



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**INGENIERIA DE SISTEMAS Y CALIDAD TOTAL
EN UN AREA BANCARIA DE SERVICIOS
INFORMATICOS**

JUAN CARLOS RIVERA SOBERANIS

Director : Mat. José Guerrero Grajeda

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN
México, D.F.**

1993



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Contenido

I.	INTRODUCCION	2
1.1	Visión general del Análisis de Sistemas, con énfasis en su importancia en el estudio de las organizaciones.	
1.2	Descripción de una institución bancaria, mostrando en forma general los subsistemas que la conforman, así como su entorno o medio ambiente.	
1.3	Breve examen del subsistema de interés y planteamiento del problema a tratar.	
1.4	Objetivo y organización de la tesis.	
II.	MARCO TEORICO PARA LA ELABORACION DE UNA PROPUESTA	14
2.1	Conceptos del Análisis de Sistemas, relevantes para el trabajo.	
2.2	Elementos de Ingeniería de Software.	
2.3	El enfoque de Calidad Total.	
III.	ANALISIS CRITICO DEL SUBSISTEMA EN ESTUDIO Y PLANTEAMIENTO DE UNA ALTERNATIVA	83
3.1	Examen detallado del subsistema de interés.	
3.2	Elaboración de una propuesta sustentada en el marco teórico propuesto.	
	CONCLUSIONES Y COMENTARIOS	105
	BIBLIOGRAFIA	107



INTRODUCCION



1.1 Visión general del Análisis de Sistemas.

El análisis de sistemas, ha tomado un ímpetu impresionante en estos tiempos en que vivimos, ya que para el manejo y buen funcionamiento de cualquier organización, es una herramienta sumamente importante en el tratamiento de problemas que requieran, de alguna forma, ser optimizados.

Por organización entenderemos: una fábrica, una institución bancaria, un comercio, un hospital, un aeropuerto; en fin, un grupo de personas que organizadas, persigan un fin común. Se puede decir que las organizaciones son sistemas deliberados, cuyos elementos están esencialmente implicados en una actividad de solución de problemas.

En la Teoría General de los sistemas se define una organización, como "Un Sistema buscador de metas que tiene subsistemas interrelacionados, buscadores de metas distintas ordenadas de modo jerárquico". Se conoce y acepta generalmente la existencia de una multiplicidad de metas como característica necesaria para que un sistema se identifique como una organización.

Una organización se puede entender como un sistema adaptable que interacciona con un entorno al que trata permanentemente de comprender y dominar. Como tal sistema, la organización está integrada por diversos elementos conscientemente coordinados. El objeto de esta coordinación es proporcionar a sus miembros una capacidad de defensa y reacción frente a un entorno que, aunque no necesariamente hostil, resulta amenazador por el mero hecho que tiene un repertorio de posibles movimientos mucho más variado y rico que el de la propia organización.

La organización es, por lo tanto, un sistema abierto a su entorno en varios sentidos. El primero y más obvio es el de base física: una organización intercambia bienes y servicios con clientes y proveedores para obtener un excedente económico. Otra dimensión menos inmediata, es la que se refiere al procesamiento selectivo de la información que se recoge del entorno.

Según Christensen, Andrews y Bower, las organizaciones suelen desarrollar tres tipos distintos de reacciones frente a las señales del entorno. Las que son irrelevantes para la concepción que la organización tiene de sí misma, son ignoradas por ella,

es decir, provocan una respuesta pasiva. Aquellas señales que son identificadas como relevantes y conocidas, inician una respuesta programada, esto es, un conjunto de acciones destinadas a resolver una situación tipificada y para la que se conoce la secuencia de procedimientos a emplear. Por último, la organización puede recurrir a una respuesta anticipatoria, es decir, la que prepara con antelación acciones innovadoras para responder a amenazas o riesgos que pueden materializarse en el futuro.

El tercer tipo de respuesta parece claramente superior a los dos primeros y en realidad lo es. Pero de ello no se implica que deba de ser el más recomendable en cualquier caso, porque suele ser también el más costoso. Cualquier organización debe pensar en el conjunto de respuestas pasivas y programadas de que quiere disponer, así como en la cantidad de recursos que quiera destinar para que la organización tenga una amplia capacidad de generar respuestas anticipatorias. De hecho, el diseño de esta combinación es, en sí mismo, un acto de naturaleza anticipatoria.

Este proceso de visualización del futuro y concepción de una respuesta articulada frente al mismo, implica la formulación de una estrategia, entendida como " el conjunto de decisiones en una empresa que:

1. Determina, configura y revela sus metas, propósitos u objetivos.
2. Genera las principales políticas y planes para alcanzar tales objetivos.
3. Define el negocio en el que la empresa quiere operar, así como la naturaleza de las contribuciones económicas y no económicas que pretende hacer a sus accionistas, empleados, clientes y comunidades sociales".¹

1.2 Descripción general de una Institución Bancaria.

El estudio que abarcará esta tesis se desarrollará en una organización bancaria. Particularmente en las áreas de sistemas de una institución bancaria, en lo referente a desarrollo y mantenimiento de sistemas en batch.

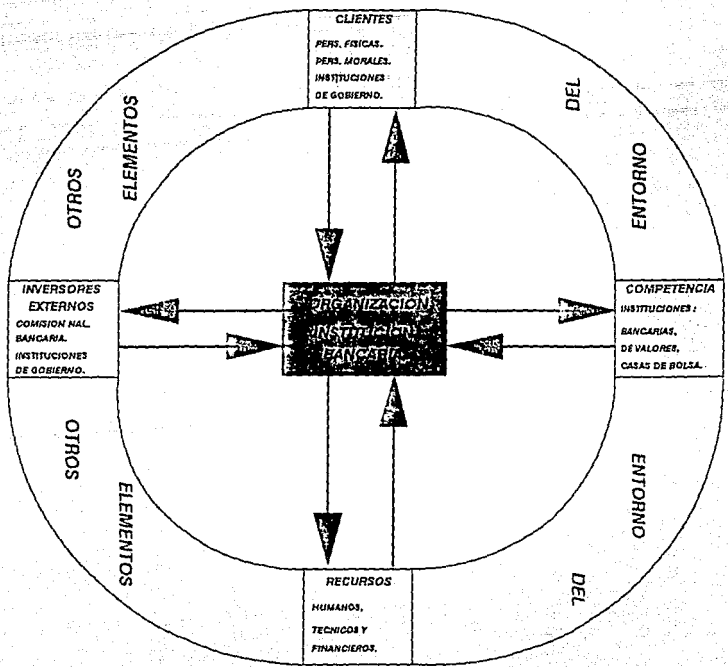
¹ Christensen, Andrews, Bower. "Business Policy: Text and Cases", Quinta Edición, 1983, Irwin Tx.

Una de las partes más relevantes para la formulación de una estrategia es el estudio del Sector económico en el que se mueve la empresa, (en nuestro caso una institución bancaria). Es cierto que el sector o industria no constituye la totalidad del entorno que un banco debe tener en cuenta, pero en una gran parte de casos, su diagnóstico es una parte esencial (si no la más importante) de la tarea analítica que debe preceder a cualquier formulación estratégica. Por otra parte, el resto de factores del entorno suelen afectar al sector bancario en su conjunto por lo que, con frecuencia, inciden en menor grado sobre la posición relativa de cada competidor dentro de la industria bancaria.

En el Gráfico 1.2.1 el entorno de la empresa en estudio aparece representado por el anillo exterior que la rodea. Dentro de él se han singularizado aquellos elementos que se consideran parte fundamental del sistema abierto: competidores, clientes, recursos e inversores externos. La empresa está en continua interacción con ellos, lo que se indica con las flechas en doble sentido que aparecen en el gráfico. En éste proceso, el objetivo de la empresa es obtener una ventaja competitiva, esto es, conseguir una posición de fortaleza relativa respecto a sus competidores y a otros entes (tales como los clientes y competidores) que pueden disputarle el valor económico que puede generar. Tal ventaja competitiva debe ser sostenible, es decir, debe estar concebida de tal modo, que no pueda ser fácilmente erosionada por la acción de los competidores.

GRAFICO 1.2.1.

UNA ORGANIZACION BANCARIA COMO UN SISTEMA ABIERTO

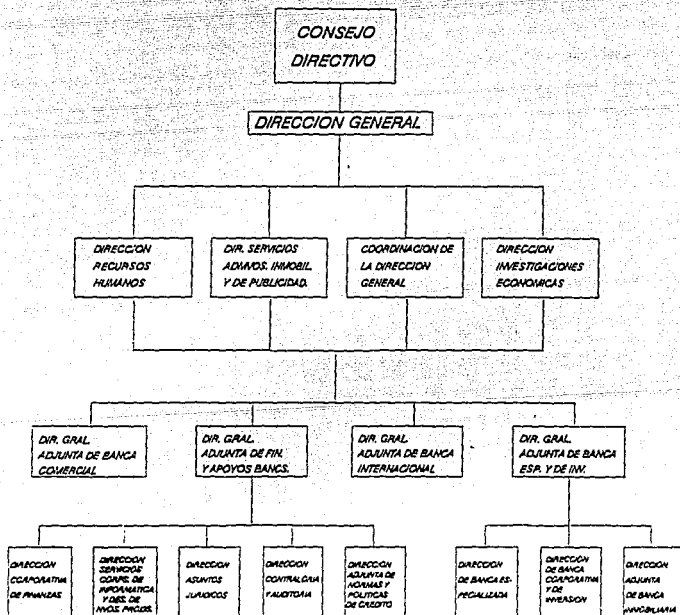


Una organización bancaria, puede estar organizada o conformada, de una manera muy general, por las siguientes áreas, partes o subsistemas:

- Consejo Directivo.
- Dirección General.
 - Dirección Recursos Humanos.
 - Coordinación de la Dirección General.
 - Dirección Servicios Administrativos, Inmobiliarios y de Publicidad.
 - Dirección Investigaciones Económicas.
 - Dir. General Adjunta de Banca Comercial.
 - Dir. General Adjunta de Banca Internacional.
 - Dir. General Adjunta de Banca Especializada y de Inversión.
 - Dir. de Banca Especializada.
 - Dir. de Banca Corporativa y de Inversión.
 - Dir. Adjunta de Banca Inmobiliaria.
 - Dir. General Adjunta de Finanzas y Apoyos Bancarios.
 - Dir. Corporativa de Finanzas.
 - Dir. Asuntos Jurídicos.
 - Dir. Controlaría y Auditoría.
 - Dir. Adjunta de Normas y Políticas de Crédito.
 - Dir. de Servicios Corporativos de Informática y Desarrollo de Nuevos Productos.
 - Dir. Adjunta Operaciones.
 - Dir. Adjunta Procedimiento y Diseño de Servicios.
 - Dir. Adjunta de Servicios, Operación y Cómputo del Interior.
 - Dir. Adjunta Servicios Corporativos e Informática.
 - Dir. Divisional Investigación y Diseño.
 - Subdirección Divisional Planeación Corporativa.
 - Dir. Adjunta Planeación y Desarrollo de Sistemas.
 - Dir. Divisional Desarrollo de Sistemas.
 - Dir. Divisional Programación Especializada y Bases de Datos.
 - División Administración de Recursos.
 - División Proyectos Banca Menudeo.
 - División Asesoría y Planeación.
 - División Desarrollo y Optimización De Sistemas. Batch

Los nombres que aparecen en negrillas, son aquellas áreas que para un estudio sobre sistemas computacionales, son más relevantes. Además para ilustrar mejor se muestra un organigrama general de una Institución Bancaria. Gráfico 1.2.2.

GRAFICO 1.2.2.



Una vez explicados los conceptos relativos a una organización y situando el desarrollo del presente trabajo de tesis en una institución bancaria, pasaremos a otras definiciones:

Existen muchas definiciones de la palabra sistema, pero una sencilla, sería: "un sistema es un conjunto de partes coordinadas para alcanzar un conjunto de metas".² Para precisar y hacer más útil esta definición, se aclarará lo que se entiende por "partes".

El objetivo específico del estudio de un sistema, consiste en expresar a detalle qué es el Sistema Total, el Ambiente en que vive, cuál es su Objetivo y como lo apoyan las actividades de estas partes.

Esta manera especial de analizar a las organizaciones y en general a cualquier "ente" es llamada "enfoque de sistemas". El enfoque de sistemas o enfoque sistémico, estudia los sistemas desde todas las ramificaciones que sean posibles de visualizar y trata de caracterizar la naturaleza del sistema, de tal manera que la toma de decisiones, en su administración, ocurra de manera lógica y coherente.

Una institución Bancaria puede ser vista como un sistema, que está conformado a su vez por una multitud de subsistemas. El enfoque que se adoptará en este estudio, será el de considerar que todas las partes que conforman al "Sistema Bancario", funcionan de tal forma que coadyuvan al buen funcionamiento de todo el sistema. Es decir, se dará un Enfoque Sistémico a este trabajo.

1.3 Breve examen del subsistema de interés.

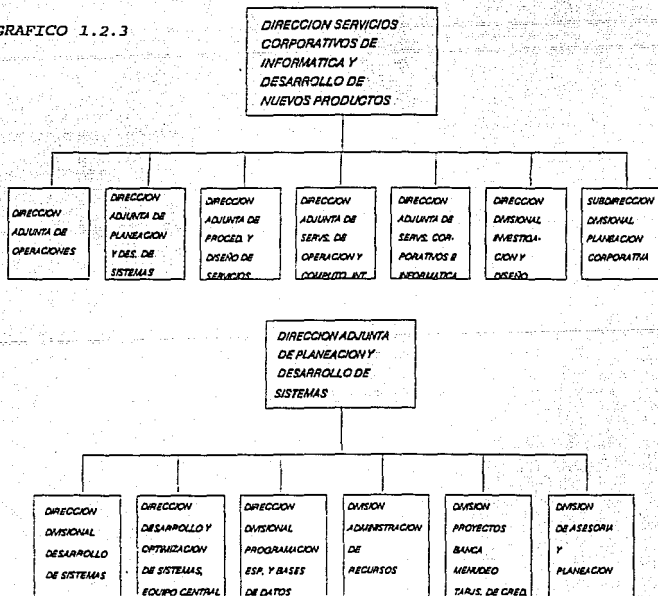
El subsistema de interés especial en el desarrollo de esta tesis será la "División Desarrollo y Optimización de Sistemas". La razón de ser de esta división es la de procurar servicios a usuarios (clientes) con respecto al mantenimiento y desarrollo de sistemas en procesos batch. Esta tarea es de suma importancia, ya que es el soporte de todas las operaciones bancarias realizadas en Línea.

² Extracto de C. West Churchman, "The systems approach". Dell Publishing Company Inc., 1968, PP. 28-47.

Nuestro subsistema se localiza, dentro del sistema de un Banco, en lo que es llamado en general Area de Sistemas, que correctamente recibe el nombre de Dirección de Servicios Corporativos de Informática y Desarrollo de Nuevos Productos, o uno similar que describa toda su importancia.

Dada la magnitud de este subsistema es obvio que en una organización bancaria se presentan una serie de diferentes áreas o subsistemas dedicados a especialidades diversas en cómputo; por lo que se ilustra, para mejor visualización, los organigramas de estas áreas, que por lo menos se han detectado en alguna organización bancaria. Gráfico 1.2.3.

GRAFICO 1.2.3



En una área de desarrollo y mantenimiento, se procesa información que se realizó en Línea para actualizar archivos maestros de cada aplicación; se generan reportes de movimientos; se generan estados de cuenta diarios y mensuales; se generan archivos que son utilizados por Línea y por otras áreas.

Un área así, debe de contar con algunas gerencias especializadas por aplicación. Estas pueden ser:

- Cuentas eje.
- Transferencia de fondos.
- Fideicomisos.
- Ahorro y valores.
- Coordinación y asesoría.

El interés en esta División en especial, es porque personalmente he laborado en una área de desarrollo y mantenimiento de sistemas, por un periodo de dos años, trabajando en una gerencia de Cuentas Eje. El objetivo de esta gerencia es el de administrar la aplicación de cheques de una manera expedita y confiable, ya que las transacciones de cheques, operadas por el Banco en línea, son procesadas por esta gerencia (en batch) actualizando las cuentas afectadas de cada cliente. El sistema tiene interfases con alrededor de 20 sistemas diferentes. El sistema de cheques ha evolucionado de su concepto original, con la incorporación de nuevos productos o servicios, de acuerdo a las necesidades que el mercado exige. Es por tanto una aplicación de suma importancia por la envergadura de su alcance.

En este subsistema de cheques se localizan los siguientes instrumentos de captación: cheques sin intereses, Cuenta Maestra, Cuenta Maestra Emisión Limitada, Inversión Inmediata, Inversión Inmediata Junior, Productiva Física, Productiva Empresarial y Productivas Dólares.

Debido a la importancia de esta área de mantenimiento y desarrollo de sistemas, se antoja interesante hacer un análisis de este sistema, incluyendo conceptos de la filosofía de "Calidad Total", aplicados en el marco de la llamada "Ingeniería de Software".

Según la Teoría del " Análisis de Sistemas " un sistema como el anteriormente señalado, se puede definir como un Sistema Centralizado, puesto que un subsistema desempeña un papel principal o dominante en la operación del sistema. Podemos

llamar a este subsistema la parte principal, o decir que el sistema está centralizado alrededor de esta parte.

Ahora explicaremos en términos generales lo que es la filosofía de Calidad Total. En estos tiempos, el uso de la "Calidad Total" en cualquier actividad, se ha vuelto una necesidad apremiante. El Mundo observa el triunfo económico de Japón y se pregunta cuál es su fórmula. La filosofía de Calidad Total nacida en este país, tiene como peculiaridad especial la de inculcar a la gente a "hacer bien las cosas desde la primera vez". Y a partir de esta idea, se hace un desarrollo de toda una filosofía sistemática que funciona.

1.4 Objetivo y organización de la tesis.

Lo que se pretende en nuestro trabajo de tesis, es buscar esta realidad de Calidad Total, por medio de un análisis sistémico, en los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas en particular. Y hacer una propuesta nueva de como administrar este sistema.

Entonces pues, el marco teórico en el que se desenvuelve esta tesis, es el de Ingeniería de software, incorporando aspectos de la filosofía de Calidad Total.

En el segundo capítulo, se describe el marco teórico. La explicación del Enfoque de Sistemas y de la Ingeniería de Software, así como su aplicación para el mantenimiento y desarrollo de sistemas.

De igual forma, se explican y se mencionan las ideas y teorías de la Calidad Total en general, que se tratarán de incorporar de acuerdo a la investigación realizada. También se explican las Teorías de Planeación bajo Calidad Total.

En el capítulo tercero, se realiza un examen detallado de nuestro subsistema de interés, mostrando sus fallas, y se plantea una propuesta para mejorar sus funcionamiento, sustentada en el marco teórico propuesto.

Con lo anterior mencionado, en un último capítulo se presentan conclusiones y se hacen los comentarios pertinentes sobre el modelo propuesto. Se muestra que gracias al estudio y utilización de nuevas formas de trabajar y de hacer las cosas con "Calidad Total" bajo el enfoque de Ingeniería de Sistemas, es posible optimizar recursos y mejorar la producción, desarrollo y mantenimiento de sistemas.

Finalmente, creo necesario enunciar el motivo por el cual un Actuario puede entrar al estudio de sistemas :

Se ha demostrado en la práctica profesional, que para desarrollar sistemas, un Actuario es tan capaz como cualquier otro profesionista afín. El Actuario, tiene bases estadísticas, matemáticas, administrativas, probabilísticas, etcétera, que puede utilizar en el estudio de sistemas, lo que le da una ventaja especial; por lo cual considero que un Actuario no sólo puede, sino debe realizar análisis de sistemas en su desarrollo profesional.

***MARCO TEORICO PARA LA
ELABORACION DE UNA
PROPUESTA***



2.1 Conceptos del Análisis de Sistemas.

El método más sencillo y útil para tratar de definir el enfoque de sistemas, consiste en mostrar y describir básica y detalladamente cualquier proceso, excluyendo los detalles técnicos de la historia de un caso. Concentrémonos por lo pronto en un concepto básico: Sistema.

La palabra sistema, tiene muchos significados, entre ellos algunos vulgares que no encuentran cabida en un estudio científico. Tratando de excluir tales significados, se menciona la siguiente definición: "Un sistema es un conjunto de objetos con relaciones entre los objetos y entre sus atributos".³

Los objetos son simplemente las partes o componentes de un sistema, y estas partes son ilimitadamente diversas.

Los atributos son propiedades de los objetos.

Las relaciones unen al sistema. En realidad, son muchas clases de relaciones: causales, lógicas, aleatorias, etc., que vuelven útil la noción de sistema.

Las relaciones que se consideran en el contexto de un conjunto dado de objetos, dependen del problema de que se trate en particular, incluyendo las relaciones importantes o interesantes, y excluyendo las relaciones triviales o no esenciales. Esto claro está, dependerá de la decisión que tome la persona que estudia un problema dado, en discernir cuáles son las relaciones importantes y cuáles son las triviales; es decir la cuestión de trivialidad es relativa a nuestro propio interés.

Otros conceptos que son necesarios enunciar, por estar estrechamente relacionados con el concepto de la Ingeniería de Sistemas son los de: ambiente, necesidad, planeación y proceso creativo. Sucede que ciertas propiedades se aplican a los sistemas en general, independientemente de la naturaleza de los sistemas o de los campos en que por lo común se estudian. Aunque también es cierto que no todas las propiedades más generales son

³ Arthur D. Hall. "A Methodology for Systems Engineering", Van Nostrand, 1962, pp. 59-74.

Útiles en sentido operativo para el trabajo aplicado, pero éstas tienen un valor conceptual considerable para un entendimiento más profundo de los procesos creadores o de desarrollo.

El ambiente, se puede definir de una manera análoga a la definición de Sistema. Para un sistema dado el ambiente es el conjunto de todos los objetos que quedan fuera del sistema: 1) un cambio de cuyos atributos afecta al sistema y 2) cuyos atributos cambian por el comportamiento del sistema.

Con la definición anterior, surge la siguiente pregunta ¿Cuándo un objeto pertenece a un sistema y cuándo pertenece al ambiente? porque si un objeto reacciona con un sistema de la forma antes descrita, ¿no debiera considerarse como parte del sistema? Las respuestas no están en modo alguno definidas. En cierto sentido un sistema y su ambiente, integran el universo de todas las cosas interesantes en un contexto dado. La subdivisión de este universo en dos conjuntos, sistema y ambiente, puede hacerse en muchas formas enteramente arbitrarias. La determinación de las configuraciones de objetos que deban incluirse en el sistema, en última instancia, depende de las intenciones de quien estudie el universo particular.

El especificar el ambiente de un sistema dado, es un problema que dista mucho de ser trivial. Es necesario entonces, el conocer a ciencia cierta todos los factores que afectan o resultan afectados por el sistema, para especificar por completo un ambiente. Este problema es en general tan difícil como la especificación del problema mismo. Para salvarlo, se trata de incluir en el universo de sistema y ambiente, todos los objetos que en nuestra opinión, sean los más importantes; se describen las interrelaciones en la mayor medida posible y se presta la mayor atención a los atributos más interesantes, olvidándose de los atributos que no desempeñen papeles esenciales.

Este método de abstracción o idealización funciona bien en la física o en la química: resortes sin masa, aire sin fricciones, gases perfectos, etc, son supuestos comunes que simplifican la descripción y el análisis de los universos mecánicos y termodinámicos. Otros estudiosos interesados en los sistemas animados y su comportamiento no son tan afortunados. en estos campos no es cosa fácil la separación de las variables esenciales de las no esenciales; es decir, la especificación del universo y la dicotomía subsecuente en sistema y ambiente es en sí misma, aparte del análisis de las interrelaciones, un problema de complejidad fundamental.

En este estudio, son importantes, los factores ambientales que conducen a los requerimientos de los sistemas creados por el hombre. En especial aquellos sistemas de información utilizados por grandes organizaciones, tal es el caso de una institución bancaria. En general, cada organización deberá aislar y estudiar los factores que le sean peculiares. Algunos factores que parecen ser universales en cualquier tratamiento o estudio bajo análisis de sistemas podrían ser los siguientes:

1. El estado de la tecnología.
2. El ambiente natural (clima, vida vegetal, etc.).
3. Políticas de organización.
4. Condiciones económicas para sistemas nuevos.
5. Factores humanos.

Los sistemas físicos no existen simplemente en un ambiente, sino que existen por medio de un ambiente. En la creación de un sistema de procesamiento de datos para la satisfacción de algún conjunto de necesidades, no sólo diseñamos el sistema que pondremos en el ambiente sino que más bien encontramos el sistema determinado por el ambiente. En realidad el éxito del diseño se mide por la bondad del ajuste, es decir, el grado de integración con el ambiente. Existen muchos casos prácticos en que el ajuste respecto de un factor ambiental particular se restringe deliberadamente para obtener el ajuste óptimo con el ambiente total. Estas ideas sugieren la razón principal del estudio del ambiente: cuanto mejor entendamos y valoremos el ambiente más de cerca se podrá controlar el sistema.

Por lo anteriormente explicado, Arthur D. Hall, señala uno de los objetivos centrales de la secuencia entera del desarrollo, o sea la localización óptima de dos límites funcionales o etapas:

- 1) El límite que separa el universo de cosas interesantes en un problema dado.
- 2) El límite existente entre el sistema y el ambiente.

De las definiciones de sistema y ambiente, es claro que cualquier sistema dado puede dividirse en subsistemas. Los objetos pertenecientes a un subsistema pueden considerarse partes del ambiente de otro subsistema. Es obvio que la consideración de un subsistema implica un conjunto nuevo de relaciones. Es posible que el comportamiento del subsistema no sea completamente análogo al del sistema original. Von Bertalanffy (1950) se refiere a la propiedad del orden jerárquico de los sistemas: esta es simplemente la idea antes expresada en cuanto a la participación

de los sistemas en subsistemas. O bien, podemos afirmar que los elementos de un sistema pueden ser sistemas de orden inferior.

Jerarquías de sistemas físicos, de planes y metas.

El concepto de orden jerárquico tiene muchas aplicaciones útiles. Las que siguen son tres clases importantes de sistemas: un sistema físico, un sistema de planes y un sistema de metas.

Una observación importante sobre la planeación deriva del concepto de orden jerárquico. La observación de que los planes también pueden ocurrir en jerarquías. En la Ingeniería de Sistemas se realiza un objetivo general mediante una serie completa de planes sucesivamente más detallados. Una de las funciones del ingeniero de sistemas consiste en lograr la consistencia interna y la integración de los planes a distintos niveles jerárquicos.

Resulta interesante y útil la observación de que en virtud de que las metas están implícitas en los planes también ellas incurren en jerarquías. Este hecho conduce a un paso importante en el establecimiento de objetivos para la ingeniería de sistemas y los proyectos de desarrollo, es la prueba de la consistencia de un conjunto de objetivos a un nivel con los objetivos a un nivel superior.

Propiedades macroscópicas de los sistemas.

Hasta el momento se ha referido a los sistemas como si por implicación hubiese en el trasfondo alguna clase de teoría unificada de los sistemas. En realidad no existe aún tal teoría de los sistemas. Aunque varios autores han hecho intentos por elaborarla. Los autores teóricos de los "Sistemas Generales" son los que han tratado con más ahínco. Al considerar tales teorías generales es siempre una buena idea asegurarse de que los tipos de sistemas bajo discusión se entiendan con claridad, y cuando se pretenda haber obtenido generalizaciones a sistemas de otros tipos examinar la validez de todas las analogías y las correspondencias empleadas.

Así mismo, existen algunas propiedades pertenecientes a ciertas clases de sistemas que conviene mencionar, porque en ocasiones se aclaran muchos problemas de sistemas muy difíciles cuando los

contemplamos a la luz de la propiedad generalizada adecuada. Hay también algunas analogías útiles relativas al comportamiento y las propiedades de ciertos tipos de sistemas que a menudo ayudan en el análisis de sistemas particulares, por lo menos en lo conceptual.

Totalidad e independencia.

"Si cada parte de un sistema se relaciona de tal modo a cada una de las demás que un cambio en una parte particular provoque un cambio en todas las demás partes y en el sistema total, decimos que el sistema se comporta coherentemente o como un todo. En el otro extremo tenemos un conjunto de partes completamente carentes de relación, es decir, en que un cambio en cada parte depende por entero de esa parte. La variación en el conjunto es la suma física de las variaciones de las partes. Llamamos a tal comportamiento independencia o aditividad física.

La totalidad (o coherencia) y la independencia (o aditividad) no son dos propiedades separadas, sino extremos de la misma propiedad. La totalidad y la independencia son cuestiones de grado, pero no se ha propuesto algún método sensato para la medición de la propiedad en una escala de razones. Sin embargo, la propiedad es conceptualmente útil. En virtud de que todos los sistemas tienen algún grado de totalidad, un autor utiliza esta propiedad para definir el sistema".⁴

Ya que todos los sistemas poseen totalidad en algún grado, no existe dificultad para ilustrar la propiedad. Sistemas tales como las redes eléctricas pasivas y sus análogos mecánicos son muy coherentes. Para la independencia, existe cierta dificultad para encontrar ejemplos. A veces se usa el término "montón" o "complejo" para describir un conjunto de partes mutuamente independientes, y sólo se usa el término "sistema" cuando existe algún grado de totalidad. De Hall, llama sistemas factorizables a los conjuntos de partes con independencia completa porque, es imposible negar la existencia de relaciones sistemáticas entre partes sueltas o aún en un montón de arena.⁵

⁴ A. D. Hall, (1962) Op. Cit. pp. 59-74.

⁵ Idem

Factorización progresiva.

Utilizando los conceptos anteriormente señalados, totalidad y aditividad, podemos definir otra propiedad observada frecuentemente en sistemas físicos. La mayoría de los sistemas físicos cambian con el tiempo. Si estos cambios conducen a una transición gradual de la totalidad a la independencia, decimos que el sistema experimenta una factorización progresiva. Como ejemplo ilustrativo consideremos las dos variables reales X_1 y X_2 que satisfacen el sistema de dos ecuaciones lineales:

$$A_1X_1 + A_2X_2 = C_1$$

$$B_1X_1 + B_2X_2 = C_2$$

Sea ahora que los términos "recíprocos" o de "transferencia" A_2 y B_1 , se conviertan en funciones de tiempo. Si estos términos disminuyen hasta cero en el límite, tendremos dos sistemas independientes representados por las ecuaciones, o podemos decir que el sistema más grande, compuesto por dos ecuaciones simultáneas, se vuelve "factorizable". Los sistemas donde los parámetros son funciones del tiempo se llaman ya sea cambiantes con el tiempo, o bien de estado no determinado, absolutos, y (sobre todo por referencia a los sistemas estocásticos) no estacionarios.

Se pueden distinguir dos clases de factorización progresiva, la primera y más simple, antes ilustrada, corresponde a la decadencia. Es como si un automóvil se quedara sin mantenimiento, el motor se desgastaría, las llantas se pudrirían y eventualmente las piezas ya no se comportarían como un sistema.

La segunda clase de factorización progresiva corresponde al crecimiento. El sistema cambia en la dirección de una mayor división en subsistemas y subsistemas, o de una diferenciación de funciones. Esta clase de factorización aparece en sistemas que impliquen algún proceso creativo o en los procesos evolutivos y de desarrollo. Un ejemplo es la creación de un nuevo sistema artificial, cuando aparece una idea o se define una necesidad y la concepción original de un sistema se factoriza a través del esfuerzo de planeación en subsistemas cuyo diseño y desarrollo procederá eventualmente casi en forma independiente. Otro ejemplo ocurre en el desarrollo embrionario, en el que el germen pasa de la totalidad a un estado en que se comporta como una suma de regiones que se desarrollan independientemente en órganos especializados.

Sistematización progresiva.

La sistematización progresiva, es simplemente el opuesto de la factorización progresiva, en el que hay un cambio hacia la totalidad. Consiste en una vigorización de las relaciones entre las partes, el desarrollo de relaciones entre partes antes no relacionadas, la adición gradual de las partes y relaciones a un sistema, o alguna combinación de estos cambios.

Es posible que en un mismo sistema, se presenten la factorización y la sistematización progresivas. Estos dos procesos pueden ocurrir en forma simultánea y proseguir indefinidamente de modo que el sistema puede existir en cierta especie de estado estable, como ocurre en los procesos de anabolismo y catabolismo en el cuerpo humano. Asimismo, estos procesos pueden ocurrir también en secuencia. Por poner un ejemplo, consideremos la historia inicial de los Estados Unidos, cuando pequeños grupos de personas colonizaron diversas partes del país. Estos grupos se hicieron más y más independientes de sus países de origen, y gradualmente el nuevo país se volvió más coherente a medida que ocurrían nuevos intercambios entre los grupos, se establecían tradiciones comunes y se formaba un gobierno nuevo.

Centralización.

Un sistema centralizado, es aquel en que un subsistema desempeña un papel principal o dominante en la operación del sistema. A este subsistema se le puede llamar como la "parte principal", o decir que el sistema está "centrado" alrededor de esta parte. Un pequeño cambio en la parte principal, se reflejará entonces en todo el sistema, provocando un cambio considerable. Un ejemplo tomado de una Institución Bancaria, podría ser el área de "Sistemas" (En general), donde el buen funcionamiento de los sistemas manejados o implantados, afectan el comportamiento del todo el sistema "Banco".

La factorización progresiva o la sistematización progresiva, pueden ir acompañadas de centralización progresiva. Conforme evoluciona el sistema, surge una parte como entidad central y controladora. En el caso del desarrollo embrionario antes mencionado, la factorización no prosigue hasta el límite por varias razones, la más importante de las cuales es tal vez que el cerebro surge como la parte controladora y unificadora. La misma tendencia aparece en la evolución de los sistemas artificiales,

en que más y más subsistemas se designan como "esclavos" y se colocan bajo el control de "cerebros" o computadoras.

El concepto del sistema centralizado, produce el principio importante de que cuanto más se centralice un sistema, más deberá protegerse a la parte principal, del daño causado por factores ambientales inestables. Así el área de Sistemas de un Banco, requiere de un complicado sistema de tecnología cada vez más avanzado y de medidas de seguridad, que garanticen su continuo y eficiente funcionamiento, ya que al estar automatizados la mayoría de sus procesos, una falla o atraso tecnológico podrían poner en peligro o en graves problemas, la existencia del mismo. También en el cuerpo humano se mantiene al cerebro en un ambiente estable por medio de la red más complicada de enlaces de retroalimentación para mantener constante la temperatura, presión, el agua, el oxígeno, etc.

Los conceptos de centralización y orden jerárquico están relacionados. Un sistema completamente descentralizado sólo tiene un nivel de organización, donde cada parte del sistema comparte la responsabilidad de la ejecución del conjunto de funciones. Grados más altos de centralización acompañan a mayor número de niveles de organización. Al igual que en los sistemas sociales, como las organizaciones gubernamentales y las empresariales, muchos problemas de diseño se asocian al grado de centralización que un sistema debe tener para actuar en forma óptima. Ejemplos: ¿Cuántos niveles de organización debe tener el sistema?, ¿Cuántos subsistemas deben informar a un nivel dado?, ¿Cuáles funciones deben realizarse a un nivel dado, y en qué parte del sistema debe localizarse una función dada?, ¿Qué clases de enlaces se necesitan para la corriente de información o materiales a fin de unir los diversos niveles del sistema?. Todos estos interrogantes debieron formularse y contestarse en el diseño del sistema. Tales cuestiones representan un tema recurrente en la planeación y el diseño y pueden repetirse a cada nivel como una guía para el diseño de todos los niveles inferiores.

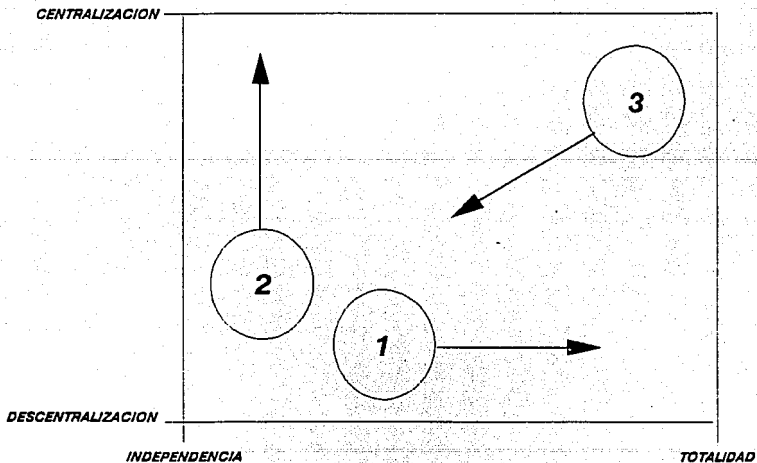
Las propiedades de los sistemas anteriormente mencionadas se muestran en el Gráfico 2.1.1, de la siguiente página. A propósito se omiten las escalas en ambos ejes para poner de relieve el hecho de que en el estado actual de nuestros conocimientos no pueden medirse en escala de razones los dos conceptos de la totalidad y la centralización ⁶.

⁶ Esta presentación puede ser innecesariamente cautelosa, es claro que cada escala tiene un cero natural. Es posible que los conceptos del índice de conectividad y el índice de centralidad, tal como se emplean en la teoría de las gráficas, si se modifican adecuadamente para tomar en cuenta las intensidades de las conexiones entre las partes, sean medidas útiles de la totalidad y la centralización respectivamente.

Sin embargo, la gráfica muestra 3 sistemas, cada uno de los cuales experimenta un tipo de cambio distinto. El sistema 1 muestra una sistematización progresiva, mientras que el grado de centralización permanece constante. El sistema 2 muestra una centralización progresiva mientras que el grado de totalidad permanece constante. El sistema 3 muestra al mismo tiempo una factorización y una descentralización progresivas.

GRAFICO 2.1.1.

PROPIEDADES MACROSCOPICAS DE LOS SISTEMAS



Sistemas naturales y artificiales.

Es posible distinguir los sistemas naturales y los artificiales, esto para fortalecer el significado de sistemas. Los ingenieros en sistemas se interesan directamente en los artificiales; sin embargo, el ambiente de los sistemas artificiales contiene a menudo sistemas naturales que también requieren de investigación porque sus propiedades interactúan con el sistema bajo estudio. Además existen ciertas propiedades que ambos tipos de sistemas tienen en común. Los artificiales son a menudo copias de los naturales, o por lo menos se construyen para realizar funciones análogas.

Sistemas naturales.

La descripción de estos sistemas es la tarea del astrónomo, el físico, el químico, el biólogo, el fisiólogo o el sociólogo, y de nuevo lo que podamos decir acerca de un sistema natural dado depende de el número de variables esenciales consideradas.

Sistemas abiertos y sistemas cerrados.

La mayor parte de los sistemas orgánicos son abiertos, lo cual significa que intercambian energía con sus ambientes. Un sistema es cerrado si no hay importación o exportación de información, y por ende no hay cambio de componentes.

El que un sistema dado sea abierto o cerrado depende de la porción de el universo que se incluya en el sistema y de la porción que se incluya en el ambiente. Adjuntando al sistema la parte de el ambiente con la que ocurren intercambios, el sistema se convierte en cerrado.

Al estudiar un sistema natural o artificial como abierto, el interés se centra en los insumos y productos del sistema, o "transductos" como podríamos llamarlos, porque es el transporte de energía a través del sistema lo que nos permite obtener trabajo de él.

Es un auxilio poderoso el análisis de los sistemas abiertos mediante el reconocimiento de sus aspectos de red. Los sistemas

de transporte, comunicación, tuberías y distribución de energías, tienen características obvias de red. En el cuerpo humano, los sistemas nervioso y circulatorio son redes igualmente obvias. Un poco de reflexión muestra que la mayoría de los sistemas abiertos tienen características de redes. Esto, sin embargo, lo dejamos a nivel de comentario.

Sistemas adaptables.

La gran mayoría de los sistemas naturales, sobre todo los vivientes muestran una cualidad que suele llamarse adaptación. Es decir, poseen la capacidad para reaccionar ante sus ambientes en una forma favorable, en algún sentido para la continuación de la operación de los sistemas. Es como si los sistemas de este tipo tuviesen algún "fin" previamente asignado, y el comportamiento de el sistema es tal que lo lleva a ese fin a pesar de condiciones ambientales desfavorables. El "fin" podría ser la mera supervivencia. La teoría de la evolución se basa en gran medida en la noción de la adaptación al medio ambiente. Dado que la adaptación puede cambiar en forma permanente (irreversible) la operación o el uso del sistema, tales sistemas se llaman también sistemas de utilización variable.

La noción de estabilidad se relaciona estrechamente con los conceptos de adaptación, aprendizaje y evolución.

Sistemas estables.

Un sistema es estable respecto de algunas de sus variables si estas variables tienden a permanecer dentro de límites definidos. Un sistema adaptable mantiene la estabilidad de todas las variables que deben permanecer dentro de ciertos límites para una operación favorable. Como ejemplo se puede mencionar a un termostato artificial, que es un instrumento destinado a asegurar la estabilidad de la temperatura de un sistema de calefacción; En un área de Sistemas Bancarios, todos aquellos programas destinados a la validación de datos, son sistemas "pequeños" que aseguran la estabilidad de la operación en las diferentes aplicaciones automatizadas, desechando la "basura" en la información a procesar.

Sistemas con retroalimentación.

Ciertos sistemas tienen la propiedad de reintroducir una porción de sus productos o comportamientos en sus insumos para afectar a los productos subsecuentes. En la naturaleza ocurren con gran frecuencia sistemas con retroalimentación, el control de la postura en el cuerpo humano es un ejemplo. Es un hecho conocido que la naturaleza, la polaridad, el grado y la demora de la retroalimentación de un sistema tienen un efecto decisivo sobre la estabilidad o inestabilidad del sistema.

Los sistemas muy complejos pueden tener varios enlaces de retroalimentación interconectados. Cuando un sistema excede los límites de control de un enlace de retroalimentación, si pasa a otro enlace con límites distintos se dice que demuestra ultraestabilidad, un término acuñado por Ashby (1952).

Sistemas artificiales.

Los sistemas artificiales exhiben muchas de las propiedades de los sistemas naturales; nociones simples como las de totalidad, factorización y aditividad tienen significado para ambos tipos de sistemas. Por otra parte, sólo recientemente han demostrado las máquinas artificiales lo que podríamos llamar comportamiento adaptable, aunque a escala modesta. Otras clases de sistemas artificiales, como el lenguaje y los sistemas de organización social, siempre han demostrado un comportamiento adaptable.

La adaptación de los sistemas artificiales no es estrictamente análoga a la de los sistemas naturales; lo que podría considerarse un comportamiento místico de un sistema natural es perfectamente explicable en el sistema artificial. Todo comportamiento en apariencia deliberado o inteligente de una máquina ha sido incorporado en ella por su diseñador. Además, el comportamiento adaptable de una máquina no tiene necesariamente a asegurar su supervivencia, sino una actuación especificada en algún sentido.

Compatibilidad (armonía) entre sistemas.

Frecuentemente surge el problema de la construcción de un sistema para adaptarse a un ambiente dado, o (lo que equivale

virtualmente a lo mismo) de agregar partes nuevas a sistemas ya existentes. No hay garantía de que un sistema construido para un propósito dado funcione adecuadamente si cambia su ambiente. De igual modo, dos sistemas pueden ser satisfactorios en ciertos aspectos cuando funcionan de modo independiente, pero unidos podrían tener características por completo distintas y no necesariamente favorables.

Podemos comparar los sistemas en cuanto al grado de compatibilidad. En términos de un sistema de alta fidelidad podríamos considerar como ejemplo el problema de adaptar un micrófono al resto del aparato. Distintos micrófonos funcionarían con grados variables de eficiencia, algunos de los factores ambientales, podrían ser el tamaño del cuarto o la cantidad de dinero disponible para la compra del micrófono. Un micrófono de balance perfecto y excelente construcción mecánica podría producir resultados maravillosos en el ambiente dado, pero si cuesta miles de dólares podría resultar fácilmente incompatible por lo menos con uno de los factores ambientales.

Optimización.

Las consideraciones de compatibilidad conducen naturalmente al problema de la optimización. Como implica el término, la optimización significa el logro del mejor ajuste entre el sistema y su ambiente. También podríamos expresar esta idea en otras formas. Podríamos decir que un sistema abierto es óptimo si el sistema transforma sus insumos en los productos más valiosos. Existen ciertas ventajas en referirse a los productos deseados como objetivos del sistema; entonces podemos hablar de optimizar un sistema respecto de sus objetivos. Contra lo que sugiere la forma en que suele emplearse el término, la operación de optimización de un sistema implica más de una función.

Comprende la solución de un problema completo, incluidos la definición, la elección de objetivos, la síntesis del sistema, el análisis del sistema y la selección del mejor sistema.

Se llama suboptimización a la optimización de un subsistema respecto de sus objetivos, o la optimización del sistema total respecto de un subconjunto de objetivos. La optimización separada de todos los subsistemas de un sistema no garantiza un sistema óptimo, debido a las interacciones. Las interacciones pueden impedir también que las optimizaciones separadas respecto de todos los subconjuntos de objetivos (o menos que la totalidad de

ellos) produzcan un óptimo total. Por ejemplo, si el objetivo de un diseño de sistema particular es el costo mínimo, el logro separado de costos mínimos de manufactura e instalación no asegurará el objetivo primordial, a menos que estos sean los únicos objetivos y sean independientes.

Sistemas con aleatoriedad.

Tanto en los sistemas naturales como en los artificiales es a veces necesario tomar en cuenta el comportamiento aleatorio. Las opiniones varían en cuanto a lo que significa la aleatoriedad y las condiciones en que se justifica su introducción en el análisis de un sistema. En la práctica suele introducirse como un factor cuando las variables que pueden afectar un atributo dado son tan numerosas o inaccesibles que no puede dejar de considerarse el comportamiento como sujeto al azar.

Las variables aleatorias intervienen al nivel microscópico y al nivel macroscópico. La mecánica estadística y la física moderna dependen de supuestos de aleatoriedad microscópica. Las condiciones económicas y el número de clientes potenciales son factores macroscópicos sujetos también a la fluctuación aleatoria. La operación de algunos sistemas con aleatoriedad puede describirse mejor en términos de procesos estocásticos (llamados también procesos aleatorios o series de tiempo).

2.2 Elementos de Ingeniería de Software.

Debido a las nuevas tecnologías mundiales, los costos del hardware del computador o computadora, han ido disminuyendo. Esto en gran medida gracias a los semiconductores, las ventajas económicas que va presentando la inteligencia artificial, etc.

El hardware necesario para hacer frente a las enormes necesidades de computación mundiales, puede ahora construirse a precios moderados y no tan prohibitivos como antaño. El resultado final de esta proliferación de los sistemas de computación en todos los aspectos de la vida y los negocios es que las economías personal, empresarial, nacional e internacional, dependen cada vez más de los computadores y sus sistemas de software.

Los costos del software del computador no han disminuido como los costos del hardware. Estos costos de software, muestran un marcado incremento y en muchos tipos de sistemas, los costos del software representan el 80 por 100 o más de los costos totales del sistema.

La práctica de la ingeniería de software tiene por objeto la construcción de grandes y complejos sistemas, de una forma rentable, óptima y eficaz.

Por lo explicado anteriormente, no sería exagerado sugerir que la prosperidad futura de los países industrializados depende en buena medida de una ingeniería de software efectiva.

Los costos reales del desarrollo de software son inmensos. Aunque es muy difícil proporcionar cifras actualizadas, se ha estimado (Lehman, 1980) que en 1977 los costos del software en Estados Unidos sobrepasaron los 50,000 millones de dólares. Esto representó más del 3 por 100 del PNB en dicho año. Seguramente puede estimarse que ahora estos costos han aumentado más del 100 por 100 y son comparables en otros países desarrollados. Por tanto, es posible que incluso pequeñas mejoras en la productividad del software den como resultado una significativa reducción de los costos absolutos.

El término de "Ingeniería de software" se introdujo por primera vez a finales de la década de 1960 en una conferencia celebrada para analizar la llamada "crisis del software". Esta crisis fue el resultado directo de la aparición del hardware de computadores de la tercera generación. Estas máquinas eran de una capacidad superior a la de las máquinas más potentes de la segunda generación y su potencia hizo posible las aplicaciones que hasta ese momento eran irrealizables. El desarrollo de esas aplicaciones requirió la construcción de grandes sistemas de software.

Las metodologías de desarrollo de software, que se utilizaban en la década de los 60's, eran inadecuadas para la construcción de grandes sistemas de software. Esto mostraban las primeras experiencias en el diseño y desarrollo de software. Era imposible hacer una simple ampliación a escala de las técnicas aplicables a los sistemas pequeños. Las personas que siguieron esta técnica de trasladar las técnicas de sistemas pequeños o sencillos a grandes sistemas, fracasaron rotundamente; hubo retrasos, se elevaron los costos más de lo previsto en un principio, y estos sistemas resultaron poco confiables, difíciles de mantener y de rendimiento muy pobre.

El desarrollo del software estaba en una situación de crisis. Se hacía indispensable el tratar de encontrar nuevas metodologías y técnicas que permitieran controlar la complejidad inherente al desarrollo de grandes sistemas. Como consecuencia lógica de esta crisis, los costos del software aumentaban de una manera inprecedentes, agravándose la situación, con la caída de los costos del hardware.

Elementos comunes a la ingeniería de software son:

1. Desarrollo de sistemas de software, que son más grandes de lo común y que un sólo individuo no podría manejar.
2. Utilizar aspectos técnicos y no técnicos en el desarrollo de software. El ingeniero de software, debe de tener un profundo conocimiento de las técnicas de computación y programación. Debe poder comunicar correctamente de manera escrita y oral con sus usuarios del sistema y en general con las personas relacionadas al sistema que espera construir o dar mantenimiento.
3. Comprender que el sistema diseñado, no siempre es entendible al 100 por 100, por los usuarios del mismo. Debe buscarse siempre resolver este problema.

4. Asimilar y solucionar los problemas de administración de proyectos, relacionados con la producción de software.

5. El desarrollo de los programas de cómputo de una aplicación o producto, incluyendo toda la documentación necesaria para instalar, usar, desarrollar y mantener esos programas. En el caso de sistemas grandes, la tarea de construir tales documentos es de magnitud comparable a la de desarrollar los programas.

Ciclo de vida del software.

Los grandes sistemas de software, necesitan de un gran período de tiempo para su desarrollo, ya que por lo general, están planeados para funcionar y ser usados, durante un largo tiempo. En este período de desarrollo y uso del sistema, se pueden identificar 5 etapas principales (Royce, 1970), que constituyen el ciclo de vida del software:

1. Análisis y definición de necesidades. Los objetivos, servicios y restricciones del sistema, se deben de establecer en conjunto con los usuarios. Una vez acordados, deben definirse de una manera comprensible y clara, para todos los involucrados en el proyecto.

2. Diseño del sistema y del software. El diseño del sistema abarca las necesidades de los sistemas de hardware y de los sistemas de software, estableciéndose detalladamente las necesidades específicas de cada sistema. El diseño del software es el proceso de representar las funciones de cada sistema de software a fin de poderlo transformar con facilidad en uno o más programas de computación.

3. Aplicación y pruebas de unidades. En esta etapa, el diseño del software se realiza como un conjunto de programas o unidades de programa escritos en algún lenguaje de programación ejecutable. Las pruebas de unidades implican la comprobación de que cada unidad cumple con su especificación.

4. Pruebas del sistema. Los programas o las unidades de programa se integran y prueban como un sistema completo para asegurar que se cubren las necesidades del software. Una vez realizadas las pruebas e integraciones del sistema, este se envía al cliente o usuario.

5. **Operación y mantenimiento.** Esta fase además de ser de importancia primordial, suele ser la más larga del ciclo de vida. Es cuando se instala el sistema y se pone en operación práctica. El mantenimiento implica la corrección de errores que no fueron detectados, durante las pruebas del sistema, ni en otras etapas del ciclo de vida, así como mejorar la aplicación de las unidades del sistema y aumentar los servicios de éste a medida que se perciben nuevas necesidades.

La utilidad de diferenciar las fases del ciclo de vida del software es meramente para fines administrativos, pero en la práctica, las etapas de desarrollo se superponen y proporcionan informaciones unas a otras. Gráfico 2.2.1.

La fase final del ciclo de vida se ha dejado a propósito fuera del Gráfico 2.2.1, pues durante esta fase, la información es retroalimentada a todas las fases previas del ciclo. Por tanto, para incluir la operación y mantenimiento, el Gráfico 2.2.1, debe modificarse como se muestra en el Gráfico 2.2.2.

La fase de operación y mantenimiento no continúa, después de la fase de prueba, ya que en el sistema, el mantenimiento y la operación pueden originar cambios en las necesidades, el diseño o la aplicación; o puede indicar la necesidad de pruebas adicionales al sistema.

La fase de pruebas del ciclo de vida del software, representa la etapa de confirmación definitiva en el ciclo de desarrollo. Es en donde el sistema completo de software se integra y prueba y donde el que desarrolla el sistema, convence al cliente o usuario de que el sistema satisface todas las necesidades y expectativas planteadas con anterioridad. Sin embargo, las actividades que cubren las primeras etapas del ciclo de vida del software son la verificación y confirmación. Con estas actividades se identifica la información que se va a retroalimentar en las primeras fases del ciclo de vida.

Según Boehm (1981), verificación y confirmación se diferencian con las siguientes preguntas:

Verificación: ¿ Se está construyendo correctamente el producto ?.

Confirmación : ¿ Se está construyendo el producto correcto ?.

GRAFICO 2.2.1.

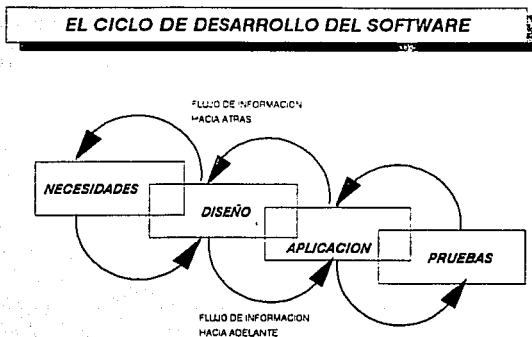
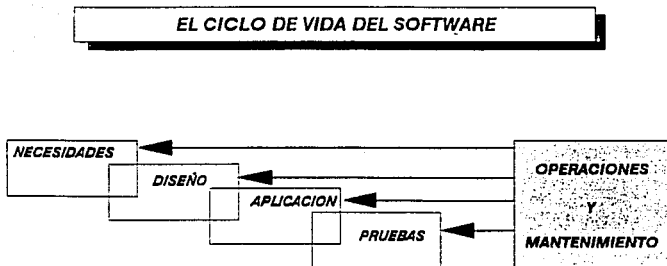


GRAFICO 2.2.2.



La verificación revisa si el producto a desarrollarse cumple con la definición de todas las necesidades. La confirmación, revisa si las funciones del producto son las que en realidad desea el usuario.

Boehm, también señala que los costos de desarrollo del sistema son mayores al principio y al final del ciclo de desarrollo. Esto indica que una reducción en los costos totales de desarrollo de software se logra mejor mediante un diseño más efectivo del software y una verificación y confirmación más eficaces del ciclo de vida. Esto conducirá a una reducción final de los costos de las pruebas.

Para los grandes sistemas de software de larga vida, los costos de mantenimiento suelen superar a los costos de desarrollo. La mayor parte de los costos de mantenimiento del software no se generan de errores del sistema, sino en los cambios en las necesidades. Por tanto, si se quiere reducir los costos de mantenimiento y, en consecuencia, los costos totales del ciclo de vida deberá establecerse una expresión más exacta de las necesidades reales del usuario. Debido a esto, se han generado nuevas propuestas para analizar sistemas: McCracken, Jackson y Gladden en 1982, proponen modelos del ciclo de vida más evolutivos de desarrollo del software.

Este modelo evolutivo se basa en la idea de que al usuario se le debe de presentar, lo antes posible, un prototipo del sistema para experimentación. Este prototipo debe de construirse de tal forma que se pueda volver a aplicar con facilidad. Una vez construido el prototipo, el usuario experimenta con él y retroalimenta información a los constructores del sistema. Después, nuevamente se modifica el prototipo para reflejar las necesidades modificadas del usuario. El proceso de evolución del prototipo continúa hasta que el usuario queda satisfecho con el sistema que recibe.

Lehman (1984) propuso otro punto de vista sobre el ciclo de vida del software. Considera al proceso también como un modelo evolutivo, pero en su modelo un concepto de aplicación se transforma de modo paulatino en una especificación formal del software. Esto conlleva a la reducción de la cantidad de la información bruta en cada etapa de la transformación, proceso que él denomina "abstracción". Establecida la especificación, se añade la información (a esto le llama "materialización") y el sistema abstracto se transforma, mediante un conjunto de notaciones formales, en un programa operacional.

La adopción de un enfoque evolutivo para desarrollar algunos tipos de sistemas, puede resultar en la construcción de sistemas que cubran mejor las necesidades del usuario. Esto es más probable cuando la aplicación que se está desarrollando es nueva y no tiene un análogo automatizado. En tales casos, la formulación de las necesidades es, en verdad, muy difícil.

Para sistemas que se basan en otros ya existentes, con manuales y razonablemente bien comprendidos, es poco probable que el enfoque evolutivo sea rentable. En estos casos una mejor solución global podría ser una mezcla de enfoques, con un análisis de administración del riesgo que controle el enfoque adoptado para subsistemas específicos.

Evolución del software.

Los grandes sistemas de software no son objetos estáticos, sino son objetos dinámicos ya que se generan y viven en ambientes sujetos a cambios constantes. Cuando el ambiente cambia o se comprende mejor el sistema de software tendrá que adaptarse a éstos cambios o irá perdiendo utilidad, hasta que muera y sea desechado. Este proceso de cambio recibe el nombre de "evolución del software".

Mantenimiento.

Se utiliza el termino mantenimiento para referirse a los cambios que se tendrán que hacer a los programas de cómputo, después de que han sido diseñados para el usuario o cliente.

El mantenimiento, es un tema de vital importancia en la evolución del software, es por eso que ahora nos referimos en particular a este tema. Algunas características del mantenimiento son:

- Corrige errores y defectos de diseño.
- Mejora el diseño.

- Convierte sistemas de software, que por cualquier razón deban evolucionar por los diferentes tipos de hardware, configuraciones, facilidades de telecomunicación y de otros software.
- Facilita las interfaces entre programas y por lo tanto entre sistemas.
- Realiza cambios en archivos o en bases de datos.
- Ejecuta cambios necesarios en las aplicaciones.

Los programas de mantenimiento de software son diferentes al mantenimiento de hardware. Este último consiste en reemplazar componentes deteriorados y corregir defectos físicos del computador, engrasar y lubricar partes mecánicas y en general, tener la máquina en buen estado de uso.

El mantenimiento del software es el proceso de corregir errores en el sistema y de modificarlo para que refleje los cambios del ambiente.

En los sistemas grandes el mantenimiento se realiza mediante una serie de versiones del sistema. Cada versión se corrige y se eliminan los errores conocidos incorporándose posibilidades nuevas o actualizadas del sistema.

Lehman propone que la evolución de un sistema de software esta sujeta a varias leyes. Este estudio se basa en observaciones experimentales de varios sistemas. Leyes de la evolución de los programas :

1. Cambio continuo. Debido a los cambios del mundo real el ambiente de un programa debe cambiar o desaparecerá.
2. Complejidad creciente. Un programa en evolución al cambiar, su estructura se hace más compleja, a menos que se lleven al cabo esfuerzos activos para evitar este fenómeno.
3. Evolución del programa. Este es un proceso autorregulador, también una medición de atributos del sistema, revela las tendencias y estadísticas significativas y las características invariantes.

4. Conservación de la estabilidad organizativa. Durante el tiempo de vida de un programa, su rapidez de desarrollo es casi constante e independiente de los recursos dedicados al desarrollo del sistema.

5. Conservación de la familiaridad. Durante el tiempo de vida de un sistema la evolución del cambio del sistema en cada versión es, aproximadamente, constante.

El razonamiento subyacente en la primera ley de Lehman es que cuando un sistema de software (sobretudo uno grande) se construye para modelar algún ambiente y después se introduce en él, modificándose así el ambiente original con la presencia del sistema de software. Así pues, los usuarios cambian su comportamiento a medida que se familiarizan con el sistema y redefinen lo que esperan de él. El sistema debe entonces ser modificado y reintroducido en el ambiente, después de lo cual se reinicia el proceso.

La segunda ley muestra el hecho de que la estructura del programa original se estableció para aplicarse a un conjunto de necesidades iniciales. Cuando se produce el cambio evolutivo de esas necesidades, la estructura original se degrada. Con la reestructuración parcial o total del sistema se reduce la complejidad estructural. Esto con la finalidad de reflejar las necesidades en un solo punto del tiempo.

La inercia inherente a las organizaciones humanas que participan en el proceso y desarrollo del software son bases para que Lehman desarrolle su tercera, cuarta y quinta ley, ya que éstas no son características intrínsecas del software. Lehman afirma que las organizaciones se esfuerzan por lograr la estabilidad e intentan evitar cambios drásticos o repentinos. Por lo anterior, cuantos más recursos se añadan a un proyecto de software, el efecto evolutivo de la adición de nuevos recursos se reduce hasta que esta adición ya no produce ningún efecto. En ese momento, el proyecto ha alcanzado la saturación de recursos.

Las tres últimas leyes reflejan el efecto del comportamiento individual y de organización de los sistemas de software. El hecho de que el trabajo de Lehman se haya realizado con la ayuda de una organización muy grande y próspera la cual afortunadamente puede añadir recursos a un proyecto de forma casi ilimitada, muestra la profundidad de abstracción del autor en la formulación de sus últimas tres leyes.

El valor casi universal de las dos primeras leyes de Lehman funcionan en organizaciones pequeñas menos formales y sensibles pero pueden no funcionar sus últimas tres leyes.

Los efectos de la organización en el software pueden ser no universales en todas las organizaciones.

Las implicaciones en la administración del ciclo del software, que tienen estas cinco leyes de Lehman, son:

En primer lugar, es claro que los costos de mantenimiento del software nunca pueden eliminarse, lo más que se puede lograr es adoptar técnicas que permitan la fácil incorporación de los cambios y que retarden el deterioro del sistema.

En segundo lugar, la administración no debe planear modificaciones muy grandes en un sólo incremento. Por el contrario, es mejor incluir las modificaciones en pequeños incrementos lo cual puede implicar una elaboración más frecuente de nuevas versiones del sistema. Algunas de estas versiones deben de dedicarse exclusivamente a la eliminación de errores, sin intentar introducir elementos mejorados u óptimos en estos sistemas.

Por último, las leyes implican que la manera más rentable de desarrollar un software es utilizar la menor cantidad de gente posible en cada grupo del proyecto. Cuanta más gente trabaje, menos productivo será cada miembro del proyecto.

2.3 El Enfoque de Calidad Total.

Introducción.

Para iniciar un estudio formal sobre "Calidad Total", tendremos que revisar algunos conceptos, ya que muchas veces es confundido este término con otros. Por ejemplo Control de Calidad, Calidad en sí, Control Estadístico de la Calidad, etc. Si bien es cierto que todos estos se relacionan, será tarea de este trabajo buscarle su lugar a cada uno y relacionarlos con mayor claridad al concepto final, que además así se logró en la realidad, de Control de Calidad a Calidad total. También se explicará el desarrollo histórico de esta filosofía.

A continuación se presentan las definiciones de algunos términos importantes para el tema, según el Diccionario y la Enciclopedia.

Control. (del fr. *contrôle*). m. Acción y efecto de controlar.; Comprobación, contraste, examen, inspección, verificación.; Autoridad, gobierno, dominio, dirección, mando.; Procedimiento por el cual se fijan o modifican a voluntad las condiciones de funcionamiento de un aparato.

Calidad. (del lat. *qualitas, ātis*). f. Conjunto de cualidades que constituye la manera de ser de una persona o cosa.; Carácter, genio, índole.; Condición o requisito que se determina o se pone en un contrato.; Estado de una persona, su naturaleza, su edad, y demás condiciones que se requieren para un cargo o dignidad.; Nobleza y lustre de la sangre.; fig. Importancia o gravedad de una cosa.

Total. (del lat. *totus, todo*). adj. General, que lo comprende todo en su especie.; m. Alg. y Arit. Suma (cantidad equivalente a dos o más homogéneas).; adv. En suma, en resumen.

Estas tres definiciones, puestas en ese orden, tienen la finalidad de formar el término de "Control de Calidad Total" y que he utilizado por facilidad de términos como Calidad Total. Sin embargo algunos autores lo denominan como "Control de Calidad Estadístico", "Control de Calidad Moderno", "Garantía de Calidad" (Kaoru Ishikawa), "Gestión para la Calidad" (Juran), etcétera.

Ahora se continuará con una breve historia de esta filosofía, para explicar su significado como tal y posteriormente entrar en materia de análisis. Es importante contar con un marco histórico de ésta para poder así entender mejor sus implicaciones, propuestas y bondades.

Breve historia del control de calidad total.

Las necesidades humanas de calidad han existido desde el alba de la historia. Sin embargo, los medios para satisfacer esas necesidades (de calidad), han sufrido unos cambios amplios y continuos (Juran 1977).

Antes del siglo XX, la gestión para la calidad se basaba en unos principios antiguos:

1. Inspección del producto por los consumidores, que todavía se utiliza mucho en los mercados actuales de los pueblos.
2. El concepto de artesanía, según el cual los compradores confían en la habilidad y reputación de artesanos formados y experimentados. Algunos artesanos adquieren una reputación que se extiende más allá de los límites de su pueblo, se les considera como un tesoro nacional.

Al expandirse el comercio más allá de los límites del pueblo, y con el desarrollo de la tecnología, se inventaron nuevos conceptos y herramientas para ayudar en la gestión para la calidad:

1. Especificaciones por muestra.
2. Garantías de calidad en los contratos de venta.

En las grandes ciudades, los artesanos se organizaron en gremios monopolísticos. Estos gremios eran, por lo general, estrictos en el cumplimiento de la calidad del producto. Sus estrategias incluían:

- A. Especificaciones impuestas para los materiales de entrada, procesos y artículos terminados.
- B. Auditorías del comportamiento de los miembros del gremio.

C. Controles de exportación sobre los artículos terminados.

El primer enfoque norteamericano sobre la gestión para la calidad siguió las practicas que prevalecían en los países europeos que habían colonizado la parte norte del continente americano. Los aprendices aprendían un oficio, se cualificaban para llegar a ser artesanos y con el tiempo se podían convertir en maestros de talleres independientes.

La revolución industrial que se originó en Europa creó un sistema de factorías que pronto sobrepasó a los pequeños talleres independientes, haciendo que se quedaran obsoletos. Los artesanos se convirtieron en trabajadores de la factoría y los maestros se convirtieron en capataces. La calidad se gestionaba como antes, por medio de las habilidades de los artesanos, complementadas con la inspección departamental o las auditorías de supervisión. La revolución industrial también aceleró el desarrollo de estrategias nuevas, entre las que estaban:

1. Especificaciones escritas para los materiales, procesos, artículos terminados y ensayos.
2. Mediciones y los correspondientes instrumentos de medida y laboratorios de ensayo.
3. Muchas formas de normalización (Estandarización).

Cuando la revolución industrial se exportó desde Europa a América, los colonizadores volvieron a seguir las prácticas europeas.

El Sistema Taylor y su impacto.

Frederick W. Taylor es considerado como el padre de la administración científica y su método sigue empleándose en la actualidad. El método Taylor es el de la administración por especialistas. Sugiere que los especialistas e ingenieros formulen normas técnicas y laborales y que los trabajadores se limiten a seguir las ordenes y las normas que se les han fijado.

A finales del siglo XIX, los Estados Unidos rompieron bruscamente con la tradición europea, adoptando el sistema Taylor de "gestión científica". La idea central del sistema Taylor era la separación entre la planificación y la ejecución. Esta separación

hizo posible un crecimiento considerable de la productividad. También propinó un duro golpe al concepto de artesanía. Además, el nuevo énfasis puesto en la productividad tuvo un efecto negativo sobre la calidad. Para restablecer el equilibrio, los directores de fábrica adoptaron una estrategia nueva: el departamento central de inspección, encabezado por un inspector jefe. Los diversos inspectores departamentales se transfirieron al nuevo departamento de inspección, por encima de la fuerte oposición de los supervisores de producción.

Las dimensiones extremas de esta estrategia de inspección se pueden ver en la situación que existía en Hawthorne Works de la Western Electric Company a finales de los años 20. Por entonces; Hawthorne era virtualmente la única planta de fabricación dentro de Bell System. En el momento cumbre (alrededor de 1928) tenía cuarenta mil empleados, de los cuales cinco mil doscientos pertenecían al departamento de inspección. Obsérvese que durante esta progresión de los acontecimientos la prioridad dada a la calidad declinó significativamente. Además, la responsabilidad para liderar la función de calidad se hizo ambigua y confusa. En los días de los talleres artesanos el maestro (entonces también el director ejecutivo) participaba personalmente en el proceso de la gestión para la calidad.

Lo que resultó fue una idea mediante la cual la alta dirección se desentendió del proceso de la gestión para la calidad.

Crecimiento del volumen y la complejidad.

El siglo XX ha traído un crecimiento explosivo de los bienes y servicios, tanto en volumen como en complejidad. Han surgido vastas industrias para producir, comercializar y mantener bienes de consumo tales como coches, electrodomésticos y artículos de entretenimiento. Estos bienes son cada vez más complejos y por tanto más exigentes con respecto a la calidad. Los artículos para fines industriales no son menos exigentes.

Las industrias de servicios también han sufrido un crecimiento explosivo en volumen y complejidad. La complejidad es evidente en los enormes sistemas que suministran energía, comunicaciones, transporte y procesado de la información. Estos sistemas son igualmente cada vez más exigentes en cuanto a calidad, específicamente en lo que respecta a la continuidad del servicio, que se basa en el parámetro de fiabilidad.

La mayoría de las estrategias que han surgido para manejar estas fuerzas de volumen y complejidad se pueden agrupar bajo dos nombres genéricos para las especialidades:

1. Ingeniería de calidad. Esta especialidad tiene su origen en la aplicación de los métodos estadísticos para el control de calidad en la fabricación. La mayoría del trabajo teórico pionero se hizo en los años 20 por el departamento de garantía de calidad de los Bell Telephone Laboratories.

Entre los miembros del staff estaban Shewhart, Dodge y Edwards. Gran parte de las aplicaciones pioneras tuvieron lugar (también en los años 20) dentro de Hawthorne Works de la Western Electric Company. Entre los miembros del staff estaba Juran, que se había unido a Hawthorne Works en 1924.

Por aquel entonces, estos trabajos pioneros tuvieron pocas repercusiones sobre la industria o, respecto a eso, en Bell System. Lo que sobrevivió hasta llegar a ser influyente en las décadas posteriores fue el gráfico de control de Shewhart. En los años 80 se llegó a usar ampliamente como elemento principal de lo que se llamó comúnmente el control estadístico del proceso.

2. Ingeniería de fiabilidad. Esta especialidad surgió fundamentalmente en los años 50 como respuesta a los "sistemas complejos". Ha engendrado una bibliografía considerable, relativa a la fiabilidad de los modelos y fórmulas, y a los bancos de datos para cuantificar la fiabilidad.

Incluye conceptos para mejorar la fiabilidad durante el diseño del producto, por ejemplo, cuantificando los factores de seguridad, reduciendo el número de componentes y logrando una calidad a un nivel de partes por millón.

El desarrollo del departamento de calidad.

Estas nuevas especialidades necesitaban un lugar en el organigrama. Las empresas lo resolvieron creando unos departamentos de amplia base que se llamaron de diferente modo, como control de calidad, garantía de calidad, etc. Estos departamentos estaban encabezados por un director de calidad y albergaban actividades orientadas a la calidad: inspección y ensayos, ingeniería de calidad e ingeniería de fiabilidad.

La actividad central de éstos departamentos orientados hacia la calidad siguió siendo la de inspección y ensayo, esto es, la separación del producto bueno del malo. La principal ventaja de esta actividad consistía en reducir el riesgo de que los productos defectuosos fueran remitidos a los clientes. Sin embargo, había serios inconvenientes: esta actividad centralizada del departamento de calidad ayudaba a fomentar la idea, muy extendida, de que el logro de la calidad era responsabilidad únicamente del departamento de calidad. A su vez, esta idea obstaculizaba los esfuerzos por eliminar las causas de los productos defectuosos, las responsabilidades eran confusas. En consecuencia, los productos con tendencia a fallar y los procesos incapaces seguían vigentes y continuaban generando costes elevados de mala calidad.

Lo que surgió de hecho fue una idea de gestión para la calidad parecida a esto: cada departamento funcional ejecutaba la función que tenía asignada y luego pasaba el resultado al siguiente departamento funcional según la secuencia de acontecimientos. Al final, el departamento de calidad separaba el producto bueno del malo. Para el producto defectuoso que se escapaba y llegaba al cliente, se tenía que prever la reparación por medio del servicio al cliente basado en las garantías.

Con las normas de la últimas décadas éste concepto de depender principalmente de la inspección y el ensayo era erróneo. Sin embargo, no era una desventaja si la competencia utilizaba el mismo concepto, y generalmente era esto lo que ocurría. A pesar de las deficiencias intrínsecas de este concepto de "detección", los artículos americanos estaban bien considerados con respecto a calidad. En algunas líneas de productos las empresas americanas eran líderes en calidad. En muchas las empresas americanas eran líderes en productividad, además de que la economía americana propició que ese país se convirtiera en una super potencia.

El control de calidad moderno, o control de calidad estadístico (CCE) como lo conocemos hoy en día, comenzó en los años 30 con la aplicación industrial del cuadro de control ideado por el Dr. W. A. Shewhart, de Bell Laboratories.

La segunda guerra mundial fue el catalizador que permitió aplicar el cuadro de control a diversas industrias en los Estados Unidos, cuando la simple reorganización de los sistemas productivos resultó inadecuada para cumplir las exigencias del estado de guerra y semiguerra. Pero al utilizar el control de calidad, los Estados Unidos pudieron producir artículos militares de bajo

costo y en gran cantidad. Las normas para tiempos de guerra que se publicaron entonces se denominaron Normas Z-1.

La War Production Board, en un intento por mejorar la calidad de la fabricación de los artículos militares, patrocinó muchos cursos sobre las técnicas estadísticas desarrolladas por Bell Systems durante los años 30. Es interesante saber que el Dr. W. E. Deming, que se hizo muy famoso en los años 80 fue uno de los conferencistas en algunos de los cursos de la War Production Board. Muchos de los asistentes se entusiasmaron y se reunieron para organizar la Sociedad Americana para el Control de Calidad (ASQC). Durante sus primeros años, la ASQC se orientó fundamentalmente hacia el CCE y en consecuencia fundamentó el entusiasmo.

Durante la segunda guerra mundial la industria norteamericana tuvo que hacer frente a la carga añadida de producir cantidades enormes de productos militares. Una parte de la gran estrategia durante la segunda guerra mundial fue cortar la producción de muchos productos civiles, tales como coches, electrodomésticos y artículos de diversión. Apareció una carestía masiva de bienes en medio de un elevado crecimiento del poder adquisitivo. Pasó el resto de la década (los años 40) antes de que la oferta alcanzara la demanda. En el interin, las empresas manufactureras dieron máxima prioridad a cumplir las fechas de entrega, de forma que la calidad de los productos se redujo. La calidad siempre se reduce cuando hay carestía. La costumbre de dar máxima prioridad a las fechas de entrega persistió largo tiempo después de desaparecer la carestía.

Inglaterra también desarrolló el control de calidad muy pronto. Había sido hogar de la estadística moderna, cuya aplicación se hizo evidente en la adopción de las Normas Británicas 600 en 1935 basadas en el trabajo estadístico de E. S. Pearson. Más tarde se adoptó la totalidad de las normas Z-1 norteamericanas como Normas

Británicas 1008. Durante los años de la guerra, Inglaterra también formuló y aplicó otras normas.

La Producción norteamericana durante la guerra fue muy satisfactoria en términos cuantitativos, cualitativos y económicos, debido en parte a la introducción del control de calidad estadístico, que también estimuló los avances tecnológicos. Podría llegar a especularse que la segunda guerra mundial la ganaron el control de calidad y la utilización de la

estadística moderna. Ciertos métodos estadísticos investigados y empleados por las potencias aliadas resultaron tan eficaces que estuvieron clasificados como secretos militares hasta la derrota de la Alemania nazi.

La mayoría de las aplicaciones en las empresas se orientaron hacia las herramientas más que a los resultados. Mientras los contratos gubernamentales lo pagaban todo, las empresas no podían perder. Con el tiempo se acabaron los contratos con el gobierno y los programas de CCE se reexaminaron desde el punto de vista de la eficacia del coste. La mayoría no pasaron la prueba, con el resultado de una reducción total.

La revolución japonesa de la calidad y su impacto.

El Japón se había enterado de las primeras Normas Británicas 600 en la preguerra y las había traducido al japonés durante la misma. Algunos académicos japoneses se dedicaron seriamente al estudio de la estadística moderna pero su trabajo se expresaba en un lenguaje matemático difícil de entender y la estadística no logró una acogida popular.

En el campo de la administración el Japón también iba a la zaga, pues utilizaba el mencionado método Taylor en ciertas áreas (el método Taylor exigía que los obreros siguieran especificaciones fijadas por los especialistas y en esa época ese enfoque se consideraba muy moderno). El control de calidad dependía enteramente de la inspección, pero ésta no era cabal para todos los productos. En aquellos días el Japón seguía compitiendo en costos y precios pero no en calidad. Seguía siendo la época de los productos baratos y malos.

Derrotado en la Segunda Guerra Mundial, el Japón quedó en ruinas. Se habían destruido prácticamente todas sus industrias y el país carecía de alimentos, vestido y vivienda. El pueblo se asomaba a la inanición.

Cuando las fuerzas de ocupación norteamericanas desembarcaron en el Japón, tuvieron que afrontar de inmediato un obstáculo grande: las fallas frecuentes en el servicio telefónico. El teléfono japonés no era un medio de comunicación confiable. El problema no se debía únicamente a la guerra que acababa de terminar, sino a la calidad del equipo era desigual y deficiente. Viendo estos

defectos, las fuerzas norteamericanas ordenaron a la industria japonesa de comunicaciones que empezara a aplicar el control de calidad moderno. Además, tomaron medidas para educar a la industria. Este fue el comienzo del control de calidad estadístico en el Japón : mayo de 1946.

Los japoneses se pusieron a aprender cómo otros países gestionaban para llegar a la calidad. Con este fin, los japoneses enviaron equipos a visitar empresas extranjeras, estudiar sus enfoques y tradujeron al japonés una selecta bibliografía extranjera. También invitaron a conferenciantes extranjeros para que visitaran Japón y dirigieran cursos de formación para los directivos.

Después de la Gran Guerra los japoneses se embarcaron en un programa para alcanzar los objetivos nacionales por medio del comercio en lugar de por medios militares. Los fabricantes más importantes, que habían estado muy ocupados en la producción militar, se enfrentaron a la conversión a productos civiles. Un obstáculo primordial para vender estos productos en los mercados internacionales era la reputación de hacer malos productos, ganada por la exportación de artículos de mala calidad antes de la Segunda Guerra Mundial.

La marca NIJ.

Durante ese periodo se estableció el sistema de normas nacionales. En 1945 se creó la Asociación Japonesa de Normas, seguida del Comité de Normas Industriales Japonesas en 1946. La Ley de Normalización Industrial se promulgó en 1949 y la Ley de Normas Agrícolas Japonesas (NAJ) en 1950. Al mismo tiempo, se instituyó el sistema de la marca NIJ con base en la Ley de Normalización Industrial.

El sistema de la marca NIJ dispone que ciertas mercancías puedan llevar la marca NIJ si son producidas por fábricas que se ciñen a las normas NIJ de control de calidad estadístico y garantía de calidad.

El sistema contribuyó a introducir e infundir el control de calidad estadístico en las empresas japonesas. La participación en este sistema fue estrictamente voluntaria y no por orden del gobierno. Cualquier empresa podía pedir que sus productos fueran inspeccionados o no. Si pasaba la inspección, la empresa era libre de colocar o no la marca NIJ.

Grupo de investigación en control de calidad.

En 1946 se formó la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (UCIJ) la cual es una entidad privada constituida por ingenieros y estudiosos. En 1949 la UCIJ estableció su grupo de investigación en control de calidad (GICC) con miembros procedentes de las universidades, las industrias y el gobierno. Su objetivo principal era efectuar investigaciones y difundir información sobre el control de calidad. El GICC realizó su primer curso básico de control de calidad en Septiembre de 1949, utilizando como textos principales las Normas Norteamericanas y Británicas traducidas al japonés. Después de este primer curso Kaoru Ishikawa (Autoridad Mundial en Control de Calidad) comprendió que la física, las matemáticas y la química son universales y aplicables en cualquier parte del mundo pero en el caso del control de calidad, como todo lo relacionado con "control", entran en juego factores humanos y sociales. Por muy buenos que fueran los métodos norteamericanos y británicos, no podían importarse al Japón sin primero modificarlos. Era preciso, pues, crear un método japonés. A partir del segundo curso, los miembros del GICC elaboraron sus propios textos y evitaron las obras traducidas.

El seminario del Dr. Deming.

En 1950 la UCIJ realizó un seminario cuyo conferencista fue el Dr. W. Edwards Deming de los Estados Unidos. Fue un seminario sobre el control de calidad estadístico para gerentes e ingenieros y su duración fue de 8 días.

El Dr. Deming, experto reconocido en el campo del muestreo es la persona que introdujo el control de calidad en el Japón.

La visita del Dr. J. M. Juran.

La UCIJ invitó al Dr. Juran a dictar seminarios para gerentes altos y medios en lo referente a la promoción del control de calidad en 1954. Esto debido a su reconocida y demostrada fama mundial en el control estadístico de la calidad. Esta visita marcó una transición en las actividades de control de calidad en el Japón. Si antes se habían ocupado principalmente de la tecnología en la planta ahora se convirtieron en una inquietud global de toda la gerencia. El control de calidad estadístico

impulsado principalmente por ingenieros tiene un límite. La visita del Dr. Juran creó un ambiente en que se reconoció el control de calidad como un instrumento de la gerencia. Así se abrieron las puertas para el establecimiento del control total de calidad tal como lo conocemos hoy.

Importancia del control de calidad.

El control de calidad o garantía de calidad (Ishikawa) se inició con la idea de hacer hincapié en la inspección. Para no despachar productos defectuosos, la inspección debe de estar bien hecha (esta sigue siendo la práctica predominante en los Estados Unidos y en Europa Occidental). Ishikawa abandonó este enfoque poco después de trabajar en control de calidad en el Japón en la posguerra. Si se produce artículos defectuosos en diversas etapas del proceso fabril, no bastara la inspección estricta para eliminarlos. Si en vez de acudir a la inspección dejamos de producir artículos defectuosos desde el comienzo, en otras palabras, si controlamos los factores del proceso que ocasionan productos defectuosos, ahorraremos mucho dinero que de otra manera se gastaría en inspección.

Para aplicar desde el comienzo la garantía de calidad en la etapa de desarrollo de un producto nuevo, será preciso que todas las divisiones de la empresa y todos sus empleados participen en el control de calidad.

Círculos de control de calidad.

En la fabricación de productos de alta calidad con garantía plena de calidad, no hay que olvidar el papel de los trabajadores. Los trabajadores son los que producen, y si ellos y sus supervisores no lo hacen bien, el control de calidad no podrá progresar.

En este sentido, la educación de los trabajadores en materia de círculo de calidad es sumamente importante, si bien en los años 50 esa educación se consideraba prácticamente imposible.

No era difícil educar a los ingenieros y empleados directivos mediante seminarios y conferencias, pero resultaba imposible manejar el gran número de supervisores y dirigentes del grupo.

Además, éstos estaban dispersos por todo Japón. No era fácil empezar a educarlos.

El problema se resolvió utilizando los medios de comunicación masiva: en 1956 se empezó un curso de control de calidad por correspondencia para supervisores, valiéndose de la radiodifusora japonesa de Onda Corta.

Ishikawa, en la revista Gemba-to-CC de Abril de 1962, sostuvo que las actividades de control de calidad debían efectuarse bajo el nombre del Círculo de Control de Calidad, por dos motivos :

Primero, la mayoría de los supervisores no estaban acostumbrados a estudiar. Aunque se creara una revista especial para ellos, no se tenía ninguna garantía de que la leyeran. Sólo si se lograba que estudiaran por su propia cuenta, al menos estarían motivados para ayudarse y estimularse mutuamente. La solución era formar grupos que leyeran la revista de manera rotatoria, asegurando la continuidad. (Quienes no conocen las actividades de Control de Calidad piensan que estos grupos son organizados principalmente para mejorar las condiciones de trabajo. Esto es un error. Los grupos se organizan con el fin de estudiar; y estudian para no repetir errores).

Segundo, la lectura sola no le haría mucho bien al Control de Calidad. Todo lo estudiado debía ponerse en práctica en el lugar de trabajo de cada persona. Los métodos estadísticos que las personas aprenderían estudiando la revista tendrían que aplicarse en la situación laboral. Había que estimular a las personas para que resolvieran los problemas surgidos en el lugar de trabajo, tanto por su cuenta como con ayuda de otros. Por esta razón, eran mucho más aconsejables las actividades de grupo.

Ishikawa hizo hincapié en lo siguiente :

1. El voluntarismo. Los círculos han de crearse voluntariamente, no por Órdenes superiores. Comenzar las actividades de los círculos con aquellas personas que deseen participar.
2. Autodesarrollo. Los miembros del círculo deben estar dispuestos a estudiar.
3. Desarrollo mutuo. Los miembros del círculo deben aspirar a ampliar sus horizontes y a cooperar con otros círculos.

4. A la larga, participación total. Los círculos deben fijar como meta final la participación plena de todos los empleados del lugar.

A fin de abrir nuevas oportunidades para el desarrollo mutuo, se organizó en 1962 la Conferencia Anual de Control de Calidad para Supervisores, y al año siguiente se formó la Conferencia de Círculos de Control de Calidad.

Aplicación práctica de la calidad total: la experiencia japonesa.

Si el objetivo de una empresa, es ser más competitivos, tanto en el mercado nacional como en el internacional, por las ventajas y beneficios que esto conlleva, es más importante analizar el desarrollo de una experiencia exitosa como referencia, que exclusivamente entender sus estrategias y resultados actuales.

Mientras que la industria americana prácticamente barrió al mundo con su producción en masa y la categorización del trabajo, durante la primera mitad de este siglo, la industria japonesa está ahora conquistando al mundo con su calidad y precio en esta segunda parte del siglo XX.

Los hombres de negocios occidentales se preguntan ¿Qué ha ocurrido? y especulan que la diferencia estriba en la Cultura Japonesa o en la instalación de modernas fábricas, como las de acero y electrónicas. pero esa no es la diferencia, ésta se debe a la infraestructura que han creado para el control y mejora de la calidad. Lo irónico del asunto, es que fue un occidental, el norteamericano W. Edwards Deming, quien dio los principios básicos de este enfoque administrativo a los japoneses.

- Antes de 1945.

Debido a la ausencia de recursos materiales, los productos japoneses eran meras baratijas. Exportaban principalmente textiles y juguetes. En esos días las técnicas de administración de empresas y de control de calidad eran escasas (comentándose que esto fue una causa principal de la derrota del Japón en la Segunda Guerra Mundial). Eran los días donde el costo y el precio tenían prioridad sobre la calidad en el mercado competitivo.

A partir de 1930 se inicia la aplicación, aunque en pequeña escala, del control estadístico de la calidad.

- De 1945 a 1950.

Después de la Segunda Guerra Mundial, en 1946, se funda la Unión de Ingenieros y Científicos Japoneses, ahora conocida mundialmente como "JUSE", para contribuir a la reconstrucción y transformación de su industria. Y es dentro de este organismo no gubernamental, que en 1949, se crea un grupo investigador en control de calidad, destacando dentro de sus miembros el Dr. y Profesor Kaoru Ishikawa. La misión de este grupo era la de introducir técnicas para constituir un sistema para el mejoramiento del control de calidad en la producción de Japón.

Debido a los pocos estudios de control de calidad en Japón, se estudiaron textos de E.U.A. e Inglaterra; de estos estudios concluyeron que los sistemas de control de calidad en estos países descansaban principalmente en aspectos humanos: Desconfianza del trabajador, ésta sólo ejecutaba el trabajo, se explotaba exclusivamente su habilidad como mano de obra (Sistema Taylor) y otros pocos controlaban la calidad vía inspección. Por tanto concluyeron que el sistema de control de calidad a implantar en Japón debía ser diferente. Que el control de calidad debía ser ejecutado por todos, que el hombre puede ser responsable de la calidad de su trabajo; ésta decisión tal vez fue influenciada por el precepto de Buda, de que el hombre es bueno por naturaleza (esta fue la respuesta de unos expertos norteamericanos a este precepto, en el congreso Internacional de círculos de calidad a la luz de las ciencias del comportamiento humano de Seúl Corea, 1982).

En consecuencia iniciaron un esfuerzo educativo para difundir las disciplinas y técnicas de la calidad.

En 1950, el Dr. W. E. Deming, estadístico norteamericano, es invitado a dar un seminario de ocho días, sobre control estadístico de calidad para ingenieros, incluyendo un seminario de un día para altos industriales. Los miembros del grupo investigador en control de calidad (G.I.C.C.), sentados junto con el Dr. Deming, explicaban los conceptos vertidos por él, no como meros traductores sino para aclarar a la audiencia dichos conceptos. El ímpetu mostrado por Deming, encendió gran interés y en conmemoración a él se instituyó en 1951, el Premio Deming, que hasta la fecha es el de mayor prestigio que se otorga a las empresas japonesas que demuestran mayores avances en el control y mejora de la calidad en sus empresas.

- De 1951 a 1955.

Se inicia la era de la calidad en Japón, a partir de 1950 había muchas fábricas utilizando técnicas y métodos estadísticos para el control de la calidad, o sea un sistema de control estadístico de la calidad (CEC). La introducción de este nuevo sistema implicó algunos problemas y obstáculos :

1. El administrador presumía que para manejar su empresa era mejor y suficiente basarse en su experiencia e intuición, por tanto, hacía a un lado los métodos estadísticos.
2. Muchos se oponían al establecimiento de estándares en los insumos, en las operaciones del proceso y en la inspección; que no hacían falta para el funcionamiento de la compañía.
3. Había muy pocas áreas de trabajo donde se obtenían datos con el propósito de controlar estadísticamente el proceso.
4. Había incidentes que actualmente ya no suceden, cuando se instalaban nuevos instrumentos de medición y registros automáticos, los trabajadores los "destruían" por que los mal interpretaban como "espías".
5. Los métodos de muestreo eran deficientes, se reducían o cambiaban sin evidencia estadística, el gerente de la empresa prácticamente ni los conocía. Por ejemplo, el muestreo al azar era seleccionar artículos por intuición, en vez de utilizar números al azar para definir que artículos seleccionar.

La situación cambió cuando se probó que los métodos estadísticos eran efectivos, que estos jugaban un papel muy importante. En un principio los ejecutivos y empleados veían el control de calidad como algo esotérico y hacían a un lado los Métodos Estadísticos porque les obligaban a aprender métodos poco útiles y sofisticados para su trabajo.

El premio Deming fue el mecanismo que motivó a las empresas para la introducción del control estadístico de calidad, inclusive contribuyó a eliminar el problema del control de calidad por "mero formalismo" (o sea que no funciona) lo cual sucede cuando el C.C. es sólo ordenado por las autoridades de la empresa.

En 1951, se organizó por primera vez la convención anual nacional de control de calidad por la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (JUSE), organización privada no lucrativa. Esta

convención hasta la fecha ha contribuido en gran forma al desarrollo y promoción del control y mejora de la calidad en Japón.

En el mismo año se desarrolló el diagrama de causa y efecto (diagrama de Ishikawa), que facilitó la identificación y análisis de las causas de las que depende el control y mejoramiento de la calidad. Este diagrama se emplea con bastante éxito en todas las áreas de trabajo japonesas; su construcción es un trabajo de grupo.

En 1953 se establecen nuevas formas de reconocimiento para el sistema de acreditación a la Marca JIS (Ley Estándar Industrial Japonesa, iniciada en 1949); esta marca es otorgada por el Gobierno a aquellas empresas cuyos productos son elaborados bajo un sistema de control estadístico de calidad y no es compulsoria, la empresa la solicita voluntariamente. El reconocimiento incluía un premio del Ministerio de Comercio Internacional y de la Agencia Industrial de Ciencia y Tecnología, lo cual contribuyó a vigorizar el movimiento de control de calidad en Japón.

En 1954 el Dr. J. M. Juran de E.U.A. fue invitado para dar un seminario de Alta Administración, él habló para los empresarios y directores, de la importancia de la función de ellos mismos, en la administración de la calidad. Estos altos personajes japoneses no escuchaban (en ese tiempo) a los jóvenes miembros del grupo investigador de control de calidad, del cual era presidente el Dr. K. Ishikawa, pero eran receptivos a explicaciones de extranjeros.

El Dr. Juran tuvo un gran éxito en inculcar la importancia de la participación de la dirección en el control de calidad. Esto generó el primer principio de control de calidad :

El control de calidad debe ser política de la dirección.

Lo anterior fue la palanca para que el Dr. Ishikawa lanzara el concepto de control de calidad en todas las actividades de la empresa (C.C.A.E.), el cual se desarrolla en el siguiente período.

- Etapa de transición de estadística a C.C.A.E.

De 1956 a 1960 la calidad de los productos en Japón no se mejora significativamente, aunque sus exportaciones aumentan. La causa encontrada fue que el control de calidad ejecutado solamente por la dirección de la empresa e ingenieros no es suficiente. Es necesario involucrar a los supervisores y obreros (a esa fecha el esfuerzo a ese nivel era más que todo exhortaciones), por tanto se inicia en 1960 un esfuerzo educativo importante. Capacitación en control y mejoramiento de calidad y herramientas estadísticas a nivel supervisor de línea y obreros, escribiendo libros para ser estudiados a ese nivel.

En 1960 se institucionaliza el mes de la calidad en Japón y desde entonces cada noviembre se aprovecha para promover actividades de control de calidad en todo el país. Este evento relevante es coordinado por un Comité independiente del Gobierno (sólo China a partir de 1978 en el mes de septiembre y E.U.A. a partir de 1984 en el mes de Octubre tiene un evento semejante), se utiliza un logo y bandera "Q" (Quality) como símbolo de control de calidad, así como un slogan predefinido en concurso público; este slogan cambia cada año.

Es también en el año de 1960, cuando Ishikawa establece los "Diez principios de control de calidad para la relación Comprador - Vendedor", la razón era contribuir a mejorar el aseguramiento de la calidad de los productos terminados dada la dependencia y costo incurrido por el fabricante en insumos (materia prima, partes, etc.), hasta la fecha estos principios han sido aplicados extensamente para racionalizar esta relación de la empresa con sus proveedores externos.

En 1961 se intensifica a todo el país la educación en control de calidad a supervisores y obreros, por medio de programas de 15 a 30 minutos en radio y televisión. En abril de 1962 un hecho notable surgió: Nace el concepto de trabajo "Círculos de Calidad", que es el mecanismo organizado para la participación de obreros en el mejoramiento y control de la calidad aplicando estos principalmente Herramientas Estadísticas sencillas.

- El camino del Japón hacia la calidad.

A partir de 1962, después de ampliar la capacitación a la Administración media en Ingeniería Industrial, Computación, Estadística Avanzada y otras disciplinas administrativas, el Dr. Ishikawa enfatiza en la capacitación a supervisores, para lo cual edita una revista para ese nivel titulada "Gemba to QC" (el control de calidad y el área de trabajo), esta revista cambió de nombre en 1973 por "FOC" (control de calidad para supervisores) y es única en su género en el mundo.

Ishikawa proponía a los lectores, formar grupos para estudiar la revista y poner en práctica el aprendizaje para mejorar el control de la calidad, así mismo, que se involucrara también a los obreros de las fábricas. Es de esta forma, que surgen los llamados "círculos de control de calidad", ahora difundidos por todo el mundo como Círculos de Calidad.

Los propósitos por los cuales se formaron círculos de calidad fueron los siguientes:

1. Los Supervisores en general, cualquiera que fuera su actividad, no tenían hábitos de estudio y se temía que inclusive no leyeran la revista, aunque se les regalara, por tanto se sugería formar un pequeño grupo para leerla en turnos.

2. No tenía sentido aprender nuevos conocimientos, de los libros de estudio, si estos no eran aplicados a la práctica. Por esta razón se sugería que cada círculo encontrara sus problemas operativos y los resolviera científicamente, aplicando las técnicas estadísticas de control de calidad aprendidas.

De acuerdo a los propósitos arriba mencionados, se pedía entonces: 1) Formar los círculos de calidad voluntariamente, no por orden superior. 2) Que existiera un propósito de autodesarrollo en el estudio del control de calidad, involucrando a todos los miembros del área de trabajo. 3) Intercambio de experiencias de las actividades de cada círculo, con el objeto de ampliar y promover el desarrollo mutuo.

En 1962, se inició la convención anual de control de calidad para supervisores y en 1963, la conferencia de círculos de calidad, todo esto con la finalidad de mejorar el desarrollo de los supervisores.

El movimiento de círculos de calidad en un principio fue lento, pero tomó fuerza con los años, llegando a constituirse como una forma de vida en el trabajo. En 1963 se creó el cuartel general de círculos de calidad en JUSE, con el propósito de vigorizar continuamente este movimiento. De acuerdo a su experiencia, la mayor razón del fracaso de un círculo de calidad es pedir coercitivamente a los trabajadores que lo formen o prometerles dinero por sus actividades y logros; en cambio su éxito depende si se enfatiza en su formación voluntaria, actividades democráticas y no apresurar su operación. También de acuerdo a la experiencia mostrada, toma tiempo crear el hábito por la mejora de la calidad y desarrollar una cultura de calidad.

Ya para 1980, se tenían registrados en el cuartel general, a más de 10 millones de trabajadores realizando actividades de círculos de calidad.

A partir de 1965, las grandes compañías inician la promoción y asesoría del control de calidad a sus compañías proveedoras o contratistas (generalmente pequeñas empresas) respetándose el principio de voluntariedad.

De 1960 a 1970, los productos japoneses fueron ganando popularidad en los mercados internacionales, sin embargo había algunos hombres de negocios mal orientados que exportaban sus productos de mala calidad aprovechándose de la reputación de los buenos productos de otras compañías. Por lo que la ley de inspección para productos de exportación japonesa, fue reforzada por el Gobierno.

En este mismo período el Gobierno inició un plan a largo plazo para incrementar la liberalización del comercio hasta un 88%, algunos hombres de negocios se opusieron fuertemente y preferían medidas proteccionistas, pero el criterio de que el control y mejora de la calidad es la palanca para la liberalización del comercio apagó estas inconformidades.

Durante este período se inicia la incorporación del uso de computadores, tanto para el análisis y control de los procesos, como para la aplicación de la herramienta Estadística en sus métodos sencillos, por todo el personal de las empresas, así como algunos métodos más sofisticados, utilizados por especialistas en la materia.

- Etapa de consolidación.

De 1970 a 1980, el control y mejora de la calidad es una forma de administrar una empresa en la mayoría de las compañías, grandes y pequeñas, manufactureras y de servicio que involucra a todo el personal. su filosofía impulsa a iniciar la era de la automatización, orientándola principalmente a aquellas operaciones rutinarias y repetitivas que no requerían la inteligencia del hombre.

La infraestructura alcanzada les permite liderar el comercio internacional en diversos campos e inclusive solventar con mayor éxito los efectos de crisis económicas internacionales, como la devaluación del yen en 1971 y la del petróleo en 1973, creando una confianza en toda su industria para enfrentar dificultades futuras.

Para este período se contaba con más de 35 millones de gente productiva, entrenados y aplicando las técnicas estadísticas y administrativas para el control y mejora de la calidad.

A finales de los años setentas JUSE y otros organismos reciben grupos de profesionistas de países en vías de desarrollo para entrenarlos y transmitirles su experiencia en materia de control y mejora de la calidad en todas las actividades de cualquier Organización.

Para el Japón, el control y mejora de la calidad, en sus organizaciones, es una realidad. Su economía y nivel de vida, son de las mejores del mundo. Se ha mejorado la constitución de sus empresas, dándoles no sólo mejores resultados de negocio, sino también permitiéndoles contribuir de una manera correcta a la paz mundial.

El control de calidad.

Ahora considero oportuno establecer las definiciones que con respecto a la calidad, los autores importantes de este tema desarrollaron.

Para el Dr. Deming, calidad es "Satisfacer los requerimientos o necesidades. Esta satisfacción de necesidades se orienta hacia el consumidor/cliente final de cualquier producto o servicio realizado por la organización. Y va más allá: internamente comprende calidad gerencial, calidad en el comportamiento y calidad en el trabajo realizado".⁶

Según Juran, la calidad es adecuación al uso. Esta definición proporciona una etiqueta breve y comprensible, pero no proporciona la profundidad que necesitan los directores para elegir líneas de acción.⁷

La definición de control de calidad, Para Ishikawa, es la siguiente: "Practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor".

Las Normas Industriales Japonesas (NIJ) definen así el control de calidad: "Un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acordes con los requisitos de los consumidores. El control de calidad moderno utiliza métodos estadísticos y suele llamarse control de calidad estadístico".

Para Patrick Lyonnet, la calidad total "Es la satisfacción de las necesidades o del servicio apreciada por el cliente o el usuario".⁸

6 Velasco, Antígona, "Organización y Sistemas", IMAS/UNAM, Ciudad Universitaria, México D.F., 1991.

7 Juran, Joseph M., "Juran y el Liderazgo para la Calidad", Ediciones Díaz de Santos, S.A., Madrid, 1990.

8 Ishikawa, Kaoru, "What is Total Quality Control? The Japanese Way", Prentice-Hall, Inc., 1985.

Lyonnet, Patrick, "Los métodos de la Calidad Total", Ediciones Díaz de Santos, S.A., Madrid, 1989.

W. J. Latzko dice que "El control de calidad consiste en establecer si la calidad de la producción está de acuerdo con la calidad de diseño. Es decir si el trabajo se realiza cumpliendo las especificaciones del consumidor".¹⁰

Philip B. Crosby en su libro "La Calidad No Cuesta" dice que asegurar la calidad significa: "Hacer que la gente haga mejor todas las cosas importantes que de cualquier forma tiene que hacer"¹¹; no es una mala definición y cuando se refiere a "gente" este término incluye tanto a la alta dirección como a los niveles más bajos de la organización.

Opiniones y planes de autores relevantes para mejorar la calidad.

- Deming y la calidad.

"Los catorce puntos de Deming constituyen un plan que la gestión de alto nivel debería aceptar y hacer efectivo si quiere aumentar la productividad, su posición competitiva y seguir en el negocio".¹²

Este plan es distinto de otros que se han hecho con el mismo propósito. El plan de Deming se basa en el control de calidad estadístico de Shewhart. Se basa en décadas de experiencia en una amplia variedad de trabajos, funciones y actividades, tanto en la industria privada como en la estatal mientras actuó como asesor y consejero. Se basa en observaciones analizadas, no en ninguna teoría académica de gestión o de comportamiento humano. El lenguaje no es el de un grupo de dinámica. No se basa en grupos de teorías X, Y o Z. Se basa en la experiencia. Es empírico. Es pragmático. Es ecléctico.¹³

10 William J. Latzko, "Quality Control in Banking, in The 1974 National Operations and Automation Conference Proceedings", (Washington, American Bankers Association), p. 37.

11 P.B. Crosby, "Quality is Free", New York: McGraw-Hill, 1979, Mentor Paperback, 1980.

12 W. Edwards Deming, "Quality, Productivity and Competitive Position", Cambridge, Massachusetts Institute of Technology, Center of Advanced Engineering Study, 1982.

13 A.C. Rosander, "La Búsqueda de la Calidad en los Servicios", Ediciones Díaz de Santos, S.A., Madrid, 1992, p. 306.

Como en cualquier plan, la prueba real viene cuando se intenta poner en práctica y en este caso así de revolucionario tanto en los procesos fabriles, la administración, las industrias de servicios u otras. Su realización supone algo más que convencer algunos empleados de alto nivel de que la mejora de la calidad es una condición necesaria para la mejora y el éxito de sus compañías. No sólo deben de estar todos convencidos de esto en todos los niveles, sino que tienen también que practicar diariamente la mejora de la calidad. A continuación se mencionan los catorce puntos del Dr. Deming los cuales pueden combinarse en siete grupos :

Grupo 1. Propósito y problema.

- Punto 1. Constancia del propósito para mejorar la calidad del producto y del servicio.
- Punto 2. Una nueva filosofía para una nueva era económica.

Grupo 2. Encontrar el problema.

- Punto 5. Encontrar los problemas del sistema para hacer posible un crecimiento constante.

Grupo 3. Relaciones vendedor-comprador. Compra e inspección.

- Punto 3. Acabar con la inspección masiva.
- Punto 4. Seleccionar al vendedor según el precio pero también la calidad.

Grupo 4. Preparación y educación.

- Punto 6. Utilice métodos modernos para la preparación del trabajo (empleados).
- Punto 7. Utilice métodos modernos de supervisión (supervisores y capataces).
- Punto 13. Instituya un programa de educación y reciclaje.

Grupo 5. Problemas psicológicos.

- Punto 8. Haga desaparecer el miedo.
- Punto 9. Rompa las barreras interdepartamentales.

- Punto 12. Impulse el orgullo de los trabajadores por el trabajo.

Grupo 6. Metas numéricas.

- Punto 10. Elimine las metas numéricas y los eslóganes.

- Punto 11. Elimine los estándares de trabajo con cuotas numéricas.

Grupo 7. Continuidad.

- Punto 14. Impulse todos los días los trece puntos anteriores.

Estos catorce puntos son responsabilidad de la dirección de alto nivel por que sólo ellos pueden proporcionar el liderazgo, aprobación y apoyo necesario para promover y hacer posible la calidad en productos y servicios en toda la compañía o agencia.

La propuesta de Deming en una empresa de servicios.

Una vez mencionados estos importantes catorce puntos del Dr. Deming, en relación a la búsqueda de la calidad total, se tratará de conectarlos desde el punto de vista de una empresa de servicios, tratando además de relacionarlos con el objetivo que tiene una área de servicios bancarios de informática, que es justamente nuestro caso.

Punto 1. Crear constancia en el propósito de mejorar. Los fabricantes que se tienen que enfrentar a una fuerte competencia extranjera entienden la necesidad de fabricar productos de mejor calidad. Esto no ocurre así con las compañías de servicios, por ejemplo un banco, siendo lo mismo el servicio de desarrollo y mantenimiento de sistemas en la misma institución. Su competencia es nacional, no extranjera. Quizá en un futuro no muy lejano, esto cambie, cuando en México se establezcan bancos extranjeros, lo cual es factible dada la inminente firma del Tratado Trilateral de Libre Comercio.

Las áreas de servicios informáticos bancarias y las empresas de servicios en general, tienen que estar convencidos de que librarse de la mala calidad reduce costos, ahorra personal, aumenta la productividad, satisface más a los clientes o usuarios, fortalece su posición competitiva y les asegura su permanencia en el negocio. Necesitan que les hagan caer en cuenta del alto costo de los servicios de mala calidad, de hacer mal las cosas.

Esto significa que se tiene que dar un cambio drástico en la actitud y en el propósito, no sólo de la dirección, sino de todos los que están en los demás niveles. La pregunta es : ¿Quién va a llevar a cabo este cambio y cómo?

Punto 2. Adoptar la nueva filosofía para una nueva era económica. Proclamar una nueva era no mejorará la calidad de los servicios. Esta mejora requerirá más que pronunciamientos y exhortaciones.

La calidad tiene que aprenderse. Requiere un conjunto de actitudes completamente nuevo. Requiere el entendimiento y aceptación de un conjunto nuevo de conceptos e ideas.

Punto 3. Cesar la dependencia en la inspección masiva. Esto no se aplica a las compañías de servicios en la misma medida en que se aplica a los fabricantes. En los procesos fabriles es evidente que se realicen inspecciones de calidad sobre los artículos. La inspección en los servicios no es sobre productos sino sobre el personal y el profesionalismo del servicio prestado. Al trabajar con calidad se elimina la inspección.

Punto 4. Dejar de comprar guiándose solamente por la etiqueta del precio. El departamento de compras de un departamento de servicios tiene que aprender que la calidad es incluso más importante que el precio, por que comprar barato y ahorrar dinero puede hacer fácilmente descender la calidad, incrementar el costo, perder clientes y comprometer la seguridad. En el caso de proveedores externos para desarrollo de proyectos computacionales en cualquier empresa, es decir, maquiladores externos a la compañía se deberá decidir cuidadosamente la elección de éstos para un proyecto determinado.

Punto 5. Mejorar constantemente el sistema de producción y servicio. Antes de que sea posible llegar a ninguna mejora en una organización de servicios, es necesario localizar los lugares, problemas, situaciones, trabajos, proyectos, procedimientos y

operaciones donde estas mejoras se deben implantar y quién las va a acometer. Los empleados pueden corregir algunas causas especiales de mala calidad. Las causas crónicas o defectos del sistema han de ser corregidos por los supervisores que trabajen en primera línea o por los directivos de alto nivel.

Punto 6. Institucionalizar la capacitación en el trabajo. La capacitación es necesaria para orientar a los empleados sobre las políticas y prácticas de calidad, en lo que va a consistir su trabajo, en las instrucciones o manuales de procedimientos y los que significan, de manera que no haya equívocos, en lo que es un trabajo de calidad aceptable y lo que no lo es, en cualquier tipo de norma especial o regulación que tenga la compañía que haya sido establecida por el gobierno o por la propia compañía, en la importancia del comportamiento individual en conexión con los servicios que implican relaciones cara a cara con los clientes o usuarios.

Punto 7. Instruir para ayudar a las personas a hacer un mejor trabajo. Puede que parezca que los puntos 5 y 7 tienen el mismo significado, o mucho en común, ciertamente. El sistema se mejora ayudando a la gente a hacer un trabajo mejor. Son los que hacen el trabajo, los que añaden calidad en los productos y servicios, por los que se fabrica el producto y se presta el servicio.

Punto 8. Hacer desaparecer el miedo. Esto se refiere al miedo de los empleados, supervisores, especialistas y directivos medios. Al discutir problemas, sugerir cambios o recomendar mejoras; raramente la nuevas ideas se reciben con entusiasmo, por la sencilla razón de que pueden cambiar la organización, administración, procedimientos, operaciones o práctica.

La oposición a métodos y procedimientos mejores viene de los directivos de alto nivel y de los profesionales que no están familiarizados con la naturaleza técnica de muchas de las mejoras recomendadas, tales como el muestreo de probabilidad, el control estadístico de calidad y el diseño de tests y experimentos. Detrás de esta oposición está el miedo al cambio, los celos, odios e incluso intrigas.¹⁴

Punto 9. Romper barreras interdepartamentales. No es suficiente romper las barreras entre departamentos, también deben romperse las barreras dentro de los departamentos. Esto es porque las

¹⁴ Ibidem, p. 318.

barreras se deben a la gente : a conflictos, a diferencias de opinión, a las diferentes personalidades, a las diferentes maneras de pensar y trabajar, a las diferentes capacidades de comunicar, a los sentimientos y prejuicios y a muchas otras razones. Esto significa la cooperación de varios especialistas: contables, auditores, estadistas especializados, especialistas en computación, especialistas en calidad, etc. Esto se refiere al trabajo en equipo en las fuerzas de trabajo y depende de los directivos de alto nivel comprobar que este trabajo en equipo se lleva en la práctica, y que se trabaja sin problemas y con efectividad.

Punto 10. Eliminar las metas numéricas y los eslóganes. El problema con las metas numéricas en el sector servicios es que :

- No son aplicables.
- No ayudan a mejorar la calidad.
- No son realistas ni siquiera cuando se establecen.
- Son prematuras por que se carece de la experiencia suficiente.
- Los trabajadores carecen del conocimiento, material, el equipo, los procedimientos y capacidades para realizar las tareas que marcan las metas.

Las únicas metas numéricas en las industrias de servicios tales como sanidad, transportes y centrales energéticas en donde el error de un empleado puede ser peligroso, si no fatal, es cero. En el sector servicios no debe establecerse ningún nivel aceptable de defectos, errores humanos, tiempo perdido, comportamiento inaceptable, accidentes fatales, clientes insatisfechos, quejas de clientes, clientes perdidos o datos de mala calidad. Al llevar estos niveles a cero se comprobará que cada trabajador esta equipado con el conocimiento, recursos y medios para moverse en esa dirección.

Punto 11. Eliminar los niveles de trabajo. El problema con los estándares de trabajo es que los niveles de error, efectos, tiempo perdido, y otras características de mala calidad, se incluyen en los estándares. La forma de corregir esta situación es sirviéndose de un trabajo de muestreo moderno, esto es, un muestreo de tiempo aleatorio, para estimar el tiempo exacto y el costo de realizar una tarea o desarrollar un proyecto. De esta manera uno obtiene una medida objetiva del tiempo perdido, la lentitud del equipo y la maquinaria, el tiempo que ha tenido que esperar un trabajo, algún componente o suministro, y lo que le

cuesta a la compañía esta pérdida de tiempo. Posteriormente pueden tomarse medidas para identificarse la fuentes de estas costosas prácticas y eliminarlas. Esto significa una mejora en la calidad y una reducción de costos.

Punto 12. Eliminar lo que impida sentirse orgulloso del trabajo. Obviamente, "el orgullo en el trabajo" se refiere a los productos que produce la fábrica. No se aplica literalmente a los que trabajan en las compañías o agencias de servicios. En estas organizaciones, lo que equivale serían uno o más de los siguientes puntos :

- Satisfacción por hacer un buen trabajo.
- Satisfacción de hacer algo que agrada al cliente o usuario.
- Satisfacción por resolver un problema difícil.
- Resolver un problema que preocupe a un cliente o usuario.

Esta satisfacción de los empleados puede darse con o sin apoyo de la dirección de alto nivel. Puede que no sea nada más que hacer un buen trabajo todos los días. La dirección puede intensificar el buen trabajo al reconocerlo oficialmente de alguna manera, aunque no necesariamente de forma monetaria.

Punto 13. Instituir un buen programa de educación y automejora. No es sólo cuestión de que los empleados, incluyendo a los supervisores, los profesionales y directores vayan a clase. La situación es mucho más complicada que eso. Hay que planificar una gran variedad de cursos sólidos y relevantes, hay que organizar y seleccionar su contenido, hay que presentar la materia de manera que pueda entenderse y enseñarse y hay que evaluar a los individuos para comprobar que aprenden lo que se pretende. Aún más, es necesario evaluar el trabajo de los individuos para comprobar si han mejorado la calidad aplicando lo que han aprendido. La educación masiva puede ser muy costosa e inútil, cuando no poco efectiva, a no ser que esté cuidadosamente planificada y llevada a cabo por gente que conozca lo que es apropiado y sepa cómo enseñar preparar y evaluar.

Punto 14. Formar una estructura para garantizar la continuidad. Hacer que todo el mundo trabaje para mejorar la calidad. El reto de este plan no es sólo comenzar un programa de mejora de la calidad, sino planificarlo y ejecutarlo de manera que se garantice la continuidad. Los directivos, profesionales y supervisores deben tomar medidas para comprobar que el programa

tenga una base sólida, que se contrate a la gente, se le oriente y se le capacite en la mejora de la calidad y que la calidad sea un aspecto continuo en la ética del trabajo.

- Crosby y la calidad. Su impacto en los servicios.

14 pasos de un programa de mejora de la calidad. 15

En su libro "La Calidad No Cuesta", Crosby describe 14 pasos de un programa de mejora de la calidad; a continuación se mencionarán estos pasos junto con un pequeño comentario relativo al tema.

Paso 1. Compromiso de la dirección. Los directivos de alto nivel participan y definen la política para un programa de mejora de la calidad que involucre a toda la compañía. El propósito es manifestar claramente la posición de los directivos con respecto a la calidad.

Paso 2. El equipo de mejoramiento de calidad (EMC). Este equipo, compuesto por representantes de cada departamento, hacen efectivo el programa de mejora de la calidad. El propósito es llevar a cabo el proceso de mejoramiento de calidad.

Paso 3. Medición de la calidad. Compilar datos tanto en el área de servicios como en los procesos fabriles para 1) Mostrar las tendencias (progreso), 2) Identificar los problemas. El propósito es proveer un muestreo de los problemas actuales y potenciales por no cumplir con las especificaciones, que permita una evaluación objetiva y una acción correctiva.

Paso 4. El costo de la calidad. El costo de la calidad es el costo de hacer las cosas mal. Revela dónde es más benéfica una acción correctiva. Este es el trabajo del controlador que utilizará información detallada sobre lo que constituye el costo de la calidad. El propósito es definir los elementos y el costo de calidad y explicar su uso como herramienta gerencial.

Paso 5. Conciencia de la calidad. Mostrar, tanto a la dirección como a los empleados, el costo de la no calidad y la necesidad de una preocupación constante por la identificación de los problemas de no calidad y trabajar por su eliminación. El propósito es proveer un método para presentar la preocupación personal que siente todo el personal de la compañía por cumplir con los requisitos del producto o servicios y la reputación de calidad de la compañía.

Paso 6. Acción correctiva. Empezar medidas correctivas en cuatro niveles de la dirección :

- Por grupos de ingenieros y supervisores,
- Por directores y personal de apoyo,
- Por fuerzas de trabajo,
- Por la dirección general.

La meta es resolver problemas permanentemente. El propósito es proveer un método sistemático para resolver de una vez por todas los problemas identificados en etapas anteriores.

Paso 7. Planeación Cero Defectos (CD). Un comité adecuado del equipo de mejoras de la calidad estudia el concepto y establece planes para hacerlo efectivo en toda la compañía; significa que todo el mundo debe de hacer las cosas bien a la primera. Es un programa de prevención de error. Parte del plan es hacer que los empleados firmen voluntariamente un compromiso por el error cero. El propósito es examinar las diferentes actividades que deben ser realizadas en preparación de la inauguración formal del programa Cero Defectos.

Paso 8. Capacitación del supervisor. Todos los niveles de dirección deberían de recibir una preparación en todos los aspectos del programa de mejora de la calidad incluyendo el programa de Cero Defectos. El propósito es definir el tipo de entrenamiento que el supervisor necesita para cumplir activamente con su papel en el proceso de mejoramiento de calidad.

Paso 9. Día Cero Defectos (Día CD). Es ese día especial en que todos los empleados se dan cuenta, por propia experiencia, de que se ha realizado un cambio real. El propósito es crear un evento que les permita a todos los empleados darse cuenta, a través de una experiencia personal, que ha habido un cambio. Y que un evento como éste puede realizarse con Cero Defectos.

Paso 10. Fijación de Metas. A continuación del Día CD, los supervisores se reúnen con los empleados para establecer metas particulares y de grupo para reducir los errores. El propósito es convertir las promesas y compromisos en acciones, alentando a los individuos a que establezcan metas de mejoramiento para sí mismos y sus grupos.

Paso 11. Eliminación de la causa de errores (ECE). Este paso requiere que los empleados informen de todo tipo de problemas, dificultades y situaciones que encuentren en el trabajo y que les impida llevar a cabo el programa de Error Cero. El propósito es proporcionar a cada empleado un método para comunicar a la gerencia las situaciones que le impiden al empleado cumplir con su promesa de mejorar.

Paso 12. Reconocimiento. Reconocimiento a aquellos que cumplan sus metas o alcancen niveles de cumplimiento excepcionales. Esto no significa recompensas en dinero sino un reconocimiento de la alta dirección. El propósito es darles reconocimiento a aquellos que participen.

Paso 13. Consejos de Calidad. Estos consejos tienen la intención de unir en una base profesional regular a los directivos y profesionales de calidad, principalmente con fines comunicativos. El propósito es reunir periódicamente a los profesionales de calidad para una comunicación planeada (enriquecimiento a través de experiencia).

Paso 14. Hacerlo todo de nuevo. Este paso enfatiza que la mejora de calidad no acaba nunca. Hay que tomar medidas para garantizar la continuidad del programa de mejora de calidad al margen de los cambios de personal, dirección, organización, productos y servicios. El propósito es enfatizar que el proceso de mejoramiento de calidad nunca termina.

Las que siguen son algunas ideas básicas a éste plan enfocadas hacia las áreas de servicios informáticos :

- La calidad es cumplir con todos los requerimientos y todas las especificaciones a satisfacción plena del cliente.
- El costo de la calidad es el costo de hacer las cosas mal. Por ejemplo, programas no estructurados que consumen mayor espacio y tiempo en el computador.

- El propósito de la mejora de la calidad es prevenir defectos y errores, es decir, hacer mejores programas de cómputo, dar un mejor mantenimiento a los sistemas, generar reportes más acordes a las necesidades, etc., todo esto en función del cliente.

- Establecer un programa de mejora de la calidad en cada departamento. En todas las áreas de sistemas de una organización, dada su estrecha relación, establecer en cada una de ellas el programa de mejora de la calidad que mejor convenga y un programa piloto que las coordine.

- La mejora de la calidad es una actividad continua que necesita tiempo para desarrollarse.

- El propósito del Error Cero es la prevención del error. Este propósito significa que los empleados informen de todo tipo de problemas, dificultades y situaciones que encuentren en el trabajo y que les impida llevar a buen fin sus actividades. Por ejemplo, falta de equipo, capacitación de personal, tiempo de sesión en el equipo de cómputo para desarrollo, malas o deficientes especificaciones, falta de comunicación con sus líderes, etc.

- Las áreas básicas de cumplimiento son los costos, planificación y calidad.

Ishikawa y la calidad.

La fuente de las siguientes ideas es el libro "What is Total Quality Control? The Japanese Way" ¹⁶, del Dr. Ishikawa.

Control de calidad.

El control de calidad y su realización requieren prestar una atención especial a varios factores :

¹⁶ Kaoru Ishikawa, "What is Total Quality Control? The Japanese Way", traducido al inglés por David J. Lu, Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall, 1985.

- Satisfacer los verdaderos requerimientos de los clientes y usuarios. Estudiar las necesidades de los clientes y usuarios y considerarlas en el diseño y la producción.

- Considerar no sólo la calidad del producto (programas de cómputo en nuestro caso) sino la calidad del trabajo (qué tan bien está hecho el programa), del servicio (cómo atendimos al usuario o al cliente), de la información (qué tan veraz y confiable es la información obtenida por nuestro programa), del proceso (horarios de nuestros procesos), de las personas (cómo se sienten las personas en nuestro equipo de trabajo en tal o cual proyecto) y del sistema en general.

- Que exista el control de costos y de producción. El famoso "Costo-Beneficio" de un proyecto. Obtener la mayor producción y el mayor beneficio al menor costo.

- Que existan cifras sobre la cantidad de producción (número de programas realizados para un proyecto), defectos (las fallas que se detectaron en los programas una vez puestos en operación (producción), rechazos (aquéllos programas que fueron rechazados por no cumplir con las especificaciones de los usuarios. Falta de comunicación.), y productos rehechos (consecuencia de lo anterior).

- La calidad es difícil de explicar. Los productos tienen más de una característica de calidad. Necesitamos un consenso sobre lo que son los defectos y errores. Como en un círculo de calidad, reunir a todo el grupo involucrado : líderes de proyecto, gerentes, programadores, personal de coordinación y asesoría, usuarios directos e indirectos, etc., para platicar al respecto, y obtener conclusiones en relación a lo que para cada uno significa la calidad, los defectos y errores, en su intervención particular en todo el sistema.

- Es necesario exponer los defectos ocultos o latentes. Esto es, todos y cada uno de los problemas ajenos o de otras áreas, que nos ocasionan problemas. Me explicaré con un ejemplo : aquellas fallas imputables al personal de soporte a la producción, que por error "disparen" procedimientos en el equipo de computo, sin que hallan terminado otros procesos que dejan archivos para aquél que dispararon, y que por lo tanto provocan fallas en los sistemas. La solución es revisar el manual específico de cada sistema y programar correctamente los horarios de procesos (dependencia de procesos). Cuando existan fallas de algún sistema reprogramar cada horario.

- Utilizar la estadística y el control de proceso para reducir la variabilidad.

La estadística es la ciencia que trata exclusivamente de la variabilidad de las características.¹⁷

Así, no resulta accidental que las estadísticas sean algo que se aplique naturalmente a la calidad, que se caracteriza por la variabilidad (su detección, control, reducción y prevención). La estadística se aplica tanto si la variabilidad se asocia con las dimensiones de los productos, el rendimiento de los individuos, o las características del servicio. En el sector servicios, esta variabilidad puede existir tanto si las características son estrictamente mensurables como si no lo son.

La estadística consiste en una amplia variedad de principios y técnicas específicas que se aplican a un gran número de situaciones, tanto a las compras que realiza una organización de servicio como al rendimiento humano necesario para la prestación de este servicio.

En lo referente al control de procesos se podrán utilizar algunos de los siguientes métodos :

1. Muestreo de Lotes para su aceptación o rechazo.
2. El Gráfico NP.
3. El Gráfico C.
4. El Gráfico P.

- Los productos tienen que ajustarse a la calidad del diseño. Cuando hay calidad en el diseño del sistema (cumplir con los puntos antes expuestos), propiciar que los productos para el mismo también sean de calidad.

- Son necesarios 6 pasos para completar el círculo de control.

1. Determinar las metas y objetivos.
2. Determinar los métodos para alcanzar los objetivos.
3. Comprometer en la educación y la capacitación.

¹⁷ Rosander, A.C., "Case Studies in Sample Design", New York, Marcel Dekker, 1977.

4. Realizar el trabajo.
5. Comprobar los efectos de la realización (examinar las causas y efectos).
6. Tomar las medidas apropiadas (prevenir la recurrencia).

Obstáculos al control y a la mejora.

Hay varios obstáculos a la calidad y a la mejora de la calidad que deben de superarse:

- A. La apatía de los Directivos y Ejecutivos.
- B. Los que piensan que no hay ningún problema.
- C. Los que piensan que su compañía es la mejor.
- D. Los que se oponen a nuevos métodos.
- E. Gente con su punto de vista puesto en ellos mismos.
- F. Los que se niegan a aprender.
- G. La desesperación, celos, envidia.
- H. Los de mente estrecha.
- I. Los que viven en el pasado.

El control de calidad total.

El control de calidad total significa que todos aprenden control de calidad, no sólo unos pocos profesionales. No deberá existir ningún departamento de control de calidad con un especialista asignado a cada departamento. En la calidad, la especialización es obsoleta. Debe de existir trabajo de equipo en todos los departamentos, grupos y empleados.

El control de calidad total alcanza a toda la compañía, es gestión con hechos, pone a la calidad en primer lugar, combina la acción con el conocimiento, está orientado al cliente, se basa en una visión a largo plazo y utiliza las habilidades de los

empleados. La dirección tiene que luchar para satisfacer a los clientes, hacer feliz a la gente y dar un sueldo adecuado a sus empleados y beneficios a los accionistas.

Círculos de calidad.

Al principio, el propósito de los círculos o grupos de control de calidad era la educación en las técnicas y herramientas del control de calidad. Era más fácil enseñar a los capataces y empleados en grupo que intentar enseñarles individualmente. Más aún, los empleados se sentían más a gusto en un grupo.

Primero, se debe de iniciar el control de calidad, no un círculo de control de calidad. Los primeros en estudiar el control de calidad y los círculos de control de calidad deben ser los directores, cabezas de divisiones, los jefes de sección y los responsables del control de calidad.

La manera de comenzar es eligiendo una persona que se responsabilice de las actividades del círculo de control de calidad en toda la compañía o en una división específica. Se deberá reclutar líderes de círculo. Inicialmente, los capataces o supervisores ya integrados en el trabajo pueden ser los líderes de círculos de control de calidad más adecuados.

Al principio, es voluntario pertenecer a un círculo de control de calidad; esto se hace deliberadamente, para evitar la aparición de ninguna presión o fuerza de los niveles superiores. Eventualmente, se espera la completa participación de todos, con una utilización íntegra de las técnicas de control de calidad. Se recomienda que los círculos no tengan más de diez miembros. Si hay más de diez, se forman más círculos. El círculo es un método de grupo para aprender una materia nueva, en el cual los líderes enseñan a los miembros.

Un círculo de calidad funciona siguiendo estos pasos :

- Se elige un tema, meta o área de estudio.
- Se dan razones por las que se ha elegido este tema u objetivo en concreto.
- Se considera la situación actual.

- Analizar (buscar las causas).
- Determinar y tomar medidas correctivas.
- Evaluar los resultados.
- Prevenir el que se repitan, estandaricen; prevenir los errores.
- Considerar los problemas restantes.
- Planificar el futuro.

La estadística en el control de calidad.

Ishikawa utiliza siete herramientas que son las técnicas más elementales utilizadas en los círculos de calidad en Japón.

1. Distribución de efectos, causas, factores, etc.
2. Uso de subgrupos racionales y divisiones (estratificación).
3. Cuenta de Tally (hoja de comprobación).
4. Distribución de Frecuencia (Histograma).
5. Análisis de relaciones y correlaciones (diagrama de dispersión).
6. Gráficos de control.
7. Diagramas de causa y efecto.

Los primeros seis puntos son estadísticos, el último no. Los gráficos y tablas de control son usados en los círculos de calidad. Se dice que en Japón el 96 por 100 de todos los problemas de calidad pueden resolverse con estas siete herramientas, y que todos los niveles de la compañía las usan.

Otras técnicas estadísticas con un uso limitado son :

- Estudios de muestreo.
- Inspección muestra.

- Análisis y estimación de hipótesis.
- Tests sensoriales y diseño de experimentos.
- Análisis multivariante.

Juran y la calidad.

El Dr. Juran es una figura preeminente en el campo de la gestión de calidad. Nadie ha pasado tanto tiempo ocupado de esta materia como él. Nadie ha escrito más sobre el tema. Nadie ha mostrado una visión más aguda en los problemas que ahora tiene la gestión en los Estados Unidos con respecto a la calidad. Las fuentes del material que sigue son diferentes libros, artículos y publicaciones seleccionados de las publicaciones del Juran Institute¹⁸. Este material se utilizará para relacionar las ideas del Dr. Juran con las propias, en lo referente a los Sistemas Computacionales.

La calidad se define de diferentes maneras :

- Oportunidad de uso.
- Conformidad a las especificaciones del cliente o usuario.
- Conformidad a las especificaciones del fabricante.
- Características derivadas de un análisis de las necesidades del cliente.

La gestión para la calidad comporta muchos aspectos, pero especialmente los siguientes:

- La calidad es responsabilidad de la administración de alto nivel.
- Un programa de control de calidad tiene que empezar por los ejecutivos de la gestión de alto nivel.

¹⁸ J.M. Juran (ed.), "Quality Control Handbook", 3a. ed., New York: MacGraw-Hill, 1974; Quality Progress, nov. 1985; Juran Institute, "Quality Improvement for Services", 1986.

- Los directivos divisionales tienen que aprender cómo gestionar por la calidad. Gestionar por el beneficio y la producción no es suficiente.

- La dirección necesita adoptar la trilogía (el programa tripartito: planificación de calidad, control de calidad y mejora de la calidad).

- La dirección debe apoyar e impulsar un programa continuo de mejora de la calidad.

- La dirección debería ofrecer el liderazgo necesario que asegure que todo el mundo en la organización se guía por la calidad y la mejora de la calidad.

- La gestión de calidad requiere un equipo de trabajo de directores, supervisores, profesionales, vendedores y empleados.

- Gestión de calidad significa que se da prioridad máxima a los deseos, preferencias, requerimientos y necesidades de los clientes y usuarios.

- La dirección tiene la única responsabilidad de comprobar que se resuelven los problemas crónicos y que se corrigen los defectos del sistema.

- La dirección tiene que tomar las medidas necesarias para la autoeducación y automejora para permitirles a sus empleados, el asumir el liderazgo del programa de mejora de calidad a lo largo de toda la compañía.

La organización que facilita la calidad requiere cambios. Se forman grupos nuevos y se revisan las viejas funciones. La calidad ya no se concentra sólo en el departamento de calidad, sino que toma las formas siguientes:

- Consejo de mejora de la calidad en el nivel ejecutivo.

- Consejo de mejora de la calidad a otros niveles ejecutivos.

- Equipos de mejora de calidad de carácter interdepartamental.

- Equipos de mejora de calidad a nivel departamental.

- La función de la calidad forma parte cada vez más de la gente en línea.

- El protagonismo no es ya del departamento de control de calidad. Este personal aconseja, ayuda, asiste, desarrolla nuevas técnicas y métodos y prepara para comprobar que las técnicas se llevan a cabo de una forma apropiada.

Estos consejos y equipos se forman para llevar a cabo un programa continuo de mejora de calidad en toda la compañía o división. Esto requiere conocimiento y habilidad para usar este conocimiento. Aquí es donde la asistencia del departamento de control de calidad puede ser inestimable: políticas de calidad, metas de calidad, conceptos de calidad, técnicas de calidad, costos de calidad, características de calidad, planificación de calidad, mejora de la calidad y medición de la calidad. Estos cambios requieren una nueva aproximación a la contratación, a la capacitación, a la promoción, a la evaluación del cumplimiento del individuo y a la supervisión de los empleados.

Mejora de la calidad.

La mejora de la calidad es un proceso continuo que se planifica cada año como parte de un presupuesto total de calidad. Se implican las siguientes actividades :

- Preparar un plan anual de mejora de calidad.
- Estimar el costo de la mala calidad.
- Identificar los proyectos de mejora de calidad para un programa actual.
- Educar o preparar para su realización.
- Aplicar los métodos de diagnóstico.
- Encontrar los remedios y tomar las medidas correctivas.
- Institucionalizar la mejora de calidad para asegurar la continuidad.
- Comprometerse en una planificación estratégica de calidad.

Qué evitar.

El Dr. Juran nos advierte sobre las limitaciones de ciertos aspectos de la calidad que ahora están recibiendo atención. En algunos aspectos se ha hecho mucho énfasis, han sido desviados de su propósito original, han retrasado la mejora de la calidad o no pueden producir lo que sus usuarios piensan.

Círculos de calidad.

Estos sólo pueden resolver problemas especiales que se dan a nivel empleados. Su ámbito es limitado y su aplicación es restringida. No pueden solventar las faltas del sistema. Sólo la dirección puede hacer esto en los niveles más altos.

Control de calidad estadístico (CCE).

En vez de ser utilizado para mejorar la calidad, el CCE está siendo utilizado para congelar el status quo. Así, se convierte en un obstáculo para la mejora de la calidad, esta es una visión muy pobre del CCE, aparentemente debida a una carencia de entendimiento de las técnicas y de su aplicación.

Exhortación.

Las exhortaciones y los eslóganes a cualquier nivel no mejoran la calidad. El simple hecho de animar a un ejecutivo a "hacer lo mejor que pueda hacer", "mejorar la calidad", "hacer de la calidad el principal propósito" no mejora la calidad. Las palabras y la charla no mejoran la calidad. La gente debe contar con las herramientas apropiadas si se quiere que se mejore la calidad, y la inclinación y habilidad de usarlas. Los eslóganes, trucos y charlatanería no son sustitutos del conocimiento, capacidades, comprensión y deseo de hacer mejoras.

Costo de la calidad.

Si el propósito es incrementar los beneficios e ignorar la calidad, no será suficiente tener una visión de calidad. El costo de la calidad es sólo un aspecto de un programa de mejora de la calidad que abarque a toda una compañía. El hacer hincapié en el

crecimiento del beneficio no es el propósito principal de un análisis de costos de la calidad. El propósito es mejorar la calidad, y sin se consigue esto, el beneficio ya cuidará de sí mismo.

Modelo propuesto por Juran : La trilogía.

El Dr. Juran propone el siguiente modelo con base en sus experiencias que sobre calidad total tiene :

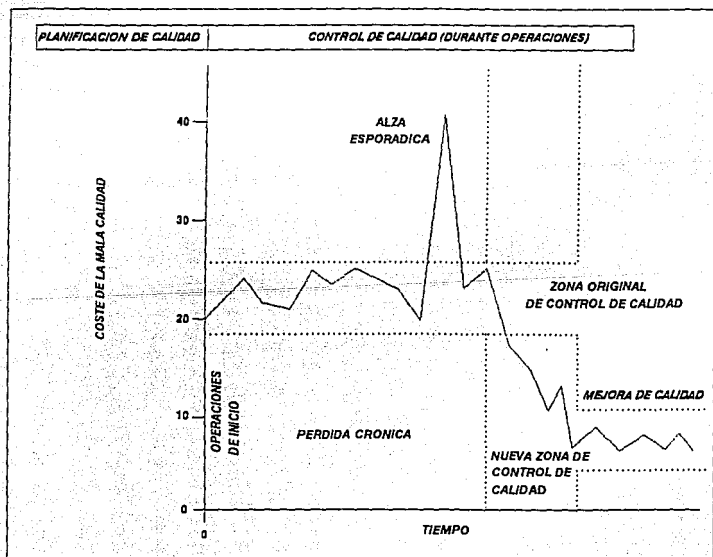
Este modelo consiste en una secuencia tripartita llamada Trilogía: Planificación de calidad, Control de calidad y Mejora de la calidad (vid. Gráfico 2.3.1).¹⁹

Durante la planificación de calidad, el costo de la baja calidad persiste. A tiempo cero, las características se tienen bajo control, pero hay una pérdida crónica. Durante el control de calidad se eliminan algunos costes de mala calidad, pero la pérdida crónica permanece. Durante el tercer período, mejora de calidad, hay un avance hacia un nivel mejorado más bajo, que se controla. Esto consigue eliminar gran parte de la pérdida crónica.

¹⁹ J.M. Juran, "The Quality Trilogy, Quality Progress", agosto 1986, pp. 19-24.

GRAFICO 2.3.1

MODELO PROPUESTO POR JURAN : LA TRILOGIA



***ANALISIS CRITICO DEL
SUBSISTEMA EN ESTUDIO
Y PLANTEAMIENTO DE UNA
ALTERNATIVA***



3.1 Examen detallado del subsistema de interés.

Proceso actual para el desarrollo y mantenimiento de sistemas.

A continuación presento la descripción breve del proceso seguido en una institución bancaria, para el desarrollo y mantenimiento de sistemas, con base en la experiencia observada al laborar por un período de dos años en una área de este tipo.

Definición de entes involucrados.-

* Clientes.

Estos pueden ser internos y externos. A los primeros también llamados usuarios, les corresponde la tarea de solicitar sus requerimientos, solicitudes (reportes, diagnósticos, etc.), proyectos, con base en sus necesidades. Estas pueden ser de carácter institucional o particular.

Las de carácter institucional, obedecen generalmente a las necesidades que marca el entorno competitivo de la empresa, en este caso de un Banco. También se pueden generar por disposiciones oficiales o gubernamentales.

En cambio, los requerimientos que surgen de las necesidades de carácter particular, se realizan por la necesidad interna de cada área que conforma el banco. Es obvio que las necesidades particulares se puedan generar a partir de las necesidades institucionales.

Las necesidades particulares de los usuarios o clientes, surgen generalmente por lo siguiente :

- Manejo de información oportuna. Utilizando reportes, archivos, etc.
- Necesidad de optimizar la operación de su área. A través de la automatización de procesos por medio de programas de cómputo.

- Unificación de necesidades de una o varias áreas relacionadas, para proponer un proyecto de sistemas, que la resuelva. Por ejemplo, las áreas de recursos humanos y de personal, pueden solicitar un sistema computacional para automatizar: nóminas, control de personal, prestaciones, etc.

Los clientes externos son aquellos que hacen uso de los servicios financieros que como institución bancaria se ofrecen : créditos, cuentas de ahorro, cuentas de cheques, fideicomisos, arrendamientos, tarjeta de crédito, etc.; son clientes particulares que requieren de un servicio profesional y que pagan por él. Esta es la razón por la cual las necesidades que surgen de desarrollo de nuevos productos, de manera institucional, son diseñadas o pensadas para estos clientes.

* Area de Coordinación y Asesoría. (CYA).

Esta área es la encargada de realizar la coordinación de necesidades entre un cliente interno o usuario y las soluciones que puede dar un área de sistemas especializada. Sus funciones principales son :

- Realizar los estudios correspondientes a la viabilidad de los requerimientos del usuario. Que este último se ajuste a las políticas establecidas por la institución.
- Verificar, dado los requerimientos, cuál es el área apropiada de sistemas para resolverlos.
- Organizar reuniones y juntas entre las partes involucradas sirviendo de intermediario y enlace.
- Realizar estudios de costo-beneficio de los requerimientos y solicitudes que presentan los usuarios.
- Priorizar requerimientos (proyectos, solicitudes, reportes, etc.) de acuerdo a su importancia.
- Revisar el status de avance de todos los asuntos que asesora y coordina.

* Area de Servicios de Cómputo.

Esta área es el "proveedor" interno de todos los servicios y necesidades de cualquier tipo, para el buen funcionamiento de las áreas de sistemas, incluyendo a la de desarrollo y mantenimiento de sistemas. Es un ente muy grande por lo que se subdivide en varias áreas :

Servicios a Desarrollo,
Control de la Producción,
Soporte Aplicativo a la Producción,
Planeación de la Producción,
Operación, etc.

Sus principales actividades son :

- Mantenimiento de todo el equipo de cómputo designado para el uso de Sistemas : equipo IBM 9000; suministro de terminales y/o equipos de cómputo (impresoras, microcomputadoras, hardware para micros, cintas magnéticas, discos, etc.).
- Administración de la seguridad de datos. Esto es, la administración de passwords, claves, users Identification, etc.
- Generación y protección de bibliotecas de uso para personal de desarrollo y mantenimiento de sistemas, en el equipo central.
- Administración de "iniciadores" para desarrollo y pruebas de los programas que se realizan. Esto quiere decir, que se provee de las capacidad de "correr" programas que se hayan desarrollado o modificado y que se deseen probar. Técnicamente es "submitir" un programa en el equipo, esto se hace por medio de un procedimiento en J.C.L. (Job Control Language). Los iniciadores están restringidos en su uso ya que se utilizan en su gran mayoría para submitir programas en producción.
- Proveer del software necesario para el desarrollo, tanto para el equipo central (IBM 9000), como para micros. TSO, TPX, MVS, SPFPC, Utilities, CICS, etc.
- Dar todos los servicios necesarios para cumplir con las políticas establecidas en la institución, en relación a la administración y control de los sistemas, lo cual incluye :

Generación de manuales para cada aplicación o sistema generado,

Solicitar autorizaciones de las partes involucradas (usuarios y supervisores),

Catalogación de programas y/o sistemas en las bibliotecas oficiales (entrada en Producción),

Revisión y aprobación de los formatos magnéticos de "Cambios" para cada programa o proceso, nuevo o modificado. Estos formatos se localizan en un menú del sistema en el equipo central.

Generación de reportes, microfichas, cintas, discos y todos aquellos productos que se obtienen, a partir de los sistemas que se administran; así como la distribución y reparto de estos productos, a los clientes y usuarios de cada sistema.

Descripción funcional del área Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas.

Una vez expuestos todos los miembros o entes involucrados en relación al área de desarrollo y mantenimiento de sistemas, se pasará a la explicación funcional de la misma, detectando las deficiencias que a mi parecer se presentan.

Coordinación y Asesoría (CYA).

Primeramente el área de Coordinación y Asesoría, recibe de los usuarios, el o los requerimientos que con base en sus necesidades se han formulado para su valuación, análisis y estudio.

Una vez hecho ésto, determina el área especializada de sistemas que deberá de encargarse de realizar el requerimiento. Revisa su cartera o su agenda de actividades futuras para decidir el lugar que tomará el requerimiento. Propone juntas entre las partes involucradas para contar con todos los elementos necesarios para priorizar definitivamente el requerimiento, iniciar su desarrollo y calendarización de actividades que envuelvan al requerimiento o proyecto. Posteriormente su actividad será de vigilar que se cumplan con las fechas comprometidas, tanto de los usuarios (entregar datos, juntas de avance, especificaciones, revisiones a

los productos, etc.), como del área de sistemas que desarrollará el requerimiento (modificación a programas, elaboración de nuevos programas y procesos, juntas de avance, presentación de productos obtenidos, etc.).

En lo mencionado anteriormente, para mí es muy claro que todo este proceso de coordinación y asesoría, resulta perjudicial para el buen desarrollo y solución de cualquier solicitud, requerimiento o proyecto, por las siguientes razones :

1. Por la experiencia del usuario, el sabe quien es el área especializada de sistemas que le ha dado mantenimiento a sus aplicaciones, por lo que no es preciso perder tiempo en que le organicen y turnen sus solicitudes.

2. El área de sistemas responsable de cada aplicación, es el único técnicamente indicado, para decidir la magnitud o importancia que guardarán las modificaciones a los sistemas, que surjan de una nueva solicitud. Y deberá ser "Sistemas" quien determine el impacto y calendarización de sus actividades para modificar o crear nuevos sistemas, ya que conoce sus actividades pendientes y a los sistemas que administra.

3. El hecho de contar actualmente con un intermediario entre el usuario y "Sistemas" tiene como consecuencia :

- Pérdida de tiempo o tiempo mal empleado.
- Confusión y malos entendidos en el manejo de la información Usuario-CYA-Sistemas y Sistemas-CYA-Usuarios, por el hecho de triangularla.
- El incremento en los costos de los proyectos por un volumen mayor de personal involucrado.

Area de Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas.

Si el requerimiento del usuario corresponde al área de desarrollo y mantenimiento de sistemas, ésta lo recibirá y estudiará para darle la solución indicada. Los gerentes de cada aplicación son los encargados de analizar las acciones a seguir para resolverlo y dar un informe de las implicaciones de personal y tiempo que se requieren, tanto al director como a los usuarios.

El gerente turnará el requerimiento a su líder de proyectos, conocedor del sistema aplicativo, para que él, junto con su equipo de trabajo inicie el proyecto.

Una vez analizado y asignado el requerimiento, se procede a realizar el o los programas nuevos necesarios; o las modificaciones que se necesiten a los sistemas ya instalados.

Cabe aclarar en este punto, que no se tiene una metodología generalizada hasta este momento, para realizar tanto modificaciones a programas realizados, como para los nuevos (metodologías de desarrollo de sistemas). No se cuenta con políticas basadas en la ingeniería de software para desarrollar sistemas. Esto por la razón de que no existen buenos presupuestos para la capacitación al personal, siendo que por desconocimiento, las pérdidas generadas por la mala "calidad" de los sistemas son mayores, tanto en tiempos de ejecución, desarrollo de sistemas, uso de equipos, horas hombre, etc.

Cuando se finalizan las actividades de un proyecto o requerimiento, en cuanto a su desarrollo, se generan pruebas de los sistemas, mostrando como se generarán los productos obtenidos una vez que estos sistemas, sean catalogados en las bibliotecas oficiales (Producción). Los usuarios darán o no su aprobación, dependiendo de que se cubran sus expectativas, ya que sin la firma de éstos, no será posible catalogar ningún programa o sistema.

En este momento es cuando surgen muchos problemas, dado que por alguna causa, que podría ser: falta de comunicación entre Usuarios, CYA y "Sistemas"; demasiado tiempo invertido en el requerimiento y ya no es tan necesario (falta de previsión); demasiado tiempo de proceso y no cumple con políticas de producción (mala planeación y ejecución del requerimiento); etc., los usuarios no autorizan que se continúe con la instalación de los sistemas desarrollados o modificados. Nuevamente desperdiciándose valiosos recursos.

Si el usuario otorga la autorización o da luz verde al sistema, entonces se procede a iniciar los tramites para catalogación de las modificaciones o de los nuevos sistemas desarrollados. Este tramite es una larga lista (burocrática) de actividades:

1. Realizar un Cambio, que es un formato diseñado, donde se solicitan los siguientes datos: datos generales del programador, supervisor, área de sistemas, sistema afectado, proceso afectado, plan de retorno, fechas solicitadas para instalación, etc.

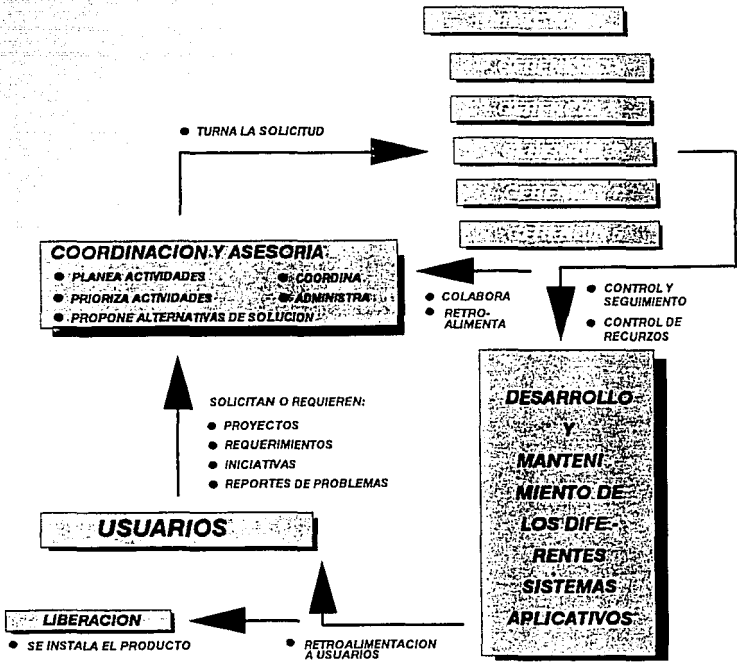
2. Si la modificación lo requiere o si se trata de un sistema nuevo, el manual para las áreas involucradas de sistemas: Planeación, Control, Soporte a la producción, etc., con la finalidad de contar con información referente al sistema para solucionar cualquier anomalía.
3. Informar de los puntos anteriores al personal de Servicios a Desarrollo, para que se efectúe la revisión completa.
4. Presentar las autorizaciones de usuarios y del supervisor del área de desarrollo a Servicios a Desarrollo.
5. Verificar que se instalen correctamente los programas, en las bibliotecas correctas.
6. Dar soporte en sitio (estar presente), cuando el sistema o las modificaciones nuevas se ejecuten ya en producción, con la finalidad de corregir cualquier problema que se presente.

Todas estas actividades, resultan molestas y retrasan la instalación de los sistemas, pero creo que podrían ser rediseñadas y mejor planeadas. El motivo fundamental de que se presenten, es por la Seguridad de Datos. El fin es correcto, pero no los medios para alcanzarlo.

A continuación en la página siguiente, se presenta de forma gráfica la descripción funcional de un área de desarrollo y mantenimiento de sistemas. Gráfico 3.1.1.

GRAFICO 3.1.1.

DESCRIPCION FUNCIONAL DE UN AREA DE DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS



3.2 Elaboración de una propuesta.

Propuesta de una alternativa funcional para el desarrollo y mantenimiento de sistemas.

Llegados a este punto de desarrollo del trabajo de tesis, ya se han dado las bases, que sustentarán una propuesta para mejorar la función de un área de desarrollo y mantenimiento de sistemas. Espero poder cumplir cabalmente este objetivo.

Creo que con la recopilación de la información presentada, el lector podrá intuir lo que a continuación se propone. Cabe aclarar que la propuesta que se presentará no tiene el objetivo de criticar o de menospreciar el modelo actual de cómo se realizan las cosas, sino simplemente dar una alternativa que pueda servir para mejorar.

Los puntos principales en que sustentaré la propuesta son :

- Ingeniería de Software : fase de mantenimiento. Fase de Pruebas para el software desarrollado.
- Calidad Total : costos de la no calidad. Elementos de control de calidad.

Ingeniería de software.

En este punto se pone un mayor énfasis en la fase de mantenimiento, el motivo se debe a que siempre que se buscan soluciones integrales a la administración de aplicaciones y a la información que se obtiene de estos procesos, no es fácil que se obtengan los resultados esperados. ¿Por qué?, por distintas razones pero una muy significativa : los programas de computación, los sistemas en general, no están realizados para darles un mantenimiento adecuado o no es posible darles mantenimiento.

Ya se ha explicado lo que significa mantenimiento, pero nuevamente se definirá. Se utiliza el término mantenimiento para referirse a los cambios que tendrán que hacerse en los sistemas computacionales después de que éstos se han realizado y aprobado por los usuarios.

El mantenimiento se realiza por diferentes razones:

- Para corregir errores y defectos de diseño.
- Para modificar el diseño.
- Para convertir los programas para su uso en diferentes Hardwares, Softwares, Versiones de Sistemas, Facilidades de Telecomunicaciones, etc.
- Para realizar interfases con otros sistemas o programas.
- Para hacer cambios en la arquitectura de archivos o bases de datos.
- Para realizar cambios necesarios en las aplicaciones.

El costo de excluir en el diseño de sistemas al mantenimiento es muy alto. Sin incluir el costo de hacer mantenimiento a un sistema ya liberado. Ya que el sistema desarrollado se vuelve frágil en el proceso porque es muy vulnerable a sufrir graves modificaciones con cualquier cambio, por pequeño que sea en la estructura del sistema. En este caso se desperdician horas hombre muy valiosas, con un alto costo.

Los cambios por mantenimiento (cuando este no ha sido correctamente considerado), tienden a deteriorar la estructura de los programas, haciéndolos más complejos y más difíciles de darles mantenimiento en el futuro. Esto crea una atmósfera de crisis. Un "parche" rápido deteriora el sistema y provoca que se acumulen más parches a los programas. Se hace más difícil reestructurar los sistemas hasta que llega el momento de necesitar rediseñar totalmente el sistema, con la consabida pérdida de grandes recursos.

Soluciones para el mantenimiento.

Qué se puede hacer para no incurrir en futuros problemas por no considerar o dar un alto valor al mantenimiento de sistemas. A continuación se dan soluciones :

- Conducir el diseño de sistemas y la programación, desde el principio con la intención de minimizar el mantenimiento. Adoptar prácticas de supervisión que promuevan el pensar en el mantenimiento.

- Minimizar la complejidad de los sistemas y la estructura de los programas.

- Seleccionar y utilizar técnicas para estructurar correctamente los programas para facilitar el mantenimiento.

- Reducir la necesidad de mantenimiento correctivo con el desarrollo efectivo de software. Planeando y controlando a los programadores y a los usuarios.

- Anticiparse a posibles migraciones a nuevas tecnologías o softwares, y planear el minimizar la necesidad de re-escribir los programas ya instalados.

- Asegurar que la documentación y la estructura de los diagramas de flujo sean lo suficientemente claros para mantenimientos futuros.

Una herramienta esencial para resolver problemas relacionados con el mantenimiento de sistemas es la de la "programación estructurada", ésta comprende los principios generales de diseño y programación involucrados en la ingeniería de Software. No pretendo dar una definición exacta de esta terminología, ya que no existe. Para algunos autores significa programación sin el empleo de goto, en otros casos significa adoptar una metodología de diseño descendente y aun en otros implica limitar las construcciones de control de la programación a ciclos while y proposiciones if. Lo que pretendo con la mención de esto es que se preparen cursos detallados en las áreas de desarrollo de sistemas donde se muestren las bondades de programar de una manera estructurada.

Fase de pruebas para el software desarrollado.

La confirmación de un sistema de software es un proceso continuo en cada etapa de su ciclo de vida. La prueba de los programas sigue siendo la técnica de confirmación de sistemas más utilizada.

La prueba de los programas es la parte del proceso de confirmación que suele realizarse durante la aplicación y también, en una forma distinta, cuando ésta ha terminado. La prueba consiste en ejercitar o "correr" el programa utilizando datos similares a los datos reales que habrán de ser ejecutados por el programa, observar los resultados y deducir la existencia de errores o insuficiencias del programa a partir de las anomalías de ese resultado.

Es muy importante comprender que la prueba nunca demuestra que un programa es correcto. Siempre es posible que existan errores aun después de la prueba más completa. La prueba de programas sólo puede demostrar la presencia de errores en un programa, no su ausencia.

En el proceso de prueba se pueden identificar cinco etapas importantes :

1. Prueba de funciones. Esta prueba de funciones o de unidades es el nivel básico en donde se prueban las funciones que componen un módulo para garantizar que operan de manera correcta. En un sistema de diseño apropiado, cada función debe tener una sola especificación definida con claridad.

2. Prueba de módulos. Un módulo se compone de varias funciones que pueden cooperar entre sí. Después de haber probado cada función individual, es necesario probar la cooperación de estas funciones cuando componen un módulo. Debe ser posible probar un módulo como una entidad aislada, sin la presencia de otros módulos del sistema.

3. Prueba de subsistemas. Esta prueba es el siguiente paso del proceso en el cual los módulos se agrupan para formar subsistemas. Puesto que los módulos cooperan y se comunican, la prueba de subsistemas se debe centrar en la prueba de las interfaces de aquéllos, dando por supuesto que los módulos son correctos.

4. Prueba del sistema. La prueba del sistema o prueba de integración, se lleva a cabo cuando se integran los subsistemas para conformar el sistema completo. En esta etapa, el proceso de prueba tiene que ver con el hallazgo de errores en el diseño y la codificación. También se relaciona con la confirmación de que el sistema total proporciona las funciones especificadas en los requisitos y que sus características dinámicas cumplan con las planteadas en la definición de requisitos.

5. Prueba de aceptación. Hasta esta etapa, todas las pruebas se realizan mediante el empleo de datos generados por los programadores encargados de construir el sistema. La prueba de aceptación del sistema se efectúa con datos reales; la información con la que el sistema deberá operar. El proceso de la prueba de aceptación a menudo descubre errores en la definición de requisitos del sistema. Los requisitos pueden no reflejar las características y el rendimiento reales requeridos por el usuario, y la prueba de aceptación puede revelar que el sistema no muestra el rendimiento y la funcionalidad previstos.

Estoy seguro que incorporando estos conceptos fundamentales de la Ingeniería de Software, en la manera de trabajar en cualquier área de mantenimiento y desarrollo de sistemas, se podrán conseguir grandes beneficios.

Calidad total.

Costos de la mala calidad en los servicios.

Como ya se mencionó anteriormente y en relación a la Calidad Total, esta filosofía detecta los siguientes errores o costos que se generan de una mala calidad en la forma de hacer las cosas:

- Tiempo perdido o mal empleado.
- Quejas de los clientes o usuarios.
- Costos altos.
- Perdida de Clientes y mala imagen.
- Errores y confusiones humanas.

- Comportamiento inaceptable.
- Accidentes de fácil prevención.
- Etc., etc., etc.

La solución lógica para librarse de los problemas anteriores en el desarrollo y mantenimiento de sistemas, es la de eliminarlos. El cómo, se ha tratado de presentar a lo largo de este desarrollo de tesis. Para iniciar la eliminación de estos problemas se deberán tomar en cuenta los siguientes puntos :

1. Los sistemas de cómputo, deben ser considerados desde un ángulo que los ubique como antes de "servicios", por la sencilla razón de prestar un servicio a los usuarios que los utilizan. Es claro que las ventajas de utilizar sistemas automatizados son mayores y más productivas que las de los sistemas manuales.

Ahora bien un programa de cómputo no es tangible, podrá serlo la hoja donde se diseñó el programa, o el dispositivo físico donde se guarda; aún más, físicamente el programa se genera y localiza en un medio magnético, por lo que no será posible decir que "está bonito" tal o cual programa.

Sin embargo lo que sí se podrá inferir en relación a un programa es "lo bonito" que están las gráficas que genera, o los dibujos y pantallas que presenta, o lo bien que procesa la información que de él se requiere. Este es el servicio que nos da un sistema automatizado.

Como se dijo anteriormente, el sistema de cómputo no es tangible, pero la calidad del servicio que de él se desprenden sí lo es. Y ahora surge la pregunta ¿Cómo podemos "tocar" esa calidad?, por supuesto que no es posible y semánticamente he escrito una aberración, pero creo que esto se justifica ampliamente si el lector "me compra" la idea que trato de expresar. ¿O no es verdad que nos sentimos frustrados cuando en cualquier servicio que se nos preste nos dan mala calidad?, se SIENTE muy mal.

2. Falacias sobre la Calidad ²⁰ :

- La calidad del servicios que presta un sistema de cómputo es intangible.
- El error humano es común.
- Las operaciones de servicios han de tratarse como si se estuviesen manejando productos.
- La calidad de los productos y de los servicios es idéntica.
- La calidad en una fábrica es lo mismo que la calidad en una oficina.
- La dirección es responsable de los errores y fallos de los empleados.

Estas sentencias anteriores, el autor las considera falacias por la facilidad con que se pueden creer verdaderas, cuando por el contrario no lo son y perjudican a la propuesta de cualquier idea o acción encaminada a la calidad total. Por lo anterior, deben ser eliminadas.

Elementos de control de calidad a considerar para la mejora del servicio.

Se define el control de calidad como un proceso de gestión durante el cual :

1. Se evalúa el comportamiento real de la calidad.
2. Se compara el comportamiento real con los objetivos para la calidad.
3. Se actúa sobre las diferencias.

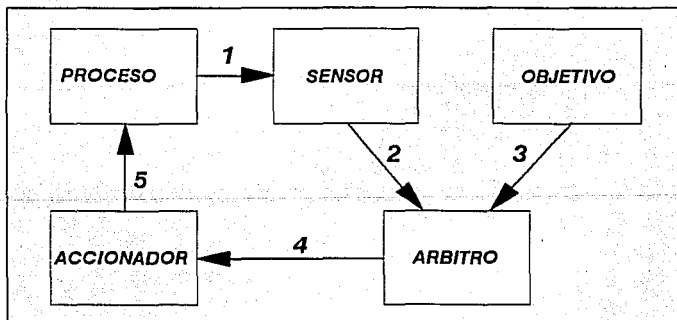
El concepto de control es el de mantener el statu quo : mantener un proceso en su estado planificado, de forma que siga siendo capaz de cumplir los objetivos operativos.

²⁰ A. C. Rosander, "La Búsqueda de la Calidad en los Servicios", Ediciones Díaz de Santos, S.A., 1992. p. 59.

Un proceso que se ha designado para que sea capaz de cumplir los objetivos operativos no se queda así. Todo tipo de acontecimientos puede intervenir para dañar la capacidad del proceso de cumplir objetivos. El fin principal del control es minimizar este daño, bien por medio de la acción rápida para restablecer el statu quo o, mejor aún, evitando que tenga lugar el daño en primer lugar.

El bucle de retroalimentación. ²¹

El proceso de control puede lograrse por medio del uso del llamado bucle de retroalimentación. Los elementos básicos de éste y sus interrelaciones se muestran en el Gráfico 3.2.1.

GRAFICO 3.2.1.**EL BUCLE DE RETROALIMENTACION**

²¹ Juran, Joseph M., "Juran y el liderazgo para la Calidad", Ediciones Díaz de Santos, S.A., Madrid, 1990.

La corriente de acontecimientos progresa de la siguiente manera :

1. El sensor evalúa el comportamiento real.
2. El sensor informa de este comportamiento a un árbitro.
3. El árbitro también recibe información sobre cuál es el objetivo o el estándar
4. El árbitro compara el comportamiento real con el objetivo. Si la diferencia exige una acción, el árbitro activa un accionador.
5. El accionador realiza los cambios necesarios para poner de acuerdo el comportamiento con los objetivos.

Control a todos los niveles.

En el control de la calidad, todo el personal de las empresas, desde los altos directivos hasta los operarios, deben de intervenir, e incluso todos hacen uso del bucle de retroalimentación. Claro esta, que existen diferencias. Una de estas diferencias está en el tema de control. A nivel de operario, los objetivos constan principalmente de numerosos productos y características del proceso que están establecidos en las especificaciones y manuales de procedimiento. A nivel gerencial, los objetivos son más amplios. Tienden a estar enfocados al negocio y el énfasis se pone, a menudo, en ser competitivos en el mercado. A su vez, las diferencias en el tema requieren otras diferencias más : Sensores. A nivel de operario, éstos tienden a ser "tecnológicos", esto es relacionados con el proceso mismo. Los sensores tecnológicos pueden ser instrumentos que miden propiedades físicas, químicas o eléctricas. O pueden consistir en información generada durante el curso del suministro de un servicio, como recuento de unidades o tiempo cronológico. A nivel gerencial, los sensores tienden a ser sistemas de datos resumidos.

Evaluación del comportamiento.

El punto de partida son las mediciones y observaciones realizadas por sensores tecnológicos y humanos. Los datos resultantes se someten a un procesado que suministra la información para la toma de decisiones. En los niveles inferiores, esta información a

menudo se tiene en tiempo real y se utiliza para el control en curso. En niveles más elevados, la información se resume de varias maneras para tener medidas más generales, detectar tendencias e identificar los pocos problemas vitales.

Existe otra necesidad de definir quién hace qué : quién va a interpretar los datos; quién va a determinar qué acciones realizar; quién va a realizar las acciones. En grandes organizaciones, es bastante corriente dividir tales responsabilidades entre diferentes funciones y niveles.

Interpretación : significación estadística.

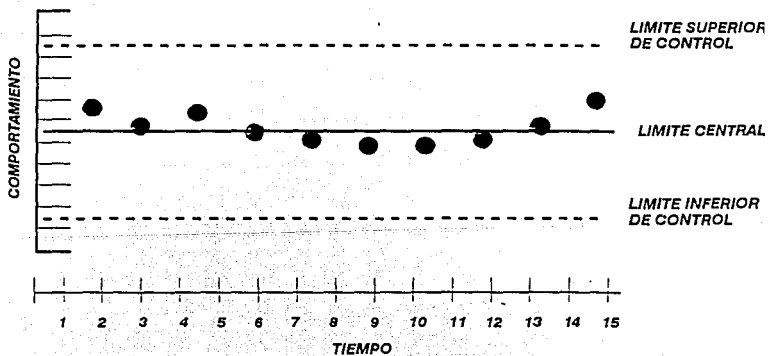
En algunos casos, los datos son concluyentes sobre qué acción se debería ejecutar. En otros casos, hay necesidad de un interpretación. En estos últimos casos, generalmente es útil y a veces necesario, proveer a las partes responsables con herramientas que simplifiquen el hacer las interpretaciones.

Un problema frecuente es la interpretación de las diferencias observadas. Los datos pueden indicar que el producto o proceso presente difiere de la evaluación previa. Una diferencia tal observada puede ser el resultado de (a) un cambio real en el producto o proceso o (b) un cambio aparente que surge de la variación casual.

Un cambio aparente es una especie de falsa alarma. Es una pérdida de tiempo buscar la causa: la causa no se puede encontrar. Por tanto, es útil distinguir de alguna manera entre falsas alarmas y cambios reales antes de tratar de descubrir las causas. Una herramienta elegante para esto es el gráfico de control de Shewhart (o simplemente gráfico de control). Gráfico 3.2.2.

GRAFICO 3.2.2.

GRAFICO DE CONTROL DE SHEWHART



La figura anterior muestra un gráfico de control típico. La escala horizontal es, generalmente, el tiempo o alguna variable relacionada con el tiempo. La escala vertical es el comportamiento. Los puntos trazados muestran los comportamientos sucesivos con el tiempo.

El gráfico también muestra tres líneas horizontales. La línea central es el comportamiento medio a lo largo de cierto intervalo de tiempo anterior. Las otras dos líneas son las líneas límite. Se dibujan para separar las falsas alarmas de los cambios reales, basadas en cierto nivel de probabilidad.

Hay muchos tipos de gráficos de control. Los tipos más importantes son :

- No conformes recientes.
- Número de no conformes.
- Promedio y Recorrido.
- Desviación Media.
- Desviación Estándar.

Estos, se tratan a detalle en cursos de control estadístico de calidad o control estadístico del proceso.

Interpretación : significación económica.

Idealmente, todos los cambios reales deberían servir de estímulo a una acción rápida para restablecer el "statu quo". En la práctica, algunos cambios reales no acaban en tal acción. La razón usual es que los cambios indicados han aparecido en tal cantidad que el personal disponible no puede atender a todos ellos. Por tanto, se establecen prioridades según la significación económica u otros criterios de importancia.

CONCLUSIONES

Y

COMENTARIOS



Conclusiones y Comentarios finales.

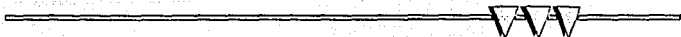
Creo haber mostrado cómo diversas concepciones teóricas (Análisis de Sistemas, Ingeniería de Software y Calidad Total, en nuestro caso) pueden conjuntarse para, a partir de ellas desarrollar alternativas que permitan mejorar el aspecto operativo de una organización con el fin de volverla más competitiva.

Por supuesto, la implantación de una alternativa concreta requerirá entre otras cosas de la aplicación de herramientas matemáticas tales como la estadística, la modelación, etcétera, razón por la cual es indispensable contar con programas de capacitación que, además de los aspectos técnicos introduzcan los elementos de formación para la calidad; y esto, como se ha comentado, es impensable sin el apoyo decidido de la alta gerencia. Ahora bien, en un mundo como el nuestro en el que los procesos de globalización obligan a prepararse para competir airosamente en un mercado donde la lucha por los liderazgos es cada vez más intensa, resulta vital para los dirigentes de toda organización favorecer e impulsar ellos mismos el desarrollo de planes y proyectos que les permitan mantener y aún mejorar su posición en el mercado.

Estoy convencido que el Análisis de Sistemas constituye un marco general adecuado en este sentido y que el enfoque de Calidad Total resulta el instrumento natural para generar propuestas cuya implantación tenga como consecuencia el abatimiento de los costos de la mala calidad y la consiguiente mejora en los servicios.

Pienso sin embargo adecuado agregar que no creo en reglas universales. Así, con todo y mi convencimiento acerca de las bondades de mi propuesta metodológica, estoy lejos de creer que ésta pueda resolver mágicamente todos los problemas. Los sistemas, particularmente aquellos en los que intervienen seres humanos, distan mucho de observar comportamientos mecánicos que puedan ser manejados con facilidad. Por esta razón resulta igualmente importante la participación de otro tipo de profesionales, en particular de ciencias de la conducta y sociólogos que coadyuven a crear el ambiente adecuado que toda nueva propuesta requiere para ser implantada y operada con éxito. Se trata pues de todo un reto; creo que vale la pena asumirlo.

BIBLIOGRAFIA



Christensen, Andrews, Bower,
Business Policy: Text and Cases,
Irwin, 1983.

C. West Churchman,
The Systems Approach,
Dell Publishing Company Inc., 1968.

Arthur D. Hall,
A Methodology for Systems Engineering,
Van Nostrand, 1962.

Velasco, Antígona,
Organización y Sistemas,
IMAS/UNAM, Ciudad Universitaria, 1991.

Ishikawa Kaoru,
What is Total Quality Control? The Japanese Way,
N.J. Prentice-Hall, Inc., 1985.

Lyonnet, Patrick,
Los Métodos de la Calidad Total,
Ediciones Díaz de Santos, S.A., Madrid, 1989.

William J. Latzko,
Quality Control in Banking, in the 1974 National
Operations and Automation Conference Proceedings,
Washington, American Bankers Association, 1974.

P. B. Crosby,
Quality is Free,
New York : McGraw-Hill, 1979, Mentor Paperback, 1980.

W. Edwards Deming,
Quality, Productivity and Competitive Position,
Cambridge, Massachusetts Institute of Technology,
Center of Advanced Engineering Study, 1982.

A. C. Rosander,
La Búsqueda de la Calidad en los Servicios,
Ediciones Díaz de Santos, S.A., Madrid, 1992.

A. C. Rosander,
Case Studies in Sample Design,
New York, Marcel Dekker, 1977.

Juran, Joseph M.,
Quality Control Handbook,
New York : McGraw-Hill, 1974.

Juran, Joseph M.,
Quality Progress,
Juran Institute, 1985.

Juran, Joseph M.,
Quality Improvement for Services,
Juran Institute, 1986.

Juran, Joseph M.,
The Quality Trilogy, Quality Progress,
Juran Institute, 1986.

Juran, Joseph M.,
Juran y el Liderazgo para la Calidad,
Ediciones Díaz de Santos, S.A., Madrid, 1990.