

# **Empowering Six Sigma methodology via the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)**

**Amir H.M. Kermani**

**B.S.c. of Industrial Engineering**

**Faculty of Industrial Engineering of Tehran Polytechnics**

**Expert of Iran Institute of Innovation and Technology Studies**

[www.IIITS.org](http://www.IIITS.org)

[M\\_Kermani@iiits.org](mailto:M_Kermani@iiits.org)

**Traducido por Máximo Mejías, estudiante 5º Ing. Industrial**

## **Introducción:**

Existe una frase que dice “la Calidad atrae a clientes y la Invención los distingue de los demás entre la competencia” 6-Sigma es una metodología muy estructurada de mejora de la calidad y TRIZ es un método inventivo; aplicando ambos juntos, la herramienta de resolución del problema inventivo (TRIZ) se puede utilizar para la mejora de la calidad y el grado más alto de la calidad puede ser logrado con la metodología inventiva de mejora de la calidad. Este artículo ilustrará cómo las herramientas diferentes de TRIZ se pueden utilizar en diferentes fases de 6-Sigma y lo potencian.

## **1- ¿Qué es 6-Sigma?**

6- Sigma es una metodología estructurada utilizada en algunos procesos repetitivos, procedimiento o transacción. Los estadísticos en Motorola desarrollaron esta metodología en la década de los 80. La premisa básica de 6- Sigma es que hay un costo a la mala calidad, porque las causas de la mala calidad son pérdidas de ventas y de oportunidades en el mercado. Mejorar la calidad por reducción de defectos lleva a una mayor satisfacción del cliente. La reducción de defectos conlleva la reducción de costos, y al aumentar la satisfacción del cliente con lo cual nuestra renta también se ve aumentada. Así que la primera meta de 6- Sigma es mejorar la satisfacción del cliente, y con lo cual capacidad de ganancia, reduciendo defectos e incrementando “El grado de la calidad”. El grado de la calidad se puede medir de uno o más resultados críticos de un proceso del negocio; cualquier cosa en la que los clientes estén interesados como la llegada de un producto. Los defectos pueden ser relacionados a cualquier aspecto de la satisfacción del cliente: la alta calidad del producto, el plazo de entrega, reducción de costo, etc. En otras palabras en cada proceso, el procedimiento o el producto tienen una oportunidad de ser ejecutados correctamente, cualquier oportunidad que no tenga en cuenta los requisitos del cliente se llama “defecto”.

## 2- ¿ Cual es el éxito de la metodología 6- Sigma?:

Para aumentar el grado de la calidad se necesita un sistema métrico preciso, la clave del éxito de la metodología 6- Sigma es el uso de un parámetro métrico Sigma como una medida de la calidad de cliente y eficiencia de proceso, el término “Sigma” se refiere para medir la variación.

Específicamente, sigma es una medida estadística de la capacidad de un proceso, el procedimiento para encontrar los requisitos de cliente. La Figura 1 muestra los diferentes niveles de sigma según los defectos producidos, se debe advertir que la satisfacción del cliente se cuantifica generalmente en términos de un objetivo y límites.

Figure 1

<u>Sigma Level</u>	<u>Percent of goods</u>
6	99.99966%
5	99.98%
4	99.4%
3	99.3%
2	69.1%
1	31%

El éxito de 6- Sigma es debido principalmente a estos tres puntos:

- El compromiso y la participación de toda la organización desde arriba hasta abajo.
- la metodología Probada con herramientas basadas en TQM
- Manejo de datos utilizando técnicas estadísticas.

## 3- Plan del Trabajo de 6-Sigma:

El plan del trabajo 6-Sigma consiste en cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

- ?? Definir: La fase de definir se preocupa por la definición de las metas del proyecto, y de la identificación de los puntos que necesitan de ser dirigidos para lograr el nivel más alto (mejor) de sigma.
- ?? Medir : El objetivo de la fase de Medida de la estrategia 6- Sigma será reunir información acerca de la situación actual, para obtener los datos del desarrollo actual del proceso, e identificar los puntos problemáticos.

?? Analizar: En esta fase se deberán identificar la causa (causas) que originan el problema de calidad, y confirmar estas causas utilizando las herramientas apropiadas del análisis de datos.

?? Mejora: El objetivo de esta fase es aplicar soluciones a los problemas (la/s causa/s) identificados en la fase anterior (analizar).

?? El Control: Esta fase deberá evaluar y controlar los resultados de la fase (mejora) previa.

En el macro nivel cada una de estas fases responde a las preguntas siguientes:

Definir: ¿Qué es importante para el cliente? ¿O cuales son nuestros defectos?

Medir: ¿Qué es lo que realizamos actualmente frente a lo que es importante para el cliente?

Analizar : ¿Qué causas provocan que no consigamos el objetivo de nuestro cliente?

Mejorar: ¿ Con que mejoras alcanzaremos el objetivo de nuestro cliente realizando las mínimas variaciones?

Controlar : ¿Que parámetros de control serán los adecuados para evaluar las mejoras?

Cada una de estas fases potenciadas por las herramientas TRIZ se explicarán con más detalle a continuación.

### **3-1- Fase de definición:**

La primera fase de 6-Sigma implica definir varios elementos claves: una explicación del problema, variables críticas para la Calidad (CTQ), y los defectos percibidos por el Cliente.

Al principio de la fase de definición las CTQ se deben identificar. Las CTQ son las metas de la satisfacción del cliente, que representan “la voz del cliente” y conforman el proyecto (problema). Entonces el problema se debe descomponer en varios sub-problemas, tal como tiempo de ciclo, la reducción del costo, o la reducción de defectos. Después este defecto del proceso se definirá para cada sub-problema.

Como podemos ver la identificación de las CTQ y la definición de los problemas son a menudo razones para empezar el proyecto 6-Sigma. La fase de definición es muy importante porque 6-Sigma se distingue de otros programas de mejora de la calidad justo en este paso, pero frecuentemente es una tarea muy difícil identificar el problema, no es siempre obvio, de hecho en algún proceso el problema que es relacionado a las CTQ puede ser mal definido, así que el problema y su situación no pueden ser definidos ni pueden ser descompuestos correctamente. También para definir los defectos, hay una fuerte necesidad para obtener un enfoque más disciplinado y riguroso del estado actual del proceso y de determinar las interrelaciones

de las funciones. Las herramientas para la definición del problema TRIZ son herramientas convenientes para satisfacer esta necesidad.

Cuándo los problemas complejos se resuelven con ARIZ algunas herramientas analíticas como ISQ, formulación del problema, el análisis de funciones y el Resultado Final Ideal (IFR) se pueden utilizar para definir el problema correctamente y descomponerlo en algunos sub- problemas en formato mini del problema, los mini problemas se obtienen a partir de la situación del problema mediante la introducción de restricción: Todo en el sistema (proceso) se queda igual o llega a ser menos complicado, aparece como una acción requerida (o propiedad) o desaparece una acción perjudicial (o propiedad).

Este enfoque se puede utilizar en la metodología 6Sigma. Al principio se debe diseñar una ISQ especial en el proceso 6-Sigma para definir la situación, y entonces una técnica de formulación como el IWB ,análisis de software y función, se utiliza para definir y entender todas las funciones del proceso y las relaciones entre ellas, con esta aproximación el problema ya se puede definir correctamente y puede ser descompuesto en algunas sub metas (sub - problema) y entonces las IFR se definen para cada uno de ellas.

Por otro lado la metodología 6-Sigma siempre enfoca uno o dos CTQs, que tiene más efecto en la voz de cliente y puede satisfacerlo mejor que los otros, 6 Sigma no puede enfocar a más de dos CTQs ya que el conflicto entre ellos sería el enfoque perfecto en uno de ellos y lo mejoran. También puede ser posible aplicar las técnicas de resolución de contradicciones enfocadas a más de dos CTQs para mejorarlas a todas a la vez.

### **3-2- La Fase de Medida:**

La segunda fase incluye la revisión de información y colección de datos para obtener cómo el sistema funciona en la realidad, en esta fase cuantificar el proceso actual es lo que se busca . La producción del proceso es conocida como el "la respuesta"Y". Las medidas de Y son importantes para el cliente. Y es dependiente de un conjunto de variables de entrada independientes. Cada entrada es conocida como una variable "X", en la situación ideal la relación entre las X y la Y se deben definir de la siguiente manera:

$$Y = f(X1,X2,X3,\dots,Xn)$$

Como vemos en la fase de Medida la cuantificación de cada factor para los cuales CTQ es reversible son muy importantes, por otro lado si queremos mejorar un factor nosotros debemos ser capaces de medirlo, El Maestro, Cinturón Negro aprende rápidamente esto "si TU no lo puedes medir apropiadamente, entonces no puedes mejorarlo." Esto es un principio clave de 6-Sigma. Pero en cada Proceso algunos factores no pueden ser la medidas exactamente por que es carísimo o laborioso, así que existe la necesidad de buscar alguna solución inventiva que ayude a medir estos factores fácilmente a bajo costo y en menos tiempo.

En este tipo de casos 4 de 76 Soluciones de Estándares para crear el nuevo sistema de medida o mejora nuestro sistema actual de la medida ,se pueden utilizar. De nuestro punto de vista los estándares que pueden ser más útiles son las siguientes clases:

- ?? El Estándar 4.1.2: Aplicando Copias.
- ?? Estándar 4.1.3 Medidas de 2 o más detecciones consecutivas.
- ?? Estándar 4.2.2: Medidas complejas.
- ?? Estándar 4.5.2: Dirección de la evolución.

### 3-3- La Fase de Análisis:

La tercera fase implica el análisis estadístico de los datos para entender la interrelación de variables y cómo estas afectan a la calidad. La meta del análisis es encontrar las correlaciones entre las variables, y con lo cual obtener de una manera más exacta las variable X que son esenciales para identificar la respuesta Y. De hecho nosotros podemos decir que la prueba de la fase del análisis intenta contestar las siguientes preguntas:

- ¿ Las combinaciones de variables afectan a Y?
- ¿ Si cambiamos una entrada X, cambiamos realmente la salida Y?
- ¿ Si cambio una entrada de X existe algún efecto sobre las otras X?
- ¿ Cuánto podemos cambiar una X según las otras X?

Después del análisis de las variables CQT las cuales son sensible entre ellas, veremos que el cambio de alguna de ellas sin afectar a las otras imposible, debido a su interrelación, en esta situación un cinturón Negro intenta resolver esta clase de problemas utilizando técnicas estadísticas y de optimización como modelos matemáticos y resolviendo algún programa lineal o no lineal pero utilizando herramientas TRIZ que son mejor para formular éstos sub-problemas el modelo de contradicción y encontrar las zonas de conflicto en cada etapa del proceso y entonces centrándonos en ellos y resolviendo la raíz de la contradicción en vez del arreglos, en esta situación todos los problemas del proceso se debe traducir a la contradicción mediante parámetros técnicos de sistema, utilizando la matriz nueva 2003 con los parámetros nuevos que crean la contradicción puede ser muy útil, desde nuestro punto de vista para encontrar la contradicción del proceso es preferible nos centremos primero en los parámetros amarillos ( Eficiencia de los Parámetros Relacionados) luego los grises (Los Parámetros de la Reducción del Fabrica/Costo), azules (como la confianza, la durabilidad, etc Los Parámetros Relacionados), los rosa (Los Parámetros de la Medida) y verdes (Los Parámetros Físicos), si los parámetros de la contradicción no se encuentran entre estos 50 parámetros, por analogía suelen ser útiles, por ejemplo: “el Peso” o “la fuerza” representa “la resistencia al cambio”, y si al final los parámetros de la contradicción no se han encontrado todavía, los 40 principios inventivos deberían ser utilizados en orden aleatorio.

Según la contradicción física:

- 1- “La Separación En el Tiempo”: ¿ Es el factor A o Anti-A necesario cada vez durante el proceso?
- 2- “La Separación En el Espacio”: ¿ Es el factor A o Anti-A necesario por todas partes durante el proceso?

Son prioritarios los otros.

### **3-4- Mejora la Fase:**

En la cuarta fase nosotros tratamos de encontrar la mejor manera de lograr la mejor calidad, las técnicas de conocimiento para lograr esta meta son Designed Experiments and Brainstorming. Específicamente, las combinaciones de diferentes variables X son escogidas, y la salida Y se observa para cada combinación. Esto muestra que alguna de las X inicialmente considerada esencial para la Y verdaderamente no lo es.

Así vemos que la etapa de mejora de 6Sigma a menudo se limita a diseñar las experiencias o brainstorming y aun siendo ambas herramientas buenas, las dos carecen de enfoque sistemático, 6 Sigma a menudo se enfoca demasiado en el proceso y puede perder la visión general del sistema, para lograr un mejor resultado algunas herramientas sistemáticas de TRIZ como 9 pantallas y Leyes de la evolución de sistema deben ser utilizadas en cada etapa del proceso para mejorarlos dirigiendolos a la Idealidad; debe ser advertido que todo proceso está hecho de algunos sistemas (asumir cada etapa del proceso como sistema). desde nuestro punto de vista las Leyes que a continuación se muestran son más efectivas para el proceso:

- Evolución hacia el aumento de compromiso de recursos.
- Evolución hacia el aumento de dinamismo y controlabilidad.
- Evolución mediante emparejar y desemparejar elementos.
- Evolución hacia la disminución de participación humana.

Puede ser preferible que algunos de nuestro sub-problemas sea redefinido en esta fase según las soluciones de otro sub- problema en la fase de análisis y las Leyes de la evolución de sistema, con este enfoque nosotros podemos lograr el mejor ajuste para las variables X.

### **3-5- La Fase del Control:**

La quinta fase sitúa los controles para mantener la calidad en cada situación. En esta fase nosotros tratamos de dar respuesta a esta pregunta: ¿Qué debe estar en su lugar para mantener que el proceso trabaje correctamente cuándo las cosas cambian?.

Cuando vemos que existe la necesidad de ser capaces de predecir todas las posibles vías de fallo del proceso modificado, nosotros debemos encontrar y resolver la raíz de estos problemas.

Según las herramientas de TRIZ "La Determinación Anticipada de fallos (AFD)" es un potente método para el análisis y prevención de diseño de modos de fallos, mediante el uso de este método seremos capaces de:

- Analizar completamente dado el mecanismo de fallo.
- Obtener un conjunto exhaustivo de potenciales "escenarios" de fallos.
- Desarrollar las soluciones "inventivas" para prevenir, contrarrestar, o para reducir el impacto de los escenarios de fallos.

#### **4- Conclusión:**

Hay cinco maneras diferentes de introducir las herramientas TRIZ dentro del sistema 6- Sigma:

La primera inserción de herramientas TRIZ puede estar en la posición temprana, en la completa iniciativa 6-Sigma y definir la fase como un instrumento para ayudar a identificar CTQ y definir correctamente al problema al que 6- Sigma quizás se aplique.

La segunda inserción de herramientas TRIZ puede estar en la fase de medida como una herramienta para ayudar a la creación o la intensificación del sistema de la medida.

La Tercera inserción de herramientas TRIZ puede estar en la fase del análisis como una herramienta para ayudar a la definición y resolución de las contradicciones entre variables, las cuales CTQ es sensible a ellas.

La Cuarta inserción de herramientas TRIZ puede estar en la fase de mejora como una herramienta para ayudar en la mejora de cada etapa del proceso dirigida sistemáticamente a la idealidad.

La Quinta inserción de herramientas TRIZ puede estar en la fase del control como una herramienta para ayudar a predecir las vías de fallos y resolver la causa de raíz.

## 5- Discusión:

Próximo Paso: Piensa acerca de la integración de la metodología de DMAIC con ARIZ en lograr el algoritmo estructurado nuevo para la mejora inventiva de la calidad. ¿Es necesario?

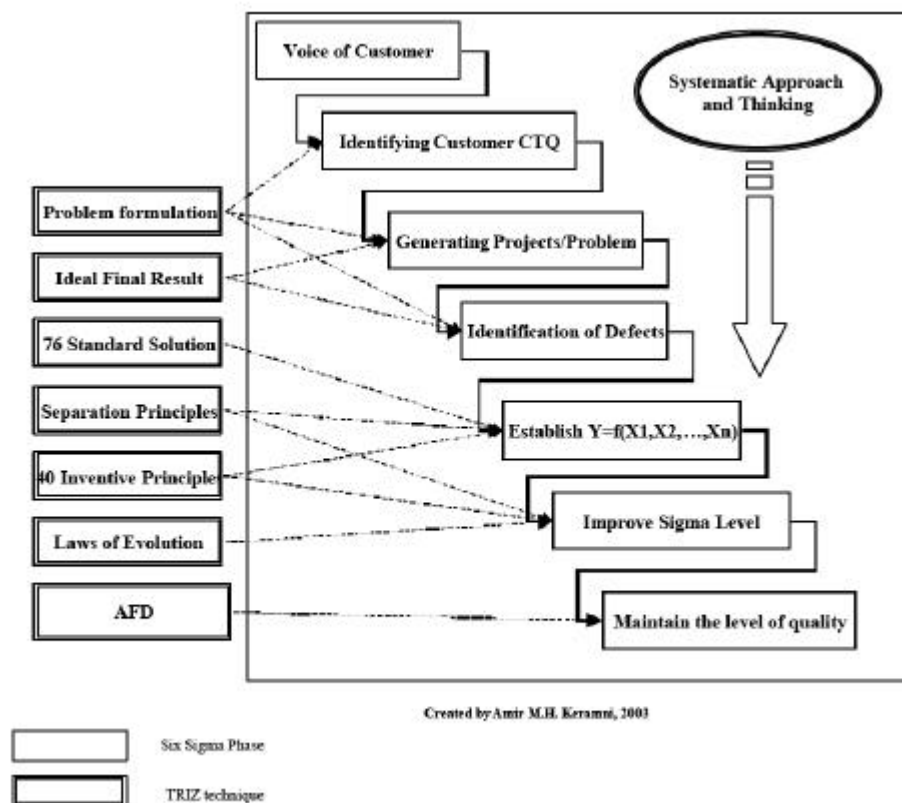


Figura 3. Inserción de la técnica TRIZ al Proceso 6-Sigma.

## 6- Acerca del Autor:

Amir es un Ingeniero Industrial graduado en la politécnica de Teherán, El ha pasado 4 años en la investigación acerca de técnicas de Dirección de Calidad especialmente 6 Sigma, DFSS y QFD. El descubrió TRIZ hace 3 años. El ha asistido a varios cursos impartidos por el Profesor. Zinvokina (Maestro de TRIZ). El ha utilizado TRIZ para resolver muchos problemas reales; Amir está entre las pocas personas que

han tratado de desarrollar el conocimiento TRIZ y establecer las bases de TRIZ en diferentes industrias tales como la química y petroquímica en Irán.

## **7-Referencias**

1. Cook J., “**Six Sigma of Separation: Comparing Business Improvement Practices**”, Value World, Volume 22, Number 1, Spring 1999.
2. Zlotin B., Zusman A., Altshuller G., Philatov V.: “**TOOLS OF CLASSICAL TRIZ.**” Ideation International Inc., 1999
3. Ph.D. Stan Kaplan, S. Visnepolschi, B. Zlotin, A. Zusman: “**NEW TOOLS FOR FAILURE & RISK ANALYSIS.** An Introduction to Anticipatory Failure Determination (AFD) and The Theory of Scenario Structuring.” Ideation International Inc., 1999
4. Ph.D. Domb E., “**Using TRIZ for Creativity in Six Sigma Management**”, APQC Presentation
6. Mann D.L., Dewulf S., Zlotin B., Zusman A., “**Matrix 2003: Updating the TRIZ Contradiction Matrix**”, CREAX Press, 2003.
7. Tennant G., “**TRIZ for Six Sigma**”, E-book, Mulbury Six Sigma, 2003.