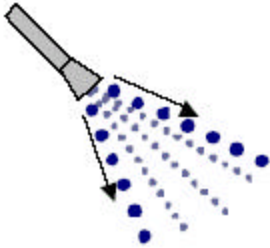
La **contradicción física** se define como aquella circunstancia en la que queremos, por razones diferentes que una determinada característica de un sistema aumente y disminuya a la vez. Considerando un sistema técnico en donde se requiere por una característica D y otro requerimiento Anti-D⁻ característica de rasgo bipolar

El estudio de contradicciones físicas se realiza por análisis directo y para su resolución se aplican los “**principios de separación**”. Los principales son tres: separación en el espacio, separación en el tiempo y separación en la escala.



Estos tres principios son muy ingeniosos, destacando por su utilidad y por la innovación de las soluciones que proporciona el de separación en la escala, con el que se pretende que los dos fenómenos contradictorios, tengan lugar a escala diferente. Se entiende por escala la dimensión característica con la que estamos estudiando un sistema. La mayor escala posible se define en términos de subsistemas y la menor en términos de partículas subatómicas. Lógicamente el número de componentes que se considera en un sistema, aumenta a medida que la escala disminuye.

Ejemplo : Para prevenir el polvo que se forma durante el trabajo en las minas, las gotas de agua deben ser pequeñas. Pero las gotas pequeñas forman una neblina. Para prevenir esto está propuesto rodear las gotitas con un cono de gotas grandes (Separación en el tiempo)



Si un sistema con un problema no presenta una contradicción, se puede analizar utilizando el procedimiento “**sustancia-campo**”, al que normalmente se hace referencia como “**análisis Su-F**”, por la expresión inglesa “substance-field”.

El **análisis Su-F** es un procedimiento gráfico en el que se representan las partes físicas de un sistema o “sustancias” y las interacciones que tienen unas en otras o “campos”. Hay una metodología establecida para la representación de los diferentes tipos de sustancias e interacciones, según sean útiles o perjudiciales.

Del estudio del gráfico y siguiendo unas pautas, se puede deducir que modificaciones hay que hacer al sistema para eliminar el problema. Las modificaciones se pueden definir directamente a partir del estudio del diagrama Su-F o aplicando otro conjunto de 76 operadores abstractos, denominados “soluciones estándar”.

Los estándares también pueden utilizarse directamente sobre un sistema al que se le ha hecho una simple abstracción y muchas veces ofrecen una solución descriptible en forma de un diagrama Su-F, por lo que la resolución de un problema con esta herramienta puede tener dos puntos de partida y dos caminos diferentes, aunque, si el procedimiento está bien aplicado, la solución debería ser la misma.

Altshuller lo compiló estas 76 soluciones estándares agrupado en 5 categorías como sigue;

1. Mejora del sistema o pequeños cambios	13 soluciones estándares
2. Mejora del sistema por cambios en el mismo.	23 soluciones estándares
3. Transiciones del sistema.	6 soluciones estándares
4. Detección y medición.	17 soluciones estándares
5. Estrategias para la simplificación y la mejora.	17 soluciones estándares
El total: 76 soluciones estándares	

Ejemplo 2.4.3. Usar un líquido magnético. (el 2 Corresponde a la categoría)

- Los líquidos magnéticos son un caso especial de 2.4.2. los líquidos Magnéticos son partículas ferromagnética coloidales suspendidas en querosén, siliconas o agua.
- Sello ferroflúidico para puertas, aplicaciones de cero gravedad, eje rotatorio flotante en el driver de la computadora, etc.

Un bloqueo de una puerta magnética es usado en conjunción junto con un sello lleno de material de ferroflúidico con un punto dado de Curie. Cuando la temperatura esta debajo del punto de Curie la puerta se sella. Puede abrirse levantando la temperatura sobre la temperatura de Curie.

La combinación del análisis Su-F y los estándares son herramientas complejas del TRIZ clásico, que consumen mucho tiempo y quizás por ello, también proporcionan las soluciones más innovativas a los problemas, si bien el máximo nivel de innovación solo se alcanza cuando, además de una técnica determinada, se utilizan procedimientos algorítmicos.

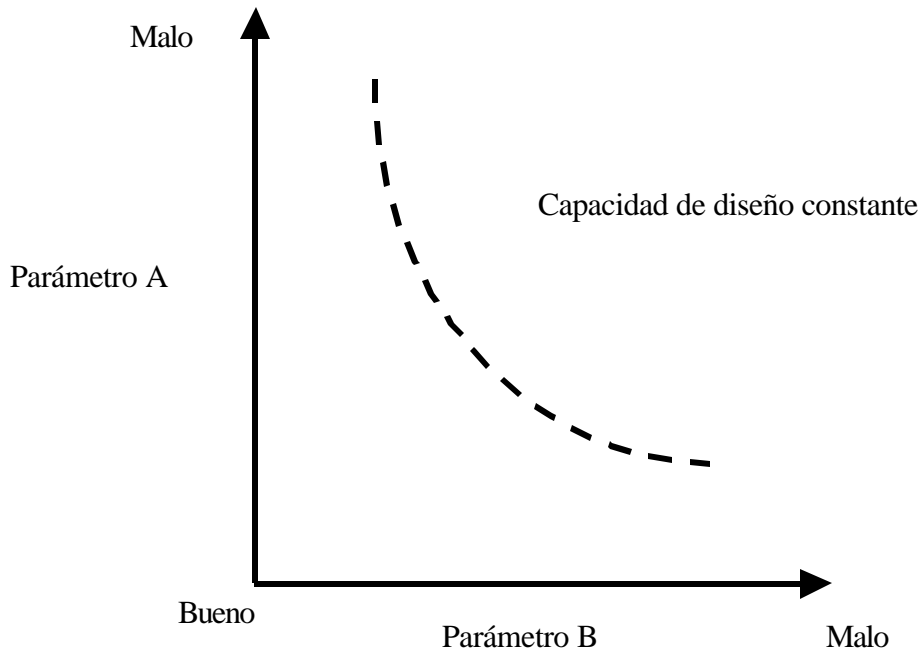
Los procesos de resolución de un problema utilizando las herramientas del TRIZ son, en general, muy meticulosos y lentos, debiendo realizarse análisis detallados de cada una de las líneas de trabajo propuestas por el método. A veces la resolución de una contradicción tiene un efecto colateral indeseado o hace que se presente otra. En estos casos se debe volver a aplicar el método para resolver el efecto indeseado o la nueva contradicción.

Para problemas especialmente complejos existe un procedimiento algorítmico, que ya se ha indicado que se denomina 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 estrictamente necesario e intentar resolver un problema, en primer lugar, por una aplicación directa o secuencial del método TRIZ.

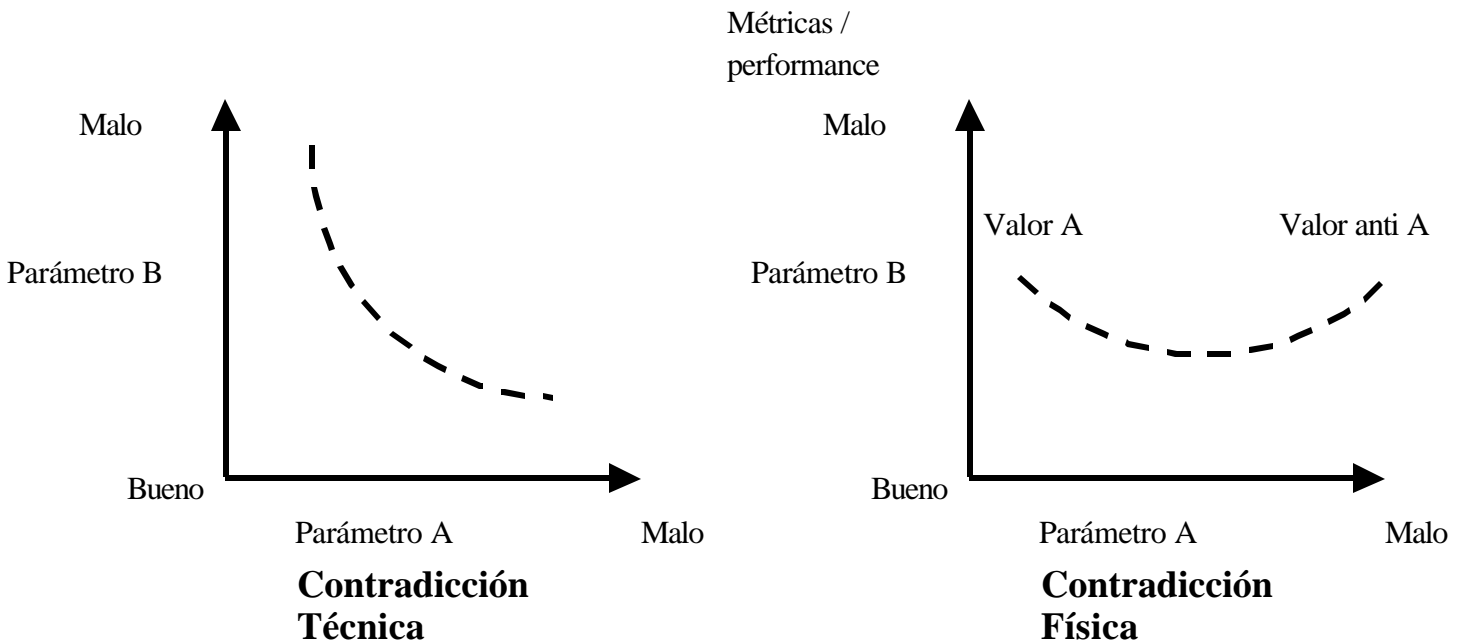
DIFERENCIA DEL TRIZ CON LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS TRADICIONAL

Contradicción técnica:

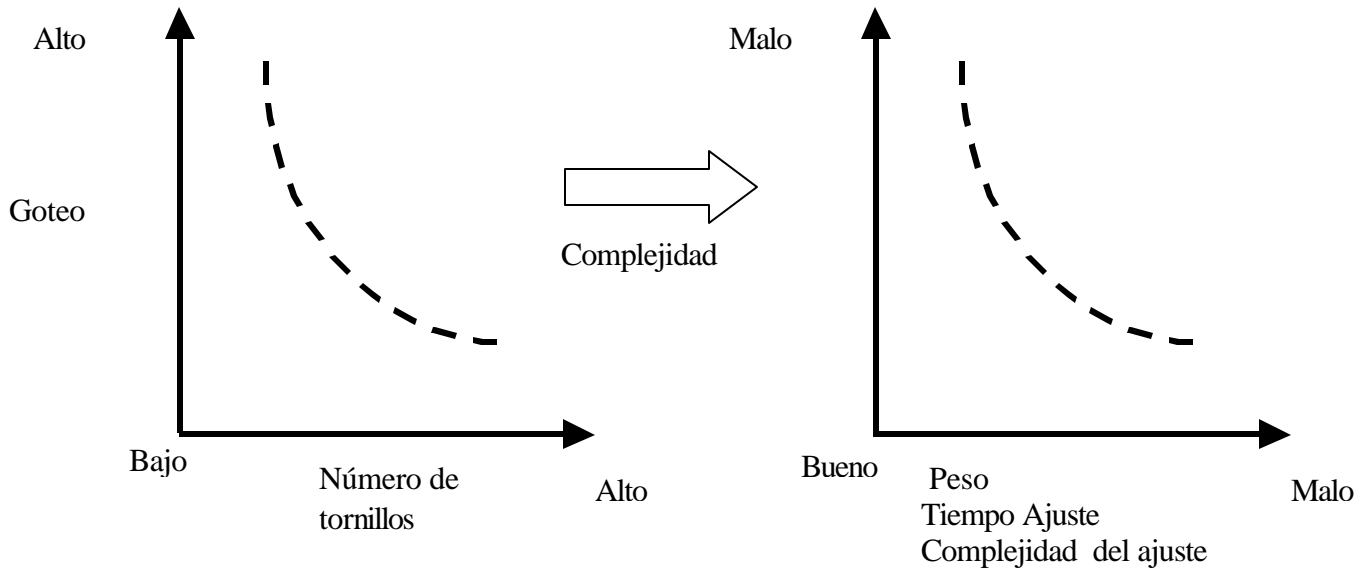
Un parámetro se mejora y un parámetro diferente empeora. Como por ejemplo, resistencia vs. Peso. Lo cual, puede ser representado gráficamente:



Contradicción técnica Vs. Física:

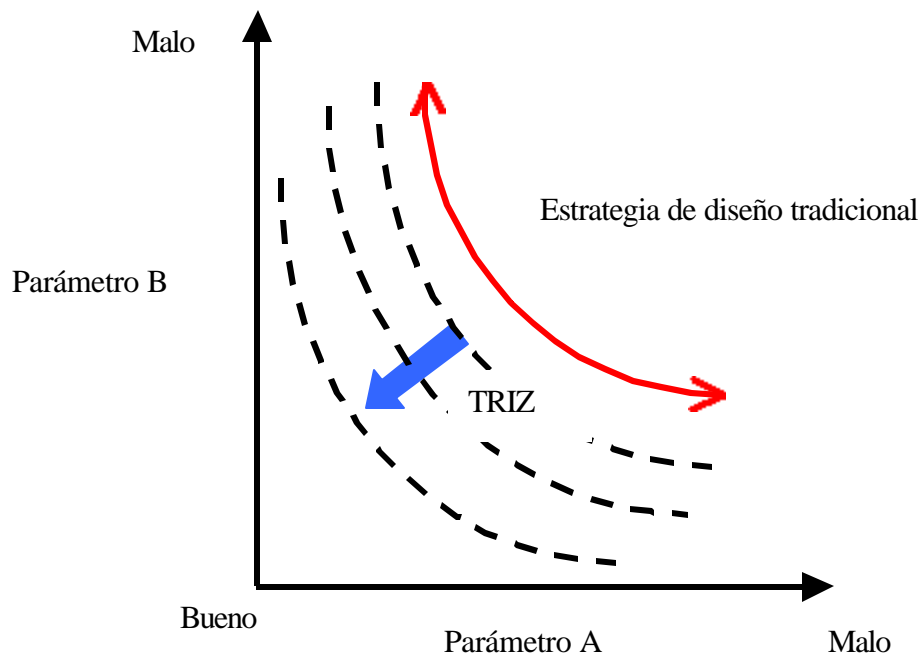


Típico diseño de unión por bridas (por compromiso):



El parámetro A podría ser la “fuga”, mientras que el parámetro B puede ser el número de tornillos alrededor de la unión. Normalmente el diseño espera alcanzar una alta performance.

Se busca un goteo adecuado, con un número mínimo de tornillos. Normalmente (sin TRIZ) el diseñador busca el punto en la línea roja donde el “mejor” compromiso es obtenido.



Usando los 40 principios, el diseñador es capaz de cambiar las curvas y desplazarse hacia una solución donde ambos parámetros A y B son mejorados, cada una de las curvas punteadas representa una contradicción a vencer. Algunos pasos pequeños representan una mejora circunstancial o de compromiso, pero cuando la contradicción es completamente resuelta, entonces lo mejor ha sido encontrado (constituye una solución innovadora).

Cuando alguien resuelve un problema siguiendo una función, de hecho asume una solución de compromiso.

METODOLOGÍAS DERIVADAS

Al fin de simplificar el TRIZ y el ARIZ el Dr. Roni Horowitz desarrolló la metodología ASIT (que significa: Pensamiento Inventivo Estructurado Avanzado), difundido en todas las universidades de tecnología de Israel.

El Dr. Ed Sickafus desarrollo e implementó el USIT (Pensamiento Inventivo Estructurado Unificad) en FORD Motors Company – esta metodología que a diferencia del TRIZ, se basa en los conocimientos y es una herramienta de pensamiento.

Asimismo esta metodología no requiere la utilización de software alguno, solamente son necesarias: la lógica y la perspicacia para la obtención de soluciones conceptuales de preingeniería.

La metodología nombrada junto al TRIZ y al ASIT, las estamos estudiando para su implementación en la Argentina.

CONCLUSION

La sociedad de nuestro país necesita en estos tiempos buscar imperiosamente de nuevos rumbos en lo que respecta a avances y desarrollos tecnológicos. Esto se puede lograr de muchas formas. En nuestro caso particular elegimos al TRIZ como centro metódico y ordenador insertado en un conjunto de herramientas colaterales, vinculadas de manera integrada.

De esta forma podremos desarrollar o mejorar productos tecnológicos apuntando a la máxima excelencia.

Las consecuencias inmediatas de estas acciones son que nos promueven a realizar la difusión de esta teoría. El deseo de elevar la calidad de vida en nuestra sociedad, está encadenada a la realización personal del individuo inserto en la misma a través de logros profesionales e intelectuales, mediante una sincronización de grupos de trabajo, formados por individuos que demuestren temple, pasión, perseverancia y comprometidos con la calidad y la excelencia.

Lo anteriormente expresado puede ser patrimonio de la UTN FRGP, siendo nuestra misión canalizar esta posibilidad pudiendo lograr que nuestra regional sea el punto de partida de esta teoría en nuestro país.

Universidades

- *MIT*
- *Universidad de Texas*
- *Universidad Estatal Wayne*
- *Universidad Gotemburgo-Suecia*
- *Universidad de BATH*
- *Universidad de Berkeley*
- *Instituto tecnológico de Suecia*
- *Universidad de Osaka*
- *Universidad de Michigan*
- *Harvard*
- *Universidad Tel-Aviv*
- *Universidad Haifa*
- *Instituto tecnológico Samsung*
- *Universidad Trent Nottingham*
- *Universidad Estatal Carolina del Norte*
- *Instituto Tata India*
- *Universidad Atlántico Florida*
- *Instituto Tecnológico Monterrey*
- *UTN FRGP*

EMPRESAS QUE LO IMPLEMENTAN

- *GM*
 - *Ford (USIT)*
 - *Toyota*
 - *Dana*
 - *Rockwell*
 - *TRM*
 - *Motorola*
 - *Honeywell*
 - *Nortel*
 - *Xerox*
 - *Kodak*
 - *Mercedes-Benz)*
 - *BMW*
-
- *Siemens*
 - *Volkswagen (México)*
 - *Johnson& Johnson*

- *Mitsubishi*
- *Emerson Electric*
- *Unisys*
- *Proctor Gramble*
- *McDonnell- Douglas*
- *Allied-Signal*
- *Boeing*
- *NASA*
- *Lockwell*
- *Hewlet-Packard*
- *Lexmark*
- *Illinois-work*
- *Kimberley- Clark*
- *3M*
- *Rolls –Royce*
- *Samsung*
- *Ferrari*

Contactos

1. **Altshuller Foundation** –Dra. Larissa Komarcheva -Página oficial detentores de los derechos intelectuales sobre TRIZ / ARIZ
2. **NTELLECK** – Dr. Ed. Sickafus USA–desarrollador metodología (USIT) Pensamiento inventivo estructurado unificado en Ford Motor Corporation.
3. **Universidad de OSAKA** Dr.Toru Nakagawa Japan
4. **TRIZ-Nicaragua-** Lic. Hugo Sánchez.
5. **Roni Horowitz** metodología ASIT

Publicaciones

1. ARIZ 85 – Traducción de la versión original Ruso al Español (Autores: Tatiana Zagorodnova, Carlos Requena, Juan Carlos Nishiyama), Rusia
2. Tesoros – terminología del TRIZ y ARIZ (Autores: Tatiana Zagorodnova, Carlos Requena, Juan Carlos Nishiyama), Rusia
3. Causas y efectos – Dr. Ed Sickafus - USIT(Reconocimiento a Carlos Requena y Juan Carlos Nishiyama), USA
4. Ejemplo de ejercicio abstracto – “El solvente ideal – USIT” en TRIZ, Nicaragua.