

**HERRAMIENTAS PARA MEJORÍA DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD:  
ISO 14000, *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* (QFD) Y *SIX SIGMA***

**Nara Medianeira Stefano**

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

[stefano.nara@gmail.com](mailto:stefano.nara@gmail.com)

**RESUMEN**

Las exigencias del consumidor y el crecimiento del factor competitividad obligaron a las organizaciones a mejorar sus procesos, producto y servicios para atender a las exigencias de un mercado dinámico y de consumidores cada vez más exigentes. Ese diferencial, en la búsqueda incesante por la mayor participación en el mercado, se manifiesta en la implementación de programas de calidad. Este artículo tiene por objetivo presentar un estudio del *Six Sigma*, ISO 14000 y QFD, realizado por medio de una investigación bibliográfica de los respectivos conceptos, considerando las dimensiones: objetivo, foco, ventajas, desventajas. También, se busca analizar los puntos comunes y divergentes y así verificar la posibilidad de trabajar esas iniciativas en conjunto. Los resultados permitieron visualizar la posibilidad de trabajar con las iniciativas en conjunto, una vez que estas poseen puntos en común, siendo que la diferenciación de foco puede ser una ventaja en el éxito de la implantación.

**Palabras clave:** Six Sigma. ISO 14000. *Quality Function Deployment*. Gestión da la Calidad.

**ABSTRACT**

The demands of consumers and the growth of competitiveness factor stimulated organizations to improve their processes, product and services to meet the requirements of a dynamic market and increasingly demanding consumers. This differential, in the continuous search for greater market share, manifested it in the implementation of quality programs. This paper aimed to present a study of Six Sigma, ISO 14000, and QFD, performed by means of literature review of the respective concepts, considering the dimensions: objective, focus, advantages, and disadvantages. Also, common and divergent points are analyzed and thus verify the possibility of working together these initiatives. The results allowed visualizing the possibility of working with initiatives together, once these have points in common, being that the differentiation of focus can advantage in success of implementation.

**Keywords:** Six Sigma, ISO 14000, Quality Function Deployment, Quality management.

## 1. INTRODUCCIÓN

El concepto de calidad ha evolucionado desde sus orígenes en la revolución industrial (CORTES; TAVERNER; TARI, 1999; MOYA, 2004) hasta nuestros días, dando lugar a sucesivas teorías y enfoques que complementan los anteriores hasta llegar a la gestión de calidad total, incluyendo no solamente el cumplimiento con las especificaciones sino también el valor estratégico y la satisfacción del cliente.

En la actualidad se verifica que la gestión de la calidad (KULL; WACKER, 2010; WU; ZHANG; SCHROEDER, 2011; KAFETZOPOULOS; GOTZAMANI, 2014) está siendo considerada como un factor decisivo para la mejoría del desempeño y permanencia de la organización en el mercado. En la búsqueda por la calidad, las organizaciones mejoran procesos, productos y servicios objetivando la satisfacción de los clientes. Visando encontrar maneras de diferenciación de la competencia y alcanzar desempeño superior son algunas de las reglas que las organizaciones adoptan para mantenerse en el ambiente a fin de obtener eficacia operacional. El concepto de calidad ha ido evolucionando durante la segunda mitad del siglo XX desde el control de la calidad hasta la gestión. El concepto actual de gestión de la calidad total, (TQC – *Total Quality Control*) definido por primera vez por Feingenbaum (1994), como un sistema de integrar esfuerzos en la empresa, para conseguir el máximo rendimiento económico compatible con la satisfacción de los clientes.

La gestión de la calidad total se aplica al tipo de gestión (PONSATI; CAMPOS, 2002), no a la calidad. Esta visión es más amplia que la tradicional del control de la calidad, y se ajusta a la acepción de control como dominio, incluyendo todos los aspectos de la organización que afectan a la calidad. Antes se hablaba de calidad refiriéndose a los aspectos de producción o diseño de producto, pero, en la actualidad, el alcance de este término se ha ampliado, considerando la calidad en toda la organización.

En este escenario, la eliminación de desperdicios (KUMAR; SOSNOSKI, 2009; NÄSLUND, RAWABDEH, 2005; OLSSON; KARLSSON, 2006; LOHRI *et al.*, 2014) adopción de tecnologías avanzadas, desarrollo de nuevos productos, implicación de los colaboradores y la mejoría continua de los procesos de producción, se hacen la base de sustentación de los negocios. Como alternativa para disminuir costes y mejorar la calidad surge, la implementación de iniciativas, como: *Six Sigma*, ISO 14000 y QFD (*Quality Function Deployment*). Toda esa inversión y aplicación de esas herramientas tienen el objetivo de identificar oportunidades, establecer prioridades, elaborar planes de acción, evaluar resultados y promover mejorías. Esas metodologías pueden ser implementadas separadamente o en conjunto, independiente de la decisión, en la práctica la implementación de esas herramientas exige varios requisitos en términos de recursos materiales, financieros y humanos.

Este estudio tiene por objetivo rever los conceptos de *Six Sigma*, ISO 14000 y QFD, analizarlos a partir de los siguientes ítems: objetivo, obstáculos para implantación, ventaja y de esas herramientas.

## 2. GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL

El concepto de calidad comienza con el objetivo de corrección de errores o defectos, evolucionando hasta la etapa donde las causas de los defectos eran identificadas con la finalidad de corregir los procesos. A era de la calidad coexiste con un factor social, que, envuelto en ese escenario, trae a la organizaciones nuevas exigencias, de entre las cuales, se destacan la reducción de las barreras internacionales, la realización de esfuerzos uniformes relativos a la forma y al padrón de calidad de productos y/o servicios ofertados (SARTORELLI, 2003).

Usualmente se ha percibido la calidad como un término abstracto (MOYA, 2004), no exento de ambigüedad y subjetividad, por lo que es necesario hacer un esfuerzo en convertirlo en más objetivable. La calidad ha sido entendida a lo largo de la historia de diversos modos; la evolución del concepto (Cuadro 1) es consecuencia del cambio de las necesidades que tienen que afrontar las organizaciones.

Cuadro 1 – Aportación de calidad

<b>Autor</b>	<b>Aportación</b>
DEMING	Se basa en una mejora sistemática de la calidad, gestiona la organización con una visión amplia y a largo plazo, en su filosofía subyace el compromiso con la mejora continua. El método propuesto el ciclo P-D-C-A. ( <i>Plan, Do, Check, Action</i> ), el control estadístico de procesos (CEP) y su programa de catorce medidas como procedimientos para conseguir la mejora de la calidad.
JURAN	Se basa en su trilogía: planificación, control y mejora de la calidad. Define el objetivo de la calidad en dos niveles: el objetivo de la empresa como un todo es conseguir que el producto sea apto para el uso por parte de los clientes, y los objetivos de los distintos departamentos consisten en trabajar de acuerdo con las especificaciones diseñadas para alcanzar la aptitud para el uso.
CROSBY	La calidad se basa en prevención, su filosofía está estructurada en lo que denomina “absolutos” de gestión de la calidad, que define en los siguientes términos: calidad es conformidad con los requerimientos, el núcleo del sistema de calidad es la prevención, El estándar de realización es cero defectos, la medida de la calidad es el precio de la no-conformidad (costes de la calidad).
FEIGENBAUM	Creador del <i>Total Quality Control</i> (TQC). En su definición, reconoce la calidad como multidimensional y de naturaleza dinámica porque las expectativas de los clientes cambian con el paso del tiempo.
ISHIKAWA	Define el control de calidad como la función de desarrollar, diseñar, producir y ofrecer un producto o servicio de calidad de manera que sea el más económico, el más útil, y siempre satisfactorio para el cliente.
IMAI	El control estadístico de los procesos, el sistema de sugerencias y el mantenimiento productivo total. La contribución de Imai radica en la organización de las mismas bajo un concepto de fácil comprensión: <i>Kaizen</i> (mejora continua).
TAGUCHI	Define la calidad como la pérdida ocasionada a la sociedad desde el momento en que se entrega el producto al cliente. Las pérdidas se dan no sólo cuando alguna de las características de calidad de un producto se sale de las especificaciones sino también cuando éste se halla dentro de las mismas.

Fuente: Adecuado de Crosby (1990, 1994), Deming (1990), Feigenbaum (1994), Ishikawa (1993), Juran (1992), Imai (1994), Taguchi y Clausing (1990).

Se enfatiza en la orientación de la calidad (CHRISTIANSEN, 2011; BENAVIDES VELASCO, 1999) más allá de la empresa, se orienta al mercado, a las necesidades de los clientes, para su tratamiento se emplean métodos de planificación estratégica, fijación de objetivos y movilización de la organización. Los profesionales fijan objetivos, diseñan y ejecutan programas de educación, entrenamiento y coordinación entre departamentos. A lo largo de la historia el término calidad ha sufrido numerosos cambios que conviene reflejar en cuanto su evolución histórica. La aparición del trabajo de Shewhart (1931) marca un hito en el movimiento de la gestión de calidad ya que por primera vez se le da una orientación científica a la disciplina y aporta técnicas de medida, control y evaluación de la producción, iniciándose la etapa del control de calidad (MOYA, 2004). Shewhart fue el primero en reconocer que la variabilidad es consustancial a la producción industrial y que puede ser medida y controlada utilizando herramientas estadísticas (es el inicio del control estadístico del proceso y el uso de las probabilidades).

Dentro del modelo de gestión de la calidad total, lo que probablemente, lo convierte en un paradigma que desafía a todas las técnicas de la administración convencional, es su capacidad de actuar sobre dos aspectos básicos para la competitividad de las empresas: la calidad y la productividad. En principio, al

hablar de la orientación de la gestión de la calidad Total hacia el consumidor. En otras palabras la gestión de la calidad total es un ciclo que empieza y termina con la orientación al cliente. La Gestión de la Calidad Total integra estos dos ámbitos con los elementos humanos implicados en el proceso tal y como se recoge en la Figura 1.

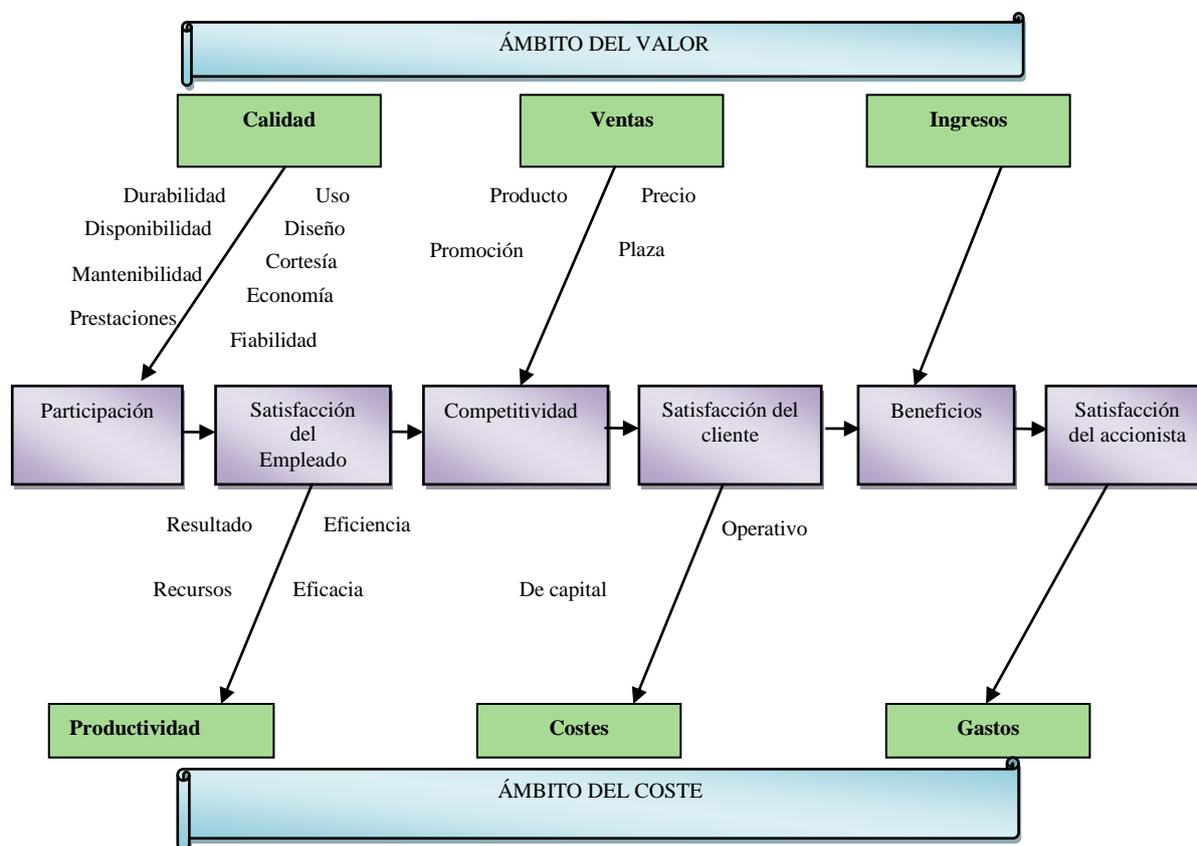


Figura 1 – Incidencia de la gestión de la calidad total en los beneficios de la empresa  
Fuente: adecuado de González de Santamaría, 1995, p. 17)

Tradicionalmente, los objetivos de la empresa se han alcanzado actuando sobre el ámbito del coste, pero cuando la mejora por esta vía se ha agotado, comienza a tomar protagonismo el ámbito del valor, la gestión coordinada y conjunta de estas dos dimensiones se pretende conseguir con los modelos de gestión de la calidad total, de ahí su importancia, por su incidencia notable en la mejora de la competitividad empresarial (BENAVIDES VELASCO, 1999).

Los métodos de gestión de la calidad evolucionaron en el sentido de capacitar la organización para el mercado, buscando anticipar a las necesidades de los clientes. La evolución de los métodos de la gestión de la calidad requiere una integración tanto vertical (directrices) cuánto horizontal (procesos y actividades) de la empresa. La Gestión de la Calidad Total implica un cambio de filosofía y del modo de funcionamiento de las empresas, afrontado por la dirección general, que deberá asegurar la transmisión vertical de dichos cambios

Los pilares de la gestión de la calidad son la orientación por objetivos y por el cliente. Esto significa que la gestión de la calidad de los productos se preocupa con la visión y la misión organizacional, alcanzando los objetivos y alcanzando las metas. Todo eso satisfaciendo el interés de los *stakeholders* (ALVES; VIEGAS, 2007, DAVIS, 2014). La calidad es un concepto amplio que engloba todas las funciones y actividades de una organización, proyectándose el suministro y clientes, y ha sido generado como respuesta de las demandas de un comercio globalizado y cada vez más competitivo.

## 2.1. SIX SIGMA

Desarrollado por el ingeniero Bill Smith, de la división de comunicaciones de la Motorola, en 1988 (WATSON; DEYONG, 2010), para resolver el creciente aumento de reclamaciones relativas a la fallos en el producto. El método estandarizo la manera de cuenta de los defectos y definió un blanco, prójimo a la perfección, el cual fue denominado de *Six Sigma*. Esta estrategia auxilió la Motorola en el alineamiento de los procesos a las necesidades del cliente, en la evaluación y mejora del desempeño de los procesos críticos y en la documentación.

El trabajo resultó en la obtención del premio *Malcon Baldrige National Quality Award* (Premio Nacional de la Calidad de los EUA) en 1988. La Motorola revolucionó (WEI *et al.*, 2010; CHAKRABARTY; TAN, 2007) la extensión y uso de sistemas de calidad. Los elementos básicos del *Six Sigma* no son nuevos: Control Estadístico del Proceso (CEP), Análisis del Modo y Efecto de los Fallos (FMEA), PDCA (Planear, Realizar, Verificar, Tutear para corregir), entre otras herramientas. Estas metodologías unen estas herramientas de calidad con apoyo eficiente de la administración de alto-nivel.

El *Six Sigma* (DICKSON, 2013) es una forma de abordar la mayoría de las operaciones de las organizaciones como sistemas y subsistemas además de mejorar o crear procesos y productos insertados en esos sistemas, eliminando causas que no agreguen valor (KUMAR *et al.*, 2007). Se puede decir que se trata de un modo de reducir la variación del proceso y, consecuentemente, el valor de la sigma. Iniciado por el conocimiento de la necesidad del cliente se basa en datos y hechos y en la utilización de herramientas estadísticas para identificar las causas responsables por los problemas.

Además de la Motorola, otras empresas obtuvieron éxito con el programa *Six Sigma*: *General Eletric, Allied, Signal, Honeywell* y *Ford*. Cuando evaluado los motivos del éxito, se constató que todas esas empresas tuvieron una condición idéntica en sus programas *Six Sigma*, o sea, el rigor y la práctica de seguirse a la risca el concepto de disciplina.

## 2.2. PRINCIPIOS DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA

Pande, Neuman y Cavanagh (2002), Antony (2006), Nakhai y Neves (2009), Swanson (2014) destacan los principales principios de la metodología *Six Sigma*:

- a) Foco: genuino en el cliente: las mejorías son definidas por su impacto sobre la satisfacción y valores de los clientes.
- b) Gestión dirigida para datos y hechos: ayuda gerentes a responder dos preguntas esenciales para apoyar decisiones y soluciones dirigidas por hechos: “¿de qué datos/informaciones y/o realmente preciso?” y; “¿cómo usamos estos datos/informaciones para obtener beneficio máximo?”
- c) Foco en proceso, gestión y mejoría: proyectando productos y servicios, midiendo desempeño, mejorando la eficiencia y la satisfacción del cliente, el *Six Sigma* posiciona el proceso como el vehículo llave para el éxito.
- d) Gestión pro-activa: considerando el ambiente competitivo actual, de disminución del margen de error, ser pro-activo es la única manera de anticiparse.
- e) Colaboración sin fronteras: expande las oportunidades de colaboración, pues las personas aprenden como sus papeles se encajan en la empresa y pueden reconocer y medir la interdependencia de las actividades en todas las partes de un proceso. Luego, propicia el trabajo en equipo.

- f) Impulso a perfección, tolerancia al fracaso: cualquier empresa que haga del *Six Sigma* su objetivo tendrá constantemente que se fuerce ser cada vez más perfecta estando, a la vez, dispuesta a aceptar y controlar obstáculos ocasionáis.

### 2.3. MODELO DMAIC

La metodología *Six Sigma* utiliza como herramienta de conducción el DMAIC, es decir: Definir-Medir-Analizar-Implementar-Controlar. El DMAIC (Figura 2) es una estructurada, disciplinada y rigurosa abordaje para alcanzar la mejoría del proceso compuesta por los cinco pasos o fases descritos abajo, donde cada paso está lógicamente conectado con el paso anterior así como el posterior (MCCARTY; FISHER, 2007; KUMAR; SOSNOSKI, 2009, LIN *et al.*, 2009; TJAHJONO; BALL; VITANOV, 2010; MAST; LOKKERBOL, 2012). En otras palabras DMAIC es un proceso de mejora continua de la metodología utilizada en *Six Sigma*. Se refiere a una estrategia basada de calidad de los datos para mejorar los procesos.

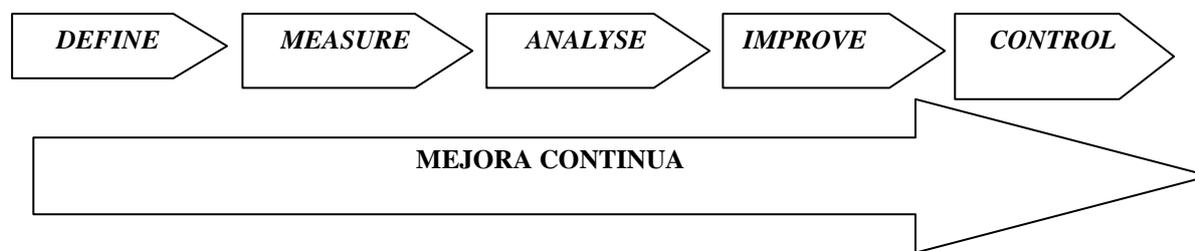


Figura 2 – Modelo DMAIC  
Fuente: Adecuado de THOMAS, BARTON, CHUKE-OKAFOR (2009)

Los cinco pasos para la ejecución de trabajos bajo la filosofía del *Six Sigma* son establecidos por el ciclo DMAIC:

- D - Define (Defina):** defina con precisión las metas y objetivos estratégicos de mejoría, a través de proyectos de mejoría de gran potencial y que sean direccionados a las características críticas del cliente, sin dejar de dar prioridad de ganados mensurables y sostenibles. Transforme las necesidades y deseos de los clientes en especificaciones del proyecto.
- M - Measure (Evaluar):** la existencia de un sistema de medición de desempeño estructurado es un punto de partida crucial en esta fase, para identificar los puntos críticos y posibles de mejoría. De esta forma evitando gastos adicionales de recursos para reponer el nivel de producción, insumos, tiempo, mano-de-obra para ejecutar la actividad. Esos costes necesitan (FANNOCK; BALAGUN; HAWISA, 2007) ser evaluados. En esa fase, son utilizadas herramientas básicas, como las métricas *Six Sigma* Análisis de Sistemas de Evaluación (MSA), Análisis de Modos de Fallo y Efectos (FMEA).
- A - Analyse (Analizar):** analice el sistema para identificar formas de eliminar los fallos entre el desempeño actual del sistema o proceso y la meta deseada. Normalmente en este paso se utiliza la herramienta FMEA.
- I - Improve (Implemente):** sea creativo para hacer las cosas mejor, de forma más económica y rápida, pues la mejoría del proceso blanco es obtenida por proyectos que incluyan soluciones creativas para fijar y prevenir problemas. Consiste en el desarrollo de Proyectos de Experimentos (DOE), con el objetivo de conocer a fondo cada proceso, por medio del cambio estructural de niveles de las operaciones y de los diversos factores asociados (MCCARTY; FISHER, 2007). Las informaciones obtenidas con lo DOE auxilian a identificar los ajustes necesarios de las variabais-llaves para modificar y optimizar el referido proceso (Cuadro 2).

- e) C - *Control* (Controle): institucionalizar, la mejora de los sistemas de remuneración, incentivos, política, procedimientos, de planificación de las necesidades de material, presupuesto, instrucciones operacionales y otros sistemas de gestión. Un plano de controle debe ser estipulado para que el proceso sea previsible y consistente y, así mantener las ganancias conquistadas por el proyecto.

Cuadro 2 – Guion DMAIC Metodología *Six Sigma*

<b>Etapas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Herramientas</b>
<i>Define</i>	Etapa en que son analizados los requisitos del cliente y las necesidades del negocio, para la identificación de los procesos críticos que definirán la elección de los proyectos que serán desarrollados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Flujo del proceso</li> <li>– Investigación de Mercados</li> <li>– Voz del Cliente</li> <li>– <i>Dashboards</i></li> <li>– Análisis del Flujo de Valor</li> <li>– Análisis SIPOC</li> <li>– Gráfico de la transición del proyecto</li> </ul>
<i>Measure</i>	Etapa en que son aplicadas las herramientas estadísticas que miden el desempeño de los procesos, permitiendo la visualización del estado actual de los mismos, para la definición de las metas de mejora. Esta etapa es fundamental para que, en el futuro, podamos sepa se obtuvimos éxito en los proyectos de mejora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Calculo del nivel sigma</li> <li>– Plan de medición</li> <li>– Análisis descriptivo de datos</li> </ul>
<i>Analyse</i>	Etapa en que son aplicadas las herramientas estadísticas que permiten descubrir la causa-raíz de los problemas presentados. Esta etapa es crítica, pues define cual es la causa, para que tutee en ella y, no, en sus consecuencias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>FMEA</li> <li>Diagrama de Dispersión</li> <li><i>Brainstorming</i></li> <li>Diagrama de Causa y Efecto</li> <li>Diagrama de Afinidades</li> <li>Diagrama de Relaciones</li> <li>Matriz de Priorización</li> <li>Análisis de regresión</li> <li>pruebas de hipótesis</li> <li>Análisis de Variancia</li> <li>Análisis de Tiempos de Fallos</li> <li>Pruebas de Vida Acelerados</li> </ul>
<i>Improve</i>	Son aplicadas las herramientas estadísticas que posibiliten mejorar el proceso. En esta etapa comienza realmente el mejoramiento de los procesos, eliminando los errores o desarrollando nuevas soluciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>5W2H</li> <li>PERT/CPM</li> <li>FMEA</li> <li><i>Brainstorming</i></li> </ul>
<i>Control</i>	Son aplicadas herramientas estadísticas, posibilitando que las mejoras obtenidas sean mantenidas en la organización y se transformen en nuevos padrones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagrama de Pareto</li> <li>OJT (<i>On the Job Training</i>)</li> <li><i>Poka-yoke</i></li> <li>Métrica <i>Six Sigma</i></li> </ul>

Fuente: WERKEMA (2004).

Los cinco pasos (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2002; RAISINGHANI *et al.*, 2005; TANNOCK; BALOGUN; HAWISA, 2007; MCCARTY; FISHER, 2007) para la ejecución de trabajos bajo la filosofía del *Six Sigma* son establecidos por el ciclo DMAIC, son:

- a) comenzando de nuevo: si el modelo actual es percibido como parte de iniciativas de calidad fracasadas o desacreditadas el DMAIC puede ayudar posicionar el *Six Sigma* con abordaje realmente diferente, contribuyendo para la mejoría continua.
- b) dando nuevo contexto las herramientas conocidas: nueva oportunidad de aprender y practicar herramientas conocidas y añadir algunas nuevas.
- c) creando un abordaje consistente: la decisión de “escoger un modelo para mejorar y quedar con él” puede ser una forma importante de usufructuar la fuerza del *Six Sigma*.
- d) prioridad en evaluación y control: muchos modelos no agregan la validación de las necesidades del cliente tanto interno como externo, tal cual hace el DMAIC en un sub-paso importante de la fase Definir. Esta garantía viene del perfecto cambio de responsabilidad entre líder del proyecto y el dueño del proceso, en el momento del cierre del proyecto.
- e) determinación eficaz del “*entitlement*”: es un concepto llave para el *Six Sigma*: es la mejor respuesta posible de un proceso en términos de rendimiento, calidad, velocidad y desempeño. *Entitlement* (SCATOLIN, 2005) define lo que es el mejor posible, suministrando el mejor nivel de desempeño el cual, indica la orientación que debe ser seguida. Conforme el conocimiento del proceso va profundizándose naturalmente el *entitlement* va aumentando.

El DMAIC es una metodología más utilizada por compañías norteamericanas donde se emplea el *Six Sigma* con el objetivo de realizar mejorías, proyectar/rediseñar productos/o servicios y procesos. El *Six Sigma* mide la variabilidad o distribución de los datos. Nivel de calidad *Six Sigma*, significa que la variación del proceso está contenida seis veces en los requisitos del cliente. Cuánto mayor el sigma del proceso mejores serán los productos/o servicios y satisfacción de los requisitos del cliente – o menor el número de defectos.

El padrón *Six Sigma*, de 3,4 problemas por millón de oportunidad, es una respuesta al aumento del nivel de expectativas de los clientes y a la creciente complejidad de los padrones y procesos modernos (REBELATO; OLIVEIRA, 2006). En la verdad el precepto técnico del *Six Sigma* es medir el desempeño actual y determinar cuántos sigmas puede ser medido a partir de la media corriente hasta que ocurra la insatisfacción del cliente.

El nivel de calidad *Six Sigma* así un desempeño del 99,9% no es bueno el suficiente. Cuando las cosas son reducidas a números, se hacen, más claras. En la práctica 99,9% bueno equivale: 18.000 pérdidas de artículos del correo cada hora; 20.000 prescripciones de medicamentos errados cada año.

### 3. NORMA AMBIENTAL ISO 14000

Esa norma fue inspirada en la norma inglesa *British Standard 7.750, Specification for Environmental Systems* (Especificación de Sistemas de Gestión), lanzada en carácter experimental en 1992 el padrón del ISO 14000, publicado en 1996, establece un modelo de la referencia para ejecutar sistemas de gerencia ambientales en las organizaciones.

Estos sistemas pueden ser definidos como parte de una gerencia global de las organizaciones que comprende la estructura organizacional, las actividades de la planificación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y los recursos requeridos para elaborar, aplicar, rever y mantener la política ambiental de la organización. La estructura y la filosofía de la ISO 14000 son muy similares a ISO 9000. La ISO 14000 (QI *et al.*, 2013) no es proyectada para medir el impacto ambiental de las organizaciones que la ejecutan, pero formaliza y estandariza los procedimientos relacionados a los procesos del impacto ambiental en la organización.

Durante la elaboración del padrón del ISO 14000, el comité que lo creó, Comité Técnico 207 (ISO/TC207), realizó cambios en este padrón, para que fuera extensivamente acepto, tenía que ser compatible con ISO 9000. Eso porque la ejecución de ISO 9000 (POKSINSKA; DAHLGAARD; EKLUND, 2003; FRANCESCHINI *et al.*, 2011; SIVAKUMAR; DEVADASAN; MURUGESH, 2014) facilitó claramente la ejecución subsecuente de ISO 14000.

La primera norma de la serie ISO 14000 es la 14001 que fija las especificaciones para la certificación y evaluación de un sistema de gestión ambiental de una organización. O sea, no habrá certificación ISO 14000, pero, sí, otra basada en la 14001, norma esta que es la única de la familia ISO 14000 que permitirá tener un certificado de Sistema de Gestión Ambiental (SGA) (SEBHATU; ENQUIST, 2007). La Figura 3 muestra las normas que forman parte de la serie ISO 14000.

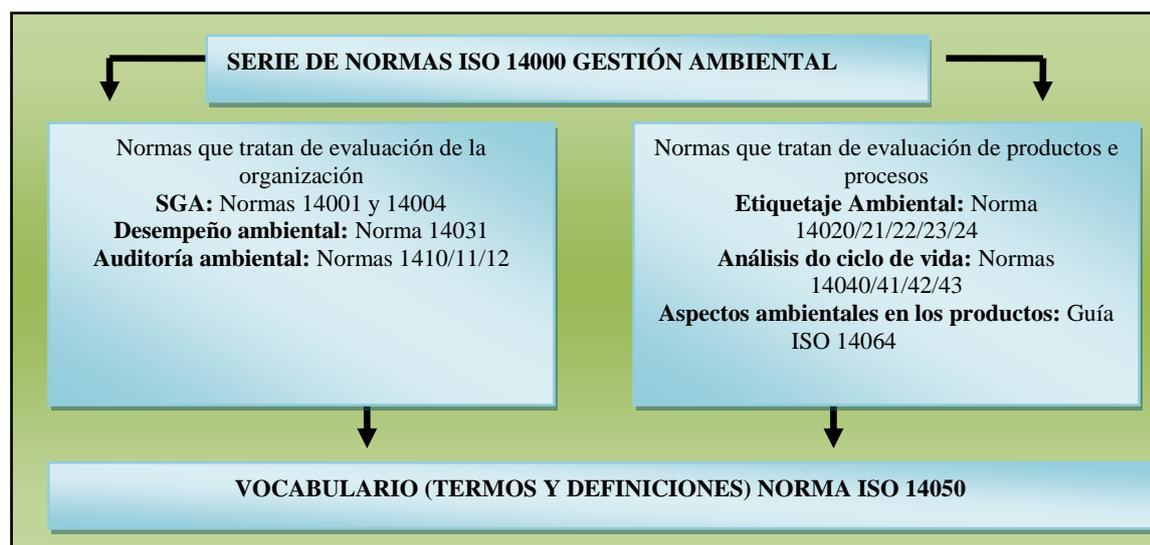


Figura 3 – Serie ISO 14000  
Fuente: Barbieri (2006)

Algunos requisitos (CHAN; HO, 2006; PSOMAS; FOTOPOULOS; KAFETZOPOULOS, 2011) son necesarios a la organización para obtener la certificación ISO 14001: Política Ambiental; Planificación (aspectos ambientales, requisitos legales y otros, objetivos, metas y programa(s); Implementación y Operación (recursos, funciones, responsabilidad y autoridad, cualificación, entrenamiento y concientización comunicación, documentación, control y documentos, control operacional, preparación y atención la emergencias); verificación y acción correctiva (seguimiento y medición, evaluación de la conformidad, no-conformidad, acción correctiva y preventiva, control de registros, auditoría interna); Análisis Crítico por la Dirección.

En el transcurrir del año 2004, la NBR ISO 14001:1996 sufrió modificaciones no significativas, para fines de compatibilizar la norma con los padrón de la serie ISO 9000:2000, al asegurar que estos puedan ser comprendidos y utilizados por cualquier tipo de empresa alrededor del mundo.

### 3.1 BENEFICIOS ADQUIRIDOS POR LAS EMPRESAS CON LA MEJORÍA DE SU DESEMPEÑO AMBIENTAL

La empresa debe, antes de todo, atender a las necesidades de sus consumidores. De lo contrario vende menos, sus clientes pasan a dar preferencia las concurrentes, así incurrir en perjuicio. Al hacer la elección de un dato producto o servicio, cada cliente piensa en tres aspectos, independiente del que adquiere. Los aspectos considerados son: la satisfacción del cliente, el precio y las condiciones de entrega.

Existen productos a los cuales el consumidor no busca para comprar y que le son impuestos por las organizaciones (MOURA, 2004), al margen del proceso de comercialización son: los contaminantes, residuos de varias especies, olor, ruido, materiales que además de incomodar y empeorar la calidad de vida de los consumidores causándoles grandes perjuicios. La protección ambiental pasó a ser una preocupación mundial de las organizaciones para con sus clientes. Las organizaciones preocupadas con el objetivo de fidelidad los clientes y son se estructurando para atender mejor la preservación del medio ambiente, creando áreas específicas para tutear interna y externamente en mejorías de desempeño ambiental.

Link y Naveh (2006), Sebhatu y Enquist (2007) destacan algunas razones relativas a la preocupación ambiental en las organizaciones, como: mayor satisfacción de los clientes, valorización de la imagen pública de la empresa (*ecomarketing*), conquista de nuevos mercados; reducción de costes, mejoría del desempeño de la empresa con el aumento de la productividad reducción de riesgos, mayor permanencia del producto en el mercado, mayor facilidad en la obtención de financiación, mayor facilidad en la obtención de certificación y etc. En cuanto las desventajas destacan: exceso de burocracia para alcanzarse la certificación; limita la responsabilidad por la calidad a pequeños grupos dentro de la organización

### 3.2 IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)

La evolución de las iniciativas ambientales (SEIFFERT, 2006, LITT; SHARMA; SHARMA, 2014) en las organizaciones trajo la necesidad de la gestión ambiental ser tratada mientras sistema. Un SGA - 14001 tienen entre sus elementos integrantes de la política ambiental, el establecimiento de objetivos y metas, el seguimiento y evaluación de su eficacia, la corrección de problemas asociados a la implantación del sistema, además de su análisis y revisión como forma de perfeccionar que viene a mejorar el desempeño ambiental en su totalidad. Para implantar un SGA se debe seguir un guion indicado en la propia ISO 14001 que en la verdad se resume en la herramienta gerencial PDCA (Planear, Realiza, Verificar, Tutear para corregir) y recomenzar un nuevo ciclo.

La implementación de un SGA es una de las mejores maneras de conseguir obtener mejorías de desempeño ambiental en una organización. Así, el SGA se presenta como un proceso estructurado que posibilita la mejoría continua en un ritmo establecido por la organización de acuerdo con sus circunstancias, inclusive económicas (FALANDO DE QUALIDADE, 2004).

La Figura 4 presenta el modelo de SGA de la familia ISO 14000 teniendo como punto de partida el comprometimiento de la alta administración y la formulación de una política ambiental.

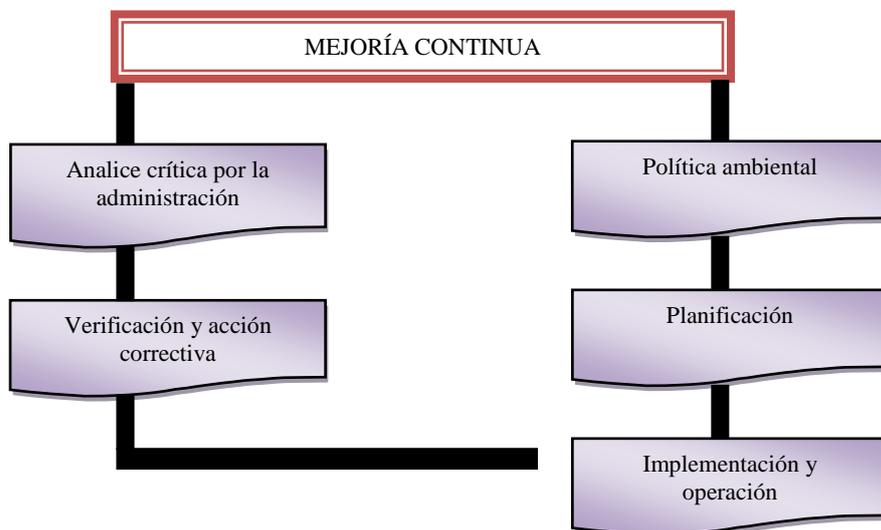


Figura 4 – Ciclo PDCA para el sistema de gestión ambiental - ISO 14001  
Fuente: adecuado de la NBR-ISO 14001

Conforme a NBR ISO 14001, el SGA es la parte del sistema de gestión global que incluye estructura organizacional, actividades de planificación, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, alcanzar, analizar críticamente y mantener la política ambiental. Las empresas de diversos ramos que tratan con descaso sus problemas ambientales tienden a incurrir en costes más elevados con multas, sanciones legales, además de la pérdida de competitividad de sus productos en un

mercado cuyos consumidores valoran, cada vez más, la calidad de vida y, consecuentemente, productos y procesos productivos en armonía con el medio ambiente. La situación es contraria a aquella imaginada, de que los costes ambientales pueden inviabilizar la empresa o reducir sus logros.

Castro (2006) destaca que las desventajas en no implantar un SGA están directamente conectadas a las barreras no tarifadas, impuestas por países desarrollados. Un sistema de normalización ambiental como la serie ISO 14000 puede abrigar en sus entrelíneas mecanismos de protección de mercado. Otro aspecto colocado por los países en desarrollo son los rótulos ambientales (Sello Verde), siendo que, los programas de etiquetaje, por su falta de flexibilidad, podrán representar futuramente barreras y restricciones al comercio internacional.

Las empresas que adoptan las buenas prácticas ambientales son más bien sucedidas en las metas de prevención y de mejoría continua para identificar formas de reducción de costes, y oportunidades para atender un mercado creciente para los productos y servicios tecnológicamente más limpios.

#### **4. QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT – QFD**

El QFD surgió a través de la aplicación y desarrollo de los modernos conceptos de la gerencia de la calidad en el Japón. Inicialmente fue utilizada por la Mitsubishi – KOBE Shipyard en la fabricación de navíos. La Toyota solucionó uno de los mayores problemas que alcanzaba la organización la insatisfacción de los clientes debido a la herrumbre en sus vehículos. A través de la metodología QFD agregada a métodos de proyecto robusto, conocidos como métodos de Taguchi desarrollados por el ingeniero japonés Genishi Taguchi.

El QFD es un proceso sistemático (MIGUEL *et al.*, 2003; MIGUEL; DIAS, 2009) para traducir los requisitos de los clientes en características de calidad de los productos, permitiendo documentar las informaciones necesarias al proceso de desarrollo de los mismos. El enfoque del método es uno de los ítems más importantes, tanto del punto de vista de los clientes cuánto de la organización, que posibilita la creación de un mecanismo para obtener ventajas competitivas sobre las empresas concurrentes.

El QFD (WANG, 2014) presenta diferentes abordajes alternativos, desde las más simples a las más sofisticadas. Cada modelo conceptual que esas abordajes presentan debe ser cuidadosamente analizado a fin de escogerse el mejor camino para el desdoblamiento, de acuerdo el sector de estudio y los objetivos, los cuales se pretende alcanzar con la metodología.

El QFD consiste en una convertir las demandas de los consumidores en características de calidad y en desarrollar un proyecto de calidad para un producto acabado, desdoblamiento las relaciones entre demandas y características (AKAO, 1997; 2001). O sea, el concepto de Akao acerca del QFD comprende los siguientes aspectos:

- a) abordaje por proyecto versus abordaje analítica: las actividades que garantizan calidad deben ser practicadas del inicio al fin del proceso.
- b) solución anticipada versus solución postergada: problemas deben ser evitados con antelación para evitar perjuicios.
- c) calidad positiva versus calidad negativa: captar la voz del cliente, para que el producto tenga aceptación en el mercado.
- d) *marketing in versus product out*: se coloca en el papel de consumidor, “abandonado” la concepción de la organización.

Como se puede, ver las hipótesis citados muestra la constante preocupación con la total satisfacción del cliente.

#### 4.1. ABORDAJE QFD

Varias son las abordaje sobre el QFD pero de más utilizada es a de la Akao. Ese abordaje es considerado una de las más completas, además de cumplir con las funciones propias del QFD asegurar la garantía a la calidad de procesos.

Los requisitos del consumidor (JIANG; SHIU; TU, 2007; GONZALEZ *et al.*, 2008) se convierten en desdoblamientos sistemáticos de las relaciones entre esos requisitos y las características del producto (mejorar la comunicación de las expectativas de los clientes con la organización). La calidad global del producto surgirá de esta red de relaciones (*marketing*, investigación y desarrollo, ingeniería del producto, proyecto del proceso, producción y calidad).

Akao (1997) contempla ocho etapas que pueden ser desdobladas en hasta veintisiete etapas posibles a ser de acuerdo con la especificidad de cada proyecto, las mismas se encuentran descritas sucintamente a continuación:

- a) desdoblamientos de la calidad deseada: definición del producto; recolecta de datos y calidad demanda; análisis de competitividad y definición de puntos fuertes de *marketing*.
- b) desdoblamientos de las características de calidad del producto: desdoblamientos de las características de la calidad; análisis competitivo de las características de calidad; desdoblamientos de la calidad; análisis de reclamaciones; calidad planeada; evaluación para decisiones en el desarrollo del producto.
- c) desdoblamientos de la tecnología para la ingeniería: matriz de desdoblamientos de las funciones.
- d) desdoblamientos de los sub-sistemas: matriz de desdoblamientos de los sistemas; análisis de reclamaciones, características de calidad, confiabilidad, seguridad y costes; calidad del producto y definiciones de las partes críticas: es reevaluada la calidad planeada; mejoría a través de DONE, FMEA etc.; ítems de evaluación de la calidad; revisión de proyecto: *feedback* resultante de discusiones con los proveedores.
- e) desdoblamientos de las partes: tabla de desdoblamientos de las partes.
- f) desdoblamientos de los métodos de manufactura: Investigación y desdoblamientos de los métodos de manufactura.
- g) desdoblamientos para puntos de control del proceso: padrón de calidad, de operación y de inspección; revisión del proyecto y evaluación del desdoblamientos para el suelo-de-fábrica: matriz de control de calidad del proceso; puntos de control de proceso veía desdoblamientos inverso de las funciones; gestión por prioridades; desdoblamientos de proveedores externos; análisis activo de causa-y-efecto; *feedback* para alteraciones del producto o desarrollo de nuevos de productos.

El QFD utiliza una serie de matrices donde se consideran las especificaciones para el producto/servicio de forma amplia, se descompone los mismos en atribuciones de acción específicas. Las matrices generadas por el QFD contienen informaciones y datos necesarios para que la calidad deseada sea obtenida. Pero, las informaciones de las matrices deben ser desdobladas.

Pero existen algunas confusiones en torno a la terminología QFD a partir de su introducción en los EUA. Existe una corriente de estudiosos que considera errónea la utilización del término QFD como él ha sido propuesto en los países occidentales (MIGUEL *et al.*, 2003). El término QFD es muy restricto, pues representa sólo una de las fases del desdoblamiento de la calidad, por esto sugieren que la metodología fuera llamada sólo de desdoblamiento de la Calidad, como ocurre en el Japón. Este es un término más amplio y engloba todas las fases de desdoblamiento existentes.

Con el intuito de esclarecer conflicto Campos (2004) explica la cobertura de cada uno de los términos al punto de vista de los japoneses a través de la Cuadro 3.

Cuadro 3 – Desdoblamiento de la calidad al punto de vista japonés

	<b>Etapas</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Observación</b>
<b>Desdoblamiento da Calidad</b>	Desdoblamiento da Calidad	Necesidades de los cliente Calidad	Inicia por la calidad que representa todas las necesidades de los clientes.  Desdoble estas calidades hasta tenerse las funciones calidad que son específicas del producto/servicios.
	Desdoblamiento de la Función Calidad	Especificación do producto Función calidad Especificación de Proceso	Inicia por las funciones calidad, desdoblan estas funciones hasta tenerse las especificaciones de proceso.

Fuente: adecuado de CAMPOS (2004, p. 123)

Usualmente llamado de QFD es el desdoblamiento de la función calidad, mientras que el desdoblamiento de la función es denominado como QFD en el sentido restricto. Las junciones de esos dos desdoblamientos forman el QFD amplio.

#### 4.2. QFD: VENTAJAS

El QFD es un sistema en el cual se traduce las necesidades de los clientes en requisitos apropiados para la empresa, en cada etapa del ciclo de desarrollo de un producto o servicio, desde la investigación y desarrollo hasta la ingeniería, producción, *marketing*, ventas y distribución.

El QFD se caracteriza como un método extremadamente flexible, habiendo siempre la posibilidad de ser adicionados nuevos recursos de acuerdo con las aplicaciones prácticas de cada caso. Sus ventajas y beneficios (JIANG; SHIU; TU, 2007; GONZALEZ *et al.*, 2008; SHAHIN; NIKNESHAN, 2008; MEHRJERDI, 2010) son muchos, por ejemplo: puede ser aplicado en el desarrollo de nuevos productos o en el mejorar productos/o servicios ya existentes; permite la mejoría de la comunicación entre las áreas funcionais participantes del desarrollo del producto; reduce costes; calidad en el proyecto con base en las calidades exigidas por los clientes; aumenta la satisfacción de los clientes; aumenta el comprometimiento con de los miembros del equipo con las decisiones tomadas.

Como otras técnicas de gerencia oriunda del Japón, algunas limitaciones y problemas pueden acontecer cuando se aplica el QFD dentro de las circunstancias de los negocios occidentales: las percepciones de los clientes son encontradas por el análisis de mercado, si fuera ejecutada de una manera incorrecta, entonces el análisis toda puede resultar en trastorno para la organización; las necesidades de los clientes pueden cambiar rápidamente, lo que era necesario ayer hoy no puede ser. Por eso el cuidado de traducirse la Voz del Cliente de forma adecuada para el proceso de producción de productos /o servicios.

#### 5. SIX SIGMA, ISO 14000 E QFD

El abordaje *Six Sigma* y el QFD inter-relacionados (Cuadro 2). En el proceso de desarrollo de producto existe una etapa de fundamental importancia, la comprensión de la Voz del Cliente, o sea, entender las necesidades, expectativas, especificaciones y deseos de los clientes. En una etapa posterior traducir en la Voz del Proceso, los requisitos técnicos y especificaciones de los componentes, productos, procesos y

servicios, con el objetivo de atender la Voz del Cliente. La perfecta comprensión (MIGUEL *et al.*, 2003) de la Voz del Cliente y la exacta traducción en la Voz del Proceso es obtenida con la utilización del método QFD.

La ISO 14000 foca en la mejoría continua del desempeño ambiental por medio de un sistema auditable y certificable. Pero, por otro lado el QFD y el *Six Sigma* no garantizan la certificación. Obtener la certificación ISO 14001 es una buena manera de medir lo empeño y el progreso en las cuestiones ambientales, de la organización.

Cuadro 4 – Enfoque de las herramientas

<i>Six Sigma</i>	ISO 14000	QFD
Objetivo	Objetivo	Objetivo
<b>Foco:</b> reducción en: tiempo del ciclo del producto defectos y satisfacción del cliente.	<b>Foco:</b> mejoría continua del desempeño ambiental de la empresa.	<b>Foco:</b> preocupación con la satisfacción del cliente.
Obstáculos para Implantación: Falta de implicación y comprometimiento de la dirección; Cambio cultural; Infraestructura de la organización; Coste y tiempo gasto en la implantación; Especialista con perfil adecuado y con total dedicación; Integración <i>Six Sigma</i> y proveedor.	Obstáculos para Implantación: - Falta de implicación y comprometimiento de la dirección; Exceso de burocracia; Dificultad de interpretación de varias secciones de las normas; Miedo de cambiar la sistemática de la empresa.	Obstáculos para Implantación: - Falta de una política de gestión; El elevado tamaño y la complejidad de la matriz.

Fuente: Rebelato y Oliveira (2006), Sebhatu y Enquist (2007), Shahin y Nikneshan (2008)

El *Six Sigma*, debido a la gran necesidad de la utilización de herramientas estadísticas, puede hacerse excesivamente caro, las economías obtenidas pueden ser más pequeñas del que el coste para alcanzar mejorías. El *Six Sigma* y la ISO 14000 limitan la responsabilidad las pocas personas de la organización, mientras el QFD envuelve todos los operarios. Las iniciativas *Six Sigma*, QFD 14000 y tienen como punto en común la mejoría continua y satisfacción del cliente, pero cada una de esas iniciativas diverge en el foco.

## 6. CONSIDERACIONES FINALES

La calidad ofrece un atractivo fundamental a los productos y servicios y además supone un menor coste en las operaciones, ambas circunstancias, la posibilidad de incrementar ingresos y reducir costes, la convierten en una importante variable para desarrollar estrategias de internacionalización. La calidad constituye en una nueva filosofía de dirección estratégica de las empresas, basada en el compromiso total de la dirección y de los trabajadores en la mejora continua. Compromiso, que como meta final, tiene la satisfacción de los clientes, tanto los externos a la empresa, como los internos que aparecen en cada una de las fases del ciclo productivo.

Hay un gran número de herramientas y técnicas en el *Six Sigma*. La variedad de herramientas, sin embargo, con frecuencia, causa confusión como a que mejores herramientas de trabajo para que circunstancie de los negocios. La literatura también apoya la visión de que por medio de la adopción del *Six Sigma* la variabilidad del proceso será reducida. La organización es beneficiada directamente con relación: la reducción de costos, mayor satisfacción y lealtad a la marca.

Existentes como el ISO 14000 familia de normas que ha desempeñado un papel importante en ayudar las empresas para atender las preocupaciones ambientales. El objetivo de esta filosofía es el compromiso de

mejoría continua, que está en la ISO/TC 207, el Comité Técnico (CT) responsable por el desarrollo de nuevas normas ambientales para responder a la necesidades de normalización del mercado. Como observa el ISO: organizaciones de todo el mundo, así como sus partes interesadas, están cada vez más conscientes de la necesidad de gestión ambiental, comportamiento socialmente responsable, y crecimiento sostenible y el desarrollo.

Las principales funciones del QFD son el desarrollo de productos, gestión de calidad y análisis de necesidades del cliente. Hoy, las funciones QFD se extendieron para diversas áreas, como *design*, planificación, toma de decisión, ingeniería, gestión, trabajo en equipo, tiempo y coste. Muchas empresas han utilizado calidad desarrollo de la función de obtener ventajas competitivas en la empresa. También, crea estrategias innovadoras para alcanzar la visión organizacional y contribuye directamente a la implantación de políticas para la implementación del desempeño de la gestión.

El *Six Sigma*, ISO 14000 y QFD tienen como mayor y imprescindible requisito el total comprometimiento del alta administración, sin el cual, cualquiera una, de las tres iniciativas, puede resultar en un alto nivel de desgaste de la organización y de esta forma no obtener los resultados esperados. El *Six Sigma* y el QFD son inter-relacionados, mientras la ISO 14000 puede ser implementada juntamente con las otras dos iniciativas, pues tiene el papel de mejorar el desempeño de la empresa frente a las cuestiones ambientales y la mejoría continúa. Sin embargo, es perfectamente posible trabajar con las tres iniciativas en conjunto, aprovechando las características semejantes y utilizando los ítems diferentes para reforzar las lagunas. Cada una de esas herramientas tiene su potencial y puede ayudar la organización hacerse más, competitiva y ninguna puede sustituir la otra, una vez que ellas presentan características y objetivos diferentes.

Por lo tanto, en la implementación y utilización de las herramientas presentadas, se hace necesario un programa de capacitación y concientización de todos los integrantes de la organización, muy aunque para el *Six Sigma* la literatura actual resalte una mayor necesidad de preparación, debido al amplio uso de herramientas estadísticas.

## REFERENCIAS

Akao, Y. *Desdobramento das diretrizes para o sucesso do TQM*. São Paulo: Bookman, 1997.

Akao, Y. Quality management system by QFD. *Proceedings of the 7th International Symposium on QFD*. Tokyo, p. 1-6, 2001.

Alves, O.A.; Viegas, P. *Gestão da Qualidade*. 2007. Disponible en: <http://professor.ucg.br/siteDocente/admin/arquivos/13080/materialqualidade.ppt>. **GESTÃO DA QUALIDADE**. Acceso en: 27 de febrero de 2008.

Antony, Jiju. Six sigma for service processes. *Business Process Management Journal*, v. 12, n.º. 2, p. 234-248, 2006.

Benavides Velasco, C.A. *Un modelo integrado de gestión para la empresa industrial*. Tesis. 391f. Universidad de Málaga, 1999.

Campos, V.F. *TQC: Controle da Qualidade Total*. 8. ed., Minas Gerais: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

Castro, N. *A questão ambiental: o que todo empresário precisa saber*. Brasília: SEBRAE, 2006.

Chakrabarty, A.; Tan, K.C. The current state of six sigma application in services. *Managing Service Quality*, v. 17, n.º. 2, p. 194-208, 2007.

Chan, W.W.; Ho, K. Hotels' environmental management systems (ISO 14001): creative financing strategy. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, v. 18, n.º. 4, p. 302-316, 2006.

Christiansen, O. Rethinking "quality" by classic grounded theory. *International Journal of Quality and Service Sciences*, v. 3, n.º. 2, p. 199-210, 2010.

- Cortes, E.C.; Taverner, J.L.; Guilló J.J.T. *Calidad y dirección de empresas*. Ed. Civita. Madrid, 1999.
- Crosby, P.B. *Qualidade, falando sério*. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.
- \_\_\_\_\_. *Qualidade é investimento*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1994.
- Davis, K. Different stakeholder groups and their perceptions of project success. *International Journal of Project Management*, v. 32, n.º.2, p. 189-201.
- Deming, W.E. *Qualidade: a revolução da administração*. Rio de Janeiro: Marques, Saraiva, 1990.
- Dickson, A.D. Utilizing a Lean Six Sigma approach to reduce total joint arthroplasty surgical Site infections in a community Hospital. *American Journal of Infection Control*, v. 16, n.º.6, p. S131-S132, 2013.
- Falando de Qualidade. Ajudando na implantação de um Sistema de Gestão Ambiental, São Paulo: *Revista Banas Qualidade*, A consultoria no Brasil, n.º. 146, julho, 2004.
- Feigenbaum, A.V. *Controle da Qualidade Total*. São Paulo: Makron Books, 1994.
- Franceschini, F. *et al.* A proposal of a new paradigm for national quality certification systems. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 28, n.º. 4, p. 364-382, 2011.
- González de Santamaría, J.A. *Objetivos de la Empresa en el Modelo TQM*. Calidad, año XXXIV, n. 5, p. 15-19, 1995.
- Gonzalez, M.E., Quesada, G.; Gourdin, K.; Hartley, M. Designing a supply chain management academic curriculum using QFD and benchmarking. *Quality Assurance in Education*, v. 16, n.º. 1, p. 36-60, 2008.
- Imai, Masaaki. *Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo*. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1994.
- Ishikawa, Kaoru. *Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa*. Rio de Janeiro: Campus 1993.
- Jiang, Jui-Chin; Shiu, Min-Li; Tu, Mao-Hsiung. Quality function deployment (QFD) technology designed for contract manufacturing. *The TQM Magazine*, v. 19, n.º. 4, 291-307, 2007.
- Juran, J.M. *Planejando para a qualidade*. São Paulo: Pioneira, 1992.
- Kafetzopoulos, D.P.; Gotzamani, K.D. Critical factors, food quality management and organizational performance. *Food Control*, v. 40, p. 1-11, 2014.
- Kull, T.J.; Wacker, J.G. Quality management effectiveness in Asia: the influence of culture. *Journal of Operations Management*, v. 28, n.º. 3, p. 223-39, 2010.
- Kumar, S.; Sosnoski, M. Using DMAIC Six Sigma to systematically improve shopfloor production quality and costs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 58, n.º. 3, p. 254-273, 2009.
- Kumar, U.D.; Saranga, H.; Ramírez-Márquez, J.E.; Nowicki, D. Six sigma project selection using data envelopment analysis. *The TQM Magazine*, v. 19, n.º. 5, p. 419-441, 2007.
- Lin, Ching-Kun, Chen, Hsien-Ching, Li, Rong-Kwei, Chen, Ching-Piao, Tsai, Chih-Hung. Research on increasing the production yield rate by six sigma method: a case of SMT process of main board. *The Asian Journal on Quality*, v. 10, n.º. 1, p. 1-23, 2009.
- Link, S.; Naveh, E. Standardization and discretion: does the environmental standard ISO 14001 lead to performance benefits? *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 53, n.º. 4, 508-519, 2006.
- Litt, B.; Sharma, D.; Sharma, V. Environmental initiatives and earnings management. *Managerial Auditing Journal*, v. 29, n.º. 1, p. 76-106, 2014.
- Lohri, C.R.; Camenzind, E.J.; Zurbrügg, C. Financial sustainability in municipal solid waste management: costs and revenues in Bahir Dar, Ethiopia. *Waste Management*, v. 34, n.º.2, p. 542-552, 2014.
- Mast, J.; LOKKERBOL, J. An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, v. 139, n.º. 2, p. 604-614, 2012.

- Mccarty, T.D.; Fisher, S. A. Six sigma: it is not what you think. *Journal of Corporate Real Estate*, v. 9, n.º. 3, p. 187-196, 2007.
- Mehrijerdi, Y.Z. Quality function deployment and its extensions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 27, n.º. 6, p. 616-640, 2010.
- Miguel, P.A.C; Dias, J.C.S. A proposed framework for combining ISO 9001 quality system and quality function deployment. *The TQM Journal*, v. 21, n.º. 6, p. 589-606, 2009.
- Miguel, Paulo A. Cauchick, Telfser, Mônica, Maruca, Alexandre, Gallonetti, Antônio, Saracura, Aquiles, Martins, Luis, Hori, Mário, Ribeiro, Paulo, Campos, Roni de, Marconato, Tanyze, & Mora, Valmir. Desdobramento da Qualidade no Desenvolvimento de Filmes Flexíveis para Embalagens. *Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 13, n.º. 2, abr/jun. São Carlos, 2003.
- Moura, L.A.A. *Qualidade e gestão ambiental*. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2004.
- Moya, A.A. *La elección de los modelos de costes de calidad: un análisis cualitativo*. Tesis Doctoral. Facultat d' Economia, Universitat de Valencia, Valencia España, 2004.
- Nakhai, B.; Neves, J.S. The challenges of six sigma in improving service quality. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 26, n.º. 7, p. 663-684, 2009.
- Näslund, D.; Olsson, A.; Karlsson, S. Operationalizing the concept of value-an action research-based model. *The Learning Organization*, v. 13, n.º. 3, p. 300-332, 2006
- NBR ISO 14.001. *Sistema de Gestão Ambiental – Especificação e diretrizes para uso*. ABNT, 1996.
- Pande, P.S.; Neuman, R.P.; Cavanagh, R.R. *Estratégias Seis Sigma*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- Poksinska, B.; Dahlgaard, J.J.; Eklund, J.A. E. Implementing ISO 14000 in Sweden: motives, benefits and comparisons with ISO 9000. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 20, n.º. 5, p. 585-606, 2003.
- Ponsati, E.G.; Campos, M.A.C. *Gestión de la calidad*. Barcelona: Edicions UPC, 2002.
- Psomas, E.L.; Fotopoulos, C.V.; Kafetzopoulos, D.P. Motives, difficulties and benefits in implementing the ISO 14001 Environmental Management System. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, v. 22, n.º. 4, p. 502-521, 2011.
- Qi, G.; Zeng, S.; Yin, H.; Lin, H. ISO and OHSAS certifications: How stakeholders affect corporate decisions on sustainability. *Management Decision*, v. 51, n.º. 10, p. 1983-2005, 2013.
- Raisinghani, M. S. *et al.* Six Sigma: concepts, tools, and applications. *Industrial Management & Data Systems*, v. 105, n.º. 4, p. 491-505, 2005.
- Rawabdeh, I.A. A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 25, n.º. 8, p. 800-822, 2005.
- Rebelato, M.G.; Oliveira, I.S. Um estudo comparativo entre a Gestão da Qualidade Total (TQM) o Seis Sigma e a ISO 9000. *Revista Gestão Industrial*, v. 2, n.º. 1, p. 106-116, 2006.
- Sartorelli, L.E. *Análise crítica da implantação da ISO 9001/1994 com alguns requisitos da ISO 9001:2000 à luz dos principais autores da qualidade*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). São Paulo: Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica, 2003.
- Sebhatu, S.P.; Enquist, B. ISO 14001 as a driving force for sustainable development and value creation. *The TQM Magazine*, v. 19, n.º. 5, p.468-482, 2007.
- Seiffert, M.E.B. *ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental: Implantação objetiva e econômica*. São Paulo: Atlas, 2006.
- Shahin, A.; Nikneshan, P. Integration of CRM and QFD A novel model for enhancing customer participation in design and delivery. *The TQM Journal*, v. 20, n.º. 1, 68-86, 2008.
- Shewhart, W.A. *Economic control of quality of manufactured product*. Van Nostrand, New York, 1931.

- Sivakumar, V.M.; Devadasan, S.R.; Muruges, R. Theory and practice of knowledge managed ISO 9001:2000 supported quality system. *The TQM Journal*, v. 26, n°. 1, p. 30-49, 2014.
- Swanson, C. Reorganizing a Resuscitation Room Using Six Sigma (6S) Principles. *Journal of Emergency Nursing, In Press*, 2014.
- Taguchi, G.; Clausing, D. Robust Quality. *Harvard Business Review*, v. 90, n°. 1, p. 65-75, 1990.
- Tannock, J.D.T.; Balogun, O.; Hawisa, H. A variation management system supporting six sigma. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 18, n°. 5, p. 561-575, 2007.
- Thomas, A.; Barton, R.; Chuke-Okafor, C. Applying lean six sigma in a small engineering company: a model for change. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 20, n°. 1, p. 113-129, 2009.
- Tjahjono, B.; Ball, P.; Vitanov, V.I. Six Sigma: a literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n°. 3, p. 216-233, 2010.
- Wang, Yu-Jie. A criteria weighting approach by combining fuzzy quality function deployment with relative preference relation. *Applied Soft Computing*, v. 14, Part C, p. 419-430, 2014
- Watson, G.H.; Deyong, C.F. Design for Six Sigma: caveat emptor. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n°. 1, p. 66-84, 2010.
- Wei, C. *et al.* Using Six Sigma to improve replenishment process in a direct selling company. *Supply Chain Management*, v. 15, n°. 1, p. 3-9, 2010.
- Werkema, M.C.C. *Criando a cultura Seis Sigma*. Rio de Janeiro: Werkema, 2004.
- Wu, S. J.; Zhang, D.; Schroeder, R. G. Customization of quality practices: the impact of quality culture. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 28, n°. 3, p. 263-279, 2011.