
Visión general

del tema de la

Calidad
y el *Diseño*
Industrial

(con un enfoque japonés)



J O R G E R O D R Í G U E Z M A R T Í N E Z



Jorge Rodríguez Martínez es profesor titular C del Departamento de Procesos y Técnicas de la División de CyAD de la UAM-A desde 1994.

Obtuvo la Licenciatura en diseño industrial en la UAM (1980), y posteriormente la Maestría en diseño industrial en el Pratt Institute de Brooklyn, Nueva York (1985) y la Maestría en administración de empresas en el New York Institute of Technology, Nueva York (1990).

Profesionalmente se desarrolló en la rama del transporte (automotriz, de pasajeros y carga), de la iluminación y en la exhibición.

Su interés por el tema de la calidad surgió a raíz de dos viajes de estudios a Japón, por medio de AOTS (*Association for Overseas Technical Scholarship*); el primero, en 1994, a Tokio y el segundo, en 1999, a Nagoya. Ha tomado cursos y diplomados de calidad en temas como QS-9000, ISO-9000 y técnicas estadísticas.

Imparte, entre otras materias, el Taller Interdisciplinar VIII Calidad,

VISIÓN GENERAL DEL TEMA
DE LA CALIDAD Y EL DISEÑO INDUSTRIAL
(con un enfoque japonés)

Colección:

Libros de Texto y Manuales de Práctica

#109573
CB 2913193

Visión general del tema
de la calidad y el diseño industrial
(con un enfoque japonés)

JORGE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

 **AZCAPOTZALCO**
COSEI BIBLIOTECA

2913193

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector General

Dr. José Luis Gázquez Mateos

Secretario General

Lic. Edmundo Jacobo Molina

UNIDAD AZCAPOTZALCO

Rectora

Mtra. Mónica de la Garza Malo

Secretario

Lic. Guillermo Ejea Mendoza

Coordinador de Extensión Universitaria

Lic. Enrique López Aguilar

Jefa de la Sección de Producción y Distribución Editoriales

Lic. Silvia Lona Perales

Portada, diseño y producción editorial: Amalgama Arte Editorial

www.mxred.com/arteditoral

Primera edición: 2001

ISBN: 970-654-080-6

©Jorge Rodríguez Martínez

©Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco.

Av. San Pablo 180, Col. Reynosa, Tamaulipas

02200. México, D. F.

Tel.: 5318-9223, fax 5318-9222.

Impreso en México/ *Printed in Mexico*

AGRADECIMIENTOS

a mis padres Jorge y Magdalena

*a mis hermanos Mauricio y Claudio,
y mis hermanas Gabriela, Adriana y Karina*

a mi esposa Kena, y mis dos pequeños hijos, Uriel y Aarón

*a Mauricio y a mi amigo Gabriel González H.
que leyeron el texto y aportaron sus comentarios*

*a mis alumnos de la UAM, de las materias de Calidad y de Taller
de Realización II, que son los destinatarios de este trabajo*

*a la Asociación AOTS, tanto en Japón, como en México,
que me permitió conocer la calidad por primera vez*

*a Sivia Lona, que le ha tocado la odisea de que este libro
se haga realidad, primero con su paciencia como correctora de estilo
y posteriormente como jefa de la sección editorial*

*a todos ustedes gracias, que me han permitido ver que esta sencilla primera obra
que escribo salga a la luz, les prometo que no será la última*

Introducción

Quizá para ciertas personas, el tema de la calidad total sea una moda pasajera; sin embargo, algo nos ha enseñado la historia reciente: los países que han sabido imprimir calidad a sus productos de exportación de alguna manera han salido adelante.

Cuando egresé de la universidad como diseñador industrial tenía la idea de que la calidad era responsabilidad, precisamente, del departamento de calidad, de los ingenieros industriales y de técnicos que allí trabajaban. Conforme pasó el tiempo me di cuenta de lo equivocado que estaba, y lo que terminó de abrirme los ojos fue el viaje de estudios que realicé a Japón, a principios de 1994, gracias a la Association for Overseas Technical Scholarship (AOTS), una agencia del gobierno japonés. El curso fue teórico-práctico y brindaba la oportunidad de visitar diferentes plantas industriales de ese país.

Esta visita me permitió entender que el “milagro japonés” lo había logrado la gente trabajadora. A Japón llegan visitantes de todo el mundo, que creen que con sólo comprar las mismas máquinas empleadas por los japoneses para producir conseguirán los mismos resultados; pero al regresar a sus países y echarlas a andar, se dan cuenta de que no es así.

La calidad industrial en Japón ha sido exitosa porque es producto de la organización de todas las personas, en todos los niveles. La calidad total se logra únicamente cuando existe el compromiso de quienes participan en la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Y así como una cuerda se revienta por lo más delgado, lo mismo ocurre con la calidad. Jan

Carlzon lo ha definido así: “El momento de la verdad surge cuando el producto o servicio es ofrecido al cliente; en ese momento sabremos si de algo sirvió toda la capacitación, toda la preparación, o si se perdió el tiempo”.

Si queremos comenzar con una definición de calidad, podemos mencionar frases con las que se le identifica:

- Calidad es hacer bien las cosas y a la primera.
- La calidad comienza desde el origen.
- Debemos tratar a la siguiente persona a quien le entregamos nuestro trabajo como a un cliente.
- La calidad la conozco cuando la veo.
- La calidad es la satisfacción del cliente.
- Solamente lo que es medible es mejorable.

Estas frases se complementan con las ideas que los “gurús” tienen respecto de la calidad:

- Edwards Deming dice: “La calidad sólo tiene significado en términos del consumidor”.
- Joseph Juran asegura: “La calidad está definida por lo adecuado del uso y propósito a los ojos del consumidor”.
- Phillip Crosby comenta: “La calidad es la satisfacción de los requerimientos, pero solamente si éstos reflejan adecuadamente las necesidades y expectativas del consumidor”.
- Kaouru Ishikawa sentencia: “La calidad está conformada por productos y servicios que son económicos, útiles y siempre satisfactorios al consumidor”.

En los anexos se encuentran:

- Refranes y frases que pueden tener relación con la calidad.
- Empresas, productos y servicios que usan la palabra **calidad** en su imagen gráfica.

Respecto a su estructura, *Visión general del tema de la calidad...* contiene los siguientes capítulos:

1. Evolución del movimiento de la calidad

Es una introducción al tema y acerca de cómo ha ido cambiando el concepto de calidad a través de los años, de actividad empírica a profesional, de tener una naturaleza encaminada a detectar los problemas a una naturaleza preventiva, y de estar determinada por los requerimientos internos de la planta a la de satisfacer los requerimientos del cliente.

2. Teoría de la organización

El interés por la calidad tiene su origen en los diferentes enfoques de las organizaciones:

Estructuralista, que sólo se preocupa por los resultados.

Humano, cuya preocupación principal es la persona.

Sistemas, una combinación de los enfoques anteriores.

El movimiento de la calidad total. En este aspecto menciono las aportaciones de los principales estudiosos de la calidad, como son: Edwards Deming, Joseph Juran y Kaouru Ishikawa.

3. El caso de Japón

Este caso es especial, ya que después de su derrota durante la segunda Guerra Mundial, Japón se lanzó a la conquista de los mercados extranjeros, aunque tenía en su contra la mala fama de sus productos “baratos pero malos”. La estrategia económica que utilizaron fue de supervivencia porque, al ser un país de extensión territorial muy pequeña (una quinta parte de la superficie de México), montañoso y pobre en recursos materiales, no tenía otra opción más que exportar. Los estadounidenses Deming y, posteriormente, Juran, le mostraron cómo mediante la calidad podrían mejorar la imagen de sus productos, así que empezaron a usar el Control Estadístico del Proceso (CEP).

4. Las siete herramientas básicas para la solución de problemas

El doctor Kaouru Ishikawa, uno de los especialistas de la calidad, se refiere a estas herramientas como los “cuadros, diagramas o gráficas que se utilizan

en el estudio y análisis de los problemas de planta y oficinas. Son herramientas muy sencillas que, si se conocen y dominan desde el nivel operativo hasta la gerencia, pueden ayudar a resolver más de 90% de los problemas comunes”. Para ayudar a comprender las siete herramientas se incluye un ejercicio presentado en México por el experto japonés Yokohiro Ando, de AOTS.

5. Diseño para la manufactura

En este capítulo se intenta explicar la relación de la calidad con la manufactura, y la importancia de la planeación correcta desde el principio del proceso. Según la compañía japonesa Toyota, 40% de los problemas de calidad que podría presentar un producto se origina por un mal diseño; 30% son errores de fabricación o ensamble, y el otro 30% se origina en piezas compradas a proveedores.

6. Anexos

Apartado en el cual se presenta información complementaria sobre el tema de la calidad. Se incluye un artículo de la revista, *Soluciones avanzadas*, y un listado de las organizaciones públicas y privadas promotoras de la calidad en México.

Evolución del movimiento de la calidad

Antes de la Revolución Industrial

El artesano cubría prácticamente todos los aspectos de la producción de un objeto; desde seleccionar el material, darle forma y acabado, hasta finalmente venderlo. En cada uno de estos pasos, el artesano decidía si la calidad de su producto era la adecuada; además, la relación con los compradores era directa y personal. El fruto del producto del artesano era (o debía ser) fuente de orgullo. En la Edad Media, los artesanos se organizaron en gremios que, de alguna manera, trataron de estandarizar los productos que vendían y, al mismo tiempo, de conservar la exclusividad de fabricación de ciertos productos.

Revolución Industrial

Surge en el siglo XVIII en Inglaterra. En 1776 el economista inglés Adam Smith escribe el libro *La riqueza de las naciones*, en el cual se menciona por primera vez el principio de la división y especialización del trabajo. Por otra parte, la aplicación de la fuerza motorizada por medio de vapor representa un parteaguas en la historia de la humanidad, ya que significa un aumento potencial en la productividad. Esta especialización en las actividades hace que los operarios de máquinas no manufacturen más que una pequeña parte del rompecabezas final, y que el trabajo se vuelva despersonalizado.

Durante el siglo XIX hubo una explosión demográfica urbana. En la primera mitad del siglo surgieron los ferrocarriles, el telégrafo y otros descubrimientos,

mismos que aceleraron el desarrollo económico y la difusión de la tecnología. Es importante mencionar que en Estados Unidos surgió el Sistema Americano de Producción (SAP), es decir, la estandarización y modularización de partes, que se aplicó al diseño de pistolas, rifles y segadoras mecánicas, entre otros productos; posteriormente fue adoptado por la industria automotriz. Esta forma de producción y el sistema de comunicación que representaban los ferrocarriles, permitió a la población que vivía en lugares apartados adquirir esa clase de bienes, mismos que vendían las tiendas, por catálogo, como lo hizo en sus orígenes la tienda Sears Roebuck.

La demanda de productos por parte de una creciente población urbana era insaciable, lo que provocó cambios en la forma de producción; por ejemplo, surgió la figura del capataz, un obrero con experiencia pero sin ningún otro tipo de preparación, encargado de detectar los productos que estuvieran fuera de especificación. Asimismo, Henry Ford añadió el concepto de línea móvil de montaje, que consistía en la producción estandarizada del Ford modelo T; por primera vez se traía el trabajo a los obreros, los tipos de actividad resultaban sencillos y repetitivos; además, Ford organizó el trabajo por departamentos.

Siglo XX

1920. Los sistemas de fabricación en línea se volvieron más complicados y de mayor capacidad productiva, por lo que fue necesario combinar el producto del trabajo de muchos hombres que elaboraban las mismas piezas. Así surgen los *inspectores de calidad*, personas que trabajan tiempo completo y cuyo objetivo es detectar los productos que no cumplen con las especificaciones de calidad y separarlos de los que sí las cumplen. También se crean los departamentos de control de calidad. Aparecen los postulados de Frederick Taylor, el padre de la ingeniería del trabajo, que aplicó por primera vez los conceptos de tiempo y movimiento.

1930. Los bienes de consumo se producen en forma masiva, el creciente volumen impidió que la inspección se realizara 100%, por lo tanto se optó por utilizar la técnica de muestreo y se empleó por primera vez el Control

Estadístico del Proceso (CEP). El doctor Shewhart, en los laboratorios de *Bell Telephone* estableció, en la década de los 20, el método estadístico para determinar si un proceso está bajo control, con base en las propiedades de la distribución normal y en la teoría de muestras promedio.

1940. Los esfuerzos de producción y de calidad de finales de la década de los 30, y de la primera mitad de la década de los 40, se dedican principalmente a la producción de armas y de equipo militar, mismos que deben ser confiables para combatir durante la Segunda Guerra Mundial. Los sistemas de control de calidad y las normas aplicadas por los estadounidenses y los ingleses fueron secretos militares, que se volvieron del dominio público al finalizar la guerra. En 1947 se establece la Organización Internacional para la Estandarización ISO (por sus siglas en inglés), conformada por cuerpos normalizadores de aproximadamente cien países.

1950. Estados Unidos, durante la década de los 30, sufrió una fuerte depresión económica y posteriormente, en la década de los 40, por la segunda Guerra Mundial, tuvo una demanda de productos acumulada de casi dos décadas, por lo que al finalizar la guerra desarrolló un *boom* económico sin precedentes, con un fuerte crecimiento de la economía. En términos económicos, se puede decir que durante casi veinticinco años, Estados Unidos fue la potencia número uno, sin rival en el mundo. Lo que se vivió en esa época, especialmente para los productores estadounidenses, se conoce como un Mercado de Vendedores; la demanda para sus productos era tan grande que ponía a los fabricantes en una posición ventajosa y, por lo tanto, los consumidores tenían que conformarse con poca variedad para escoger y productos de baja o mediana calidad.

Japón, el país derrotado en la guerra del Pacífico, a diferencia de Estados Unidos, se enfrentó a la disyuntiva de qué hacer para sobrevivir, dadas sus características: era un país sobrepoblado, pequeño en extensión territorial y pobre en recursos materiales. El Japón tenía que exportar para salir adelante, pero debería enfrentar el problema de la mala imagen de sus productos, considerados “baratos pero malos”. Se formaron, entonces, varios organismos que tendrían una gran importancia en el desarrollo económico

del país, entre ellos la Unión de Científicos e Ingenieros del Japón (JUSE) y el Ministerio de Comercio Internacional e Industria (MITI).

A principios de esa década, los doctores estadounidenses Deming y Juran visitaron el Japón para enseñar el CEP e impartir seminarios sobre productividad.¹

1960. La estandarización industrial se generaliza durante esta década. Para 1962, la JUSE propuso la formación de los círculos de calidad, mismos que han sido una de las grandes aportaciones de Japón al movimiento del control total de la calidad.

A los integrantes de estos círculos se les enseñaron las herramientas estadísticas de la calidad para poder enfrentar los problemas. Las herramientas se utilizaron no sólo por los operarios, sino por los supervisores, gerentes y directores.

1970. El enfoque del control de la calidad amplía su radio de acción y deja de estar circunscrito únicamente a las áreas de producción. Pasa a formar parte de los objetivos por conseguir en todas las áreas de la compañía. Surge el concepto de la calidad total, término acuñado por el doctor Feigenbaum. La calidad surge como una estrategia fundamental para la competitividad, y una herramienta imprescindible de toda actividad empresarial.

El embargo petrolero árabe de 1973 y 1975 provoca una crisis energética; los autos japoneses que eran compactos, económicos, rendidores y de una calidad aceptable, salen bien librados de esta crisis. Otros productos japoneses, como las cámaras fotográficas, aparatos electrónicos de consumo, motocicletas, etcétera, consolidan su posición, basada en una política de intensa producción, buen costo y durabilidad, así que logran un gran impacto en los mercados europeos y americanos.

1980. El concepto de calidad total implica la satisfacción de los requerimientos y expectativas del cliente, y no sólo el cumplimiento de los requerimientos internos de la compañía. La calidad se convierte en un

¹ En el capítulo 3 se discute ampliamente el caso de Japón.

compromiso total de la empresa, lo cual demanda un cambio de actitud de todas las personas, de todos los departamentos en todos los niveles.

Se aplica la filosofía de la mejora continua (kaizen) en las compañías japonesas, al mismo tiempo que se buscan nuevos mercados y los consumidores se vuelven más exigentes.

En Estados Unidos, las compañías locales pierden participación de mercado ante la invasión de productos asiáticos que ofrecen mejor precio a los consumidores; esto provoca un cierre masivo de empresas, en muchas ramas de la economía; sin embargo, el doctor Juran pronosticó que en los 90 Estados Unidos resurgiría, como de hecho ha venido ocurriendo con la industria automotriz.

En 1987 surge la norma ISO 9000 (International Standardization Office), creada por la Organización Internacional de Normalización, con sede en Ginebra, Suiza. Estas normas, que son obligatorias en la Comunidad Económica Europea (CEE) y que extienden su influencia por todo el mundo, tienen por objeto determinar los elementos que debe incluir un sistema destinado a controlar y garantizar la calidad en las empresas de los ramos de manufactura y servicios.

En esta década se hace evidente el surgimiento de un mercado de compradores, en el que habrá mucha oferta y menor demanda. Los compradores pondrán sus condiciones y la competencia entre compañías deberá ser madura, lo cual es un reflejo de la globalización económica que vivimos.

1990. Surge el concepto de Administración Total de la Calidad (TQM, por sus siglas en inglés). Esta forma de organización de la compañía está basada en la calidad, en la participación de todos sus miembros y en la búsqueda del éxito a largo plazo a través de satisfacer al consumidor y beneficiar a los miembros de la organización y de la sociedad. Japón se convierte en líder mundial en la producción de robots industriales, cámaras fotográficas, maquinaria de tipo industrial y de control numérico, autos deportivos y de lujo (ya no sólo de autos compactos, como al inicio) y motocicletas.

Los productos japoneses se distinguen por su calidad, durabilidad, confiabilidad y alta tecnología.

La calidad en México

Los criterios establecidos por la norma ISO 9000 se siguen en todo el mundo, y cada vez son más las compañías certificadas. La certificación se ha convertido en un requisito obligatorio para comerciar con ciertas compañías o para exportar a determinados países europeos, por ejemplo.

Surgen las normas QS 9000 (Quality Systems), que son aplicadas por la industria automotriz de Estados Unidos, Canadá y México, y se basan en las normas ISO 9000, aunque tienen un mayor énfasis en manufactura.

En esta década surgen las normas ecológicas que se conocen como ISO 14000, las cuales se ocupan del medio ambiente (en México se les dio el nombre de “industrias limpias”). Aparece también el concepto “diseño verde”, que engloba desde los procesos y materiales utilizados en la manufactura de un producto, hasta lo que ocurrirá con el producto cuando termine su ciclo de vida útil.

El proceso de industrialización de la economía mexicana tuvo su origen a partir de la Segunda Guerra Mundial y su objetivo era la “sustitución de importaciones”; es decir, se pretendía crear el tejido industrial del país. Esta política funcionó bien durante varias décadas de crecimiento muy rápido, aunque el esquema mostró señales de desaceleración a finales de la década de los 70 y principios de los 80. Las compañías mexicanas que se beneficiaron con el proteccionismo oficial acostumbraron al consumidor cautivo a poca variedad y a una calidad regular o en definitiva deficiente, en su oferta de productos y/o servicios.

El efecto globalizador de la economía mundial obligó a economías cerradas, como la mexicana, a abrirse; fue así como México firmó el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT), en 1987. Este acuerdo obligó a bajar los aranceles y facilitó la importación de productos. El consumidor mexicano se vio beneficiado cuando aumentaron la variedad y la calidad de la oferta. Muchas compañías mexicanas no se pudieron adaptar al cambio.

En 1994 entra en funciones el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC), con lo cual la exigencia de tener sistemas de calidad aumenta para las empresas mexicanas que quieren exportar.

En 1996 existían 450 empresas certificadas con ISO 9000 y para 1999 el número rebasa las mil empresas. Este número contrasta con las diez empresas certificadas en 1990.

La industria ensambladora mexicana y todo el sector de autopartes representan un ejemplo de a dónde debe llevarnos la calidad. Esta industria introdujo severos cambios y mejoras en sus sistemas de calidad desde mediados de los 80. Ahora los cambios están dando frutos y se tiene una calidad reconocida internacionalmente; tan es así que, en 1998 la industria mexicana, pudo exportar más de un millón de vehículos.

La preocupación por la calidad llegó también al gobierno, de tal manera que, desde 1997 en el INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) se inició el Programa de la Mejora de la Calidad.

Por su parte, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Secofi) va a poner en operación el Sello de Excelencia, a fin de identificar los productos de mayor calidad en cada sector productivo. Se trata de un programa de nivel federal que permitirá impulsar la comercialización de los mejores artículos en cada rama fabril.

De esta forma, la Secofi promovería un esquema similar al que existe en algunos países europeos en donde un distintivo específico reconoce el cumplimiento de los máximos estándares exigidos.

Para el otorgamiento de dicho reconocimiento se constituiría una especie de consejo regulador de cada rama productiva —similar al que existe para el tequila—, que estaría integrado por personajes reconocidos, técnicos especialistas y que, además, no pertenecieran al sector fabril para evitar malos manejos o actos de corrupción.

La Subsecretaría de Normatividad y Servicios a la Industria y al Comercio Exterior trabaja en el diseño del programa que se pretende pueda ser puesto en operación en 1999.²

² Lourdes, González Pérez. "Impulsa Secofi el sello de excelencia en mercancías". en *El Financiero*. México, 3 de junio de 1998, p. 24.

Figura 1.1. Sello para productos de calidad *



DISEÑO: LUIS ALMEIDA

*Breve historia de las organizaciones promotoras de calidad en México*³

Organismos promotores

Los primeros esfuerzos para promover prácticas orientadas a mejorar la productividad en México se inician con el Centro Industrial Productividad (CIP), creado en 1954. En 1966 se crea el Centro Nacional de Productividad (Cenapro), el cual se convertiría en 1976 en el Instituto Nacional de Productividad (Inapro).⁴

El Centro de Productividad de Monterrey (CPM) nace en 1966 en la ciudad de Monterrey, importante centro industrial del norte del país. El CPM ha impulsado durante más de treinta años el movimiento hacia la calidad en esa región del país, creando en 1990 el Premio Nuevo León a la Calidad.

El Instituto Mexicano de Control de Calidad (Imercca) fue creado en 1973 y, desde sus inicios, ha realizado una importante difusión de las técnicas de control de calidad mediante seminarios, congresos y talleres.

* Se pretendía utilizar este sello en productos agrícolas y lo expediría la (Sagar) como garantía de calidad.

³ Texto de Raúl Castañón Martínez, Secretario de la Asociación de Ex-Becarios de AOTS, México-Japón, A. C.

⁴ Estos datos fueron tomados de la conferencia impartida en la Amacat. "Calidad y productividad en México: perspectivas y retos", por Joaquín I. Peón Escalante (noviembre de 1995) y publicada en *Calidad Total/Perspectivas*, 1/96, Fundación Mexicana para la Calidad Total, México, 1996.

En 1984 se funda, en Monterrey, el Centro de Calidad del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), el cual ha cumplido con la importante tarea de promover técnicas de control de calidad, con el apoyo de Ford Motor Company y la participación de especialistas de la Unión de Científicos e Ingenieros del Japón (JUSE).

En 1987 es creada la Fundación Mexicana para la Calidad Total (Fundameca). Fundameca se ha convertido en la institución promotora más importante en México, realizando grandes esfuerzos a nivel nacional mediante conferencias, congresos, publicaciones y talleres.

Fundameca se ha dirigido especialmente a los líderes empresariales, políticos, académicos y sindicales. Entre las principales aportaciones de Fundameca, destaca la creación del Premio Nacional de Calidad, con el apoyo de la Secofi, en 1989. Este sigue el esquema del Premio Deming (Japón) y del Premio Nacional de Calidad Malcolm Baldrige (Estados Unidos), aunque desde su primera versión (1990–1993) ha aportado elementos que han servido como modelo para otros países en América Latina e incluso para el mismo Baldrige.

El Premio Nacional de Calidad se ha convertido en un importante instrumento para la promoción de la cultura de calidad en México. En su más reciente revisión, incorpora nuevos elementos para evaluar el desempeño de las organizaciones e incluye en sus categorías a organizaciones de gobierno y microempresas.

Grupos de intercambio y de apoyo

En 1985, a partir de un grupo de intercambio y aprendizaje surge la Asociación Mexicana de Administración de Calidad Total (Amacat), la cual se constituye formalmente durante el II Congreso Internacional de Calidad Total organizado por Fundameca en 1990. Amacat se ha constituido como un grupo de intercambio y contribuye con un enfoque abierto y crítico a la difusión de prácticas de calidad en nuestro país.

La Asociación de Ex-Becarios de AOTS México–Japón promueve en México las becas de The Association for Overseas Technical Scholarships,

organización privada del Japón que ha becado a más de 1 300 mexicanos para estudiar en este país técnicas de calidad, producción y administración de recursos humanos. A través de AOTS México–Japón, se creó en 1995 el México Kenshu Center, el cual ofrece cursos en el Sistema Japonés de Administración y Calidad.

Otros grupos y organismos promotores

Existen en México varios centros promotores, tanto de la iniciativa privada y universidades como de los gobiernos estatales y federal, los cuales cumplen con la tarea de difundir e impulsar la cultura de calidad en el país.

Entre estos grupos podemos mencionar a los Centros Estatales, los cuales han surgido, en su mayoría, por iniciativa de los gobiernos estatales; así como el Instituto Tamaulipeco para la Productividad y Calidad (Itec) y el Centro Chihuahuense para la Calidad y la Productividad. Asimismo, algunos estados de la República cuentan con premios de calidad, entre ellos Guanajuato, Querétaro, Veracruz y Aguascalientes.

Otros grupos y organismos promotores han surgido dentro de las cámaras y asociaciones industriales, tanto en el nivel nacional como regional. Tal es el caso del Centro de Calidad y Competitividad de la Confederación de Cámaras Industriales (Concamin), que organiza reuniones de trabajo y seminarios, y proporciona orientación y asesoría; regionalmente se cuenta con el Comité de Calidad de la Asociación de Industriales del Sur de Tamaulipas (Aistac), organismo de la zona conurbada del sur de Tamaulipas.

Preguntas de autoevaluación

Revolución Industrial

1. ¿Cuál era la percepción de la calidad antes de la Revolución Industrial y quién la determinaba?
2. ¿Cuáles son las principales características de la Revolución Industrial?
3. ¿Cómo se evaluaba la calidad en el siglo XX?
4. Menciona las diferencias entre un capataz y un inspector de calidad.

La calidad de 1900 hasta la segunda Guerra Mundial

5. ¿En qué consiste el Control Estadístico del Proceso (CEP)?
6. ¿Quién fue el doctor Shewart (de los laboratorios de AT&T), y cuál fue su contribución al movimiento de la calidad?
7. ¿De qué manera utilizaron los estadounidenses y los ingleses los Sistemas de Calidad y las Normas durante los años 30 y 40, y qué importancia tuvieron en el desenlace de la Segunda Guerra Mundial?
8. ¿Cuál es la diferencia entre un mercado de vendedores y un mercado de compradores?, ¿cuál es su repercusión en la percepción de la calidad que tiene el usuario?
9. ¿Qué organismo internacional de normalización (estandarización) se creó en 1947, después de la Segunda Guerra Mundial, y cuál ha sido su función?

La calidad en el mundo después de la segunda Guerra Mundial

10. ¿Qué cambios ocurrieron en Japón respecto a la calidad durante las décadas de los 50 y los 60?
11. ¿Qué impacto tuvo el embargo petrolero de los países árabes durante la década de los 70, en la economía mundial?, ¿de qué manera se vieron favorecidos los productos japoneses?
12. Mencionar algunos sucesos relevantes en el mundo de la calidad durante la década de los 80.
13. Mencionar cuáles serán las tendencias de la calidad en la década de los 90 y principios del siglo XXI.

La calidad en México

14. ¿Cómo ha evolucionado la calidad en México a partir de la segunda mitad de este siglo?
15. ¿Qué impacto ha tenido para los productos mexicanos el que México se adhiriera, en 1985, al GATT y, en 1994, el hecho de que entrara en vigor el TLC con Estados Unidos y Canadá?
16. ¿Qué papel juega un diseñador industrial en la calidad de un producto?
17. ¿Qué imagen crees que se tenga en el extranjero de la calidad de los productos “Hecho en México”? Si es posible, documéntate y pregunta a algún extranjero o representante de una compañía transnacional establecida en México, antes de contestar la pregunta.

Actividades sugeridas

1. Consultar la Revista del Consumidor, que se publica mensualmente, analizar alguno de los estudios sobre productos (electrodomésticos, aparatos de sonido, computadoras, etcétera) y evalúa los resultados. La revista estadounidense que es la contraparte de la mexicana se llama Consumer Reports.
2. Consultar las siguientes páginas en Internet
 - a) Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco):
<http://www.profeco.gob.mx/>
 - b) Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Secofi):
<http://secofi.gob.mx>
 - c) Dirección General de Normas (DGN):
<http://secofi.gob.mx/dgn1.html>
3. Analizar productos similares (por ejemplo herramientas, autos, juguetes, electrodomésticos, etcétera) provenientes de diferentes países y determinar con base en un estudio practicado por los participantes cuál es el mejor. Los productos podrían venir de Japón, Taiwan, Corea del Sur, México, Estados Unidos, Brasil, etcétera.

Videos relacionados con el tema

Sección audiovisual de la biblioteca (Cosei) de la UAM Azcapotzalco

Número	1 436	duración 28'	<i>El mundo industrial.</i>
Número	731	duración 23'	<i>La Revolución Industrial en Estados Unidos (siglo XVIII y XIX).</i>
Número	1 436	duración 25'	<i>La Revolución Industrial en Inglaterra (siglos XVIII, XVIII).</i>
Número	741	duración 38'	<i>Paradigmas.</i> Las personas, compañías y países pueden llegar a caer presas de sus paradigmas y temerle al cambio.
Número	741	duración 30'	<i>Pioneros de paradigmas.</i> Ejemplos de compañías y personas que se atrevieron a romper sus paradigmas.
Número	741	duración 32'	<i>El poder de una visión.</i> Las compañías y las personas deben tener una visión que le dé dirección a sus acciones.

Bibliografía

Castañón Martínez, Raúl, Secretario de la Asociación de Ex-Becarios de AOTS, México-Japón, A. C.

González Pérez, Lourdes, “Impulsa Secofi el sello de excelencia en mercancías”, en *El Financiero*, México, 3 de junio de 1998, p. 24.

Peón Escalante, Joaquín I., Conferencia impartida en la Amacat, “Calidad y productividad en México: perspectivas y retos”, noviembre de 1995, publicada en *Calidad Total/Perspectivas*, 1/96, Fundación Mexicana para la Calidad Total, México, 1996.

Teoría de la organización

Para poder ubicar el origen del movimiento hacia la calidad total es necesario revisar las diferentes teorías de la organización, siempre en busca de una mejor productividad. Las diferentes escuelas que han existido son consecuencia de una evolución gradual. Enumeraremos las principales.

Enfoque estructuralista. Busca mayor calidad en los productos mediante una mejor organización, administración y aprovechamiento de los recursos, entre éstos el humano. Entre los principales representantes de esta escuela se encuentran:

- Henry Fayol, padre de la administración.
- Frederick Taylor, padre de la administración científica y de la ingeniería industrial.
- Max Weber, padre de la burocracia.

Enfoque humano. Para los seguidores de esta escuela lo más importante es la persona. Algunos de los representantes de este enfoque son:

- Abraham Maslow, con su pirámide de las cinco necesidades básicas de los hombres.
- Elton Mayo, padre de las relaciones humanas, realizó el experimento Hawthorne.
- Douglas McGregor, creador de la teoría X y Y.
- William Ouchi, desarrolló la teoría Z (*Theory Z* y *The M-Form Society*).
- Frederick Herzberg, considera dos factores vitales en cualquier trabajo: a) de mantenimiento y b) de motivación.

Enfoque de sistemas. Es una combinación de los enfoques estructuralista y humano. Surgió en la década de los 80 y todavía está en desarrollo. Pese a que no ha sido muy difundida, engloba a toda la organización y propone un conjunto de estrategias organizacionales. Destacan entre sus representantes: Beer, Checkland —Soft System Methods (SSM) (Métodos de Sistemas Suaves); surge en los 90—. Jackson y Bertalanffy.

Movimiento hacia la calidad total. Busca resultados de mejoría en la productividad tomando en cuenta, sobre todo, el aspecto humano. El concepto de calidad engloba a toda la empresa, de allí viene el nombre de total. Participaron en este movimiento:

- Edwards Deming. Contribuyó al desarrollo del movimiento de la calidad en Japón proponiendo sus catorce puntos para la administración; así como las siete enfermedades para una compañía y lo que considera obstáculos para cualquier organización.
- Joseph Juran. Al igual que Deming, este teórico también contribuyó al movimiento de la calidad en Japón, definiendo diez pasos para mejorar la calidad.
- Philip Crosby. Ingeniero de calidad, autor y consultor, propone catorce puntos para la mejora de la calidad.
- Armand Feigenbaum. Desarrolló el concepto de Control Total de la Calidad (TQC).
- Kaouru Ishikawa. Japonés, expresidente de la JUSE y pionero de la calidad en Japón, fue el creador del Diagrama de Pescado (o de causa y efecto) y precursor de los círculos de calidad.

Enfoque estructuralista

Concepto de organización. Las organizaciones son unidades sociales estructuradas por varios elementos, como son: *a)* coordinación; *b)* división de labores; *c)* asignación de autoridad y delegación de responsabilidades, y *d)* obtención del máximo aprovechamiento en los fines fijados, con los

elementos disponibles. Se busca obtener resultados por medio de la solución de problemas, el ser humano es visto como una “máquina” que debe producir.

Henry Fayol

Teórico de origen francés, considerado padre de la administración. En 1910 publicó el libro *Administración industrial*. Su teoría se centra en la estructura; establece catorce principios de administración. Los elementos primarios son: planeación, organización, dirección, coordinación y control, aplicación del método científico a los problemas de producción. Fayol propone aumentar la eficiencia de la empresa a través de los componentes de la organización, donde quede bien estipulada la división del trabajo, la autoridad, la disciplina, la unidad de mando y la subordinación de los intereses individuales a los del grupo.

Frederick Taylor

Padre de la administración científica y de la ingeniería industrial. Teórico de origen norteamericano; en 1911 publicó su libro *Los principios de la organización científica*, en éste establece las grandes pérdidas de materiales y de tiempo que pueden existir en un país por la falta de una organización científica.

El objetivo principal de Taylor fue mejorar la productividad de la empresa a través del aumento de eficiencia a nivel operacional, poniendo el mayor énfasis en las tareas. Es también el creador de los conceptos de tiempo y movimientos usados en la ingeniería industrial, los cuales buscan la simplificación y estandarización de las tareas.

Los principios de la “administración científica” son: ciencia en lugar de empirismo, rendimiento máximo, desarrollo de cada hombre para alcanzar una mayor eficiencia. También pretende motivar la cooperación y alcanzar la armonía en vez de la discordia.

El estilo de trabajo tayloriano es criticado en la película *Tiempos Modernos* de Charles Chaplin.

Max Weber

Es considerado el padre de la burocracia. Weber, de origen alemán, escribió en 1921 el libro *La teoría de la organización social y económica*. Su teoría pone mayor énfasis en la estructura y en aumentar la eficiencia a través de la aplicación rígida del modelo burocrático; resalta la importancia de la forma, el concepto de jerarquía, la especialización de la tarea, las normas fijas de conducta y registros. Sin embargo, actualmente se considera a la burocracia como un tipo de organización impersonal que no permite un liderazgo competitivo, ni siquiera la supervivencia en un entorno dinámico.

Weber planteó la conveniencia del profesionalismo, pues creía que el sistema burocrático solamente puede funcionar adecuadamente si se cuenta con personal competente y especializado.

Enfoque humano

Este enfoque, como su nombre lo indica, concede mayor importancia a la persona, a sus necesidades y motivaciones. Con esta teoría se realizan los primeros esfuerzos de experimentación científica sobre problemas humanos; se empieza a tratar al hombre como algo más que “un par de manos” y se intenta corregir los excesos del enfoque estructuralista, cuyo énfasis estaba en la estructura de la organización o en las tareas de producción desempeñadas por cada persona.

El enfoque humano busca la integración de las personas (por ejemplo, el trabajo en equipo), el desarrollo de la responsabilidad y el respeto al individuo.

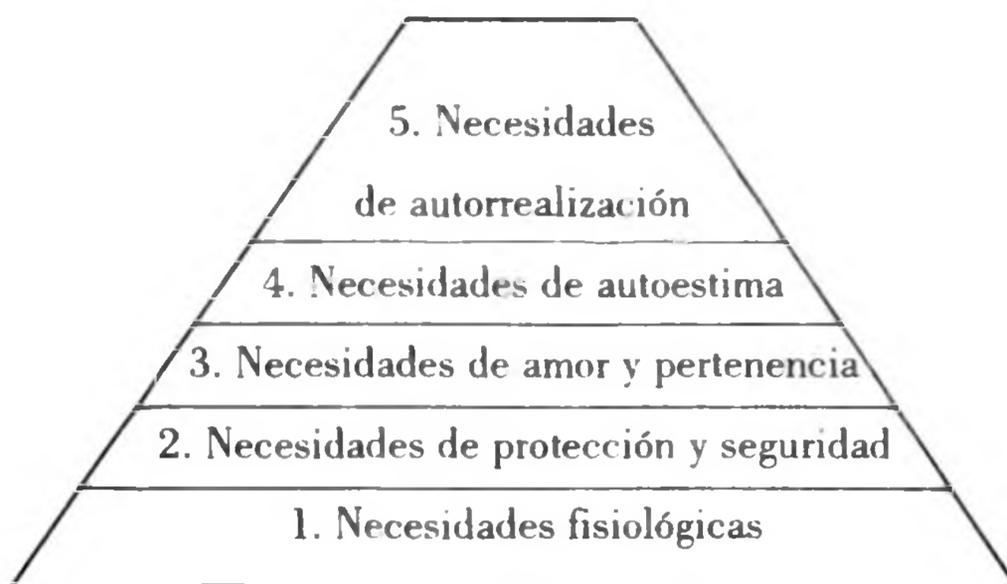
Abraham Maslow

De origen norteamericano, recibió el grado de doctor en psicología por la Universidad de Wisconsin en 1934. Maslow sostenía que los impulsos naturales de los hombres son más buenos que malos; y que cada hombre tiene un impulso natural hacia la salud, la felicidad y el éxito, y no hacia el pesimismo.

Plantea en su teoría que el hombre tiene “cinco necesidades básicas”, publicadas en los 60 y arregladas en orden ascendente de importancia. Solamente las necesidades que no han sido satisfechas funcionan como motivadores, una vez que la necesidad ha sido satisfecha, el siguiente nivel superior es el que aparece como motivador. Estas cinco necesidades básicas son:

1. **Fisiológica.** Son las necesidades primarias y básicas para cualquier persona, sin las cuales no podría existir: comida, abrigo, aire, etcétera.
2. **De protección y seguridad.** Son las necesidades secundarias básicas, que surgen una vez que se han cubierto las fisiológicas; se refieren a tener una casa donde vivir, un trabajo, una familia.
3. **De amor y pertenencia (también llamadas sociales).** Son las necesidades de pertenecer a un grupo, de “sentirse amado”. El hombre es gregario por naturaleza, por lo tanto no puede vivir aislado.
4. **De autoestima.** Las dos últimas necesidades son más difíciles de satisfacer. La autoestima está relacionada con la imagen que tenemos de nosotros mismos, o por lo que uno cree de sí mismo.
5. **De autorrealización.** Ésta es la “punta de la pirámide”, el nivel más difícil de alcanzar, ya que se deben haber cubierto los cuatro inferiores; sólo las personas que decimos “están realizadas” alcanzan este nivel porque conocen a dónde van, son dueños de su destino, además, disfrutan sus actividades o trabajo(s).

Figura 2.1. Pirámide de necesidades de Maslow



Elton Mayo

Nació en Australia, se desarrolló profesionalmente en Estados Unidos; es considerado el padre de las relaciones humanas. A partir de 1926 trabajó como investigador industrial para la Harvard Business School. En 1929 realizó su experimento más importante en la compañía Western Electric, en Hawthorne, el cual consistió en determinar de qué manera afectaban las variables del ambiente (iluminación, ruido, etcétera) la productividad de los trabajadores. Para llevar a cabo el experimento, redujo el nivel de iluminación de un departamento; sorpresa de todos: ¡aumentó el nivel de producción! Posteriormente incrementaron el nivel de ruido y, contrario a lo que se esperaba, ¡también aumentó la producción!

Las conclusiones a las que llegaron fueron denominadas efecto Hawthorne; éste explicaba que un trato especial (el que recibió precisamente uno de los departamentos de la empresa), y aun el abuso, puede producir resultados positivos gracias al factor humano. La productividad se dio principalmente en función de la actitud de los trabajadores.

La atención que recibieron los trabajadores del departamento analizado produjo en ellos un estado y un sentimiento de importancia respecto a los departamentos que no participaron en el experimento.

Las conclusiones de Mayo y su equipo de investigadores fueron:

1. Las necesidades sociales y psicológicas del hombre son igualmente motivadoras que el dinero.
2. La interacción social del grupo de trabajo es tan influyente como la organización de la tarea real del trabajo.
3. No debe ignorarse el factor humano en la planeación correcta de la administración.

Douglas McGregor

Teórico de origen norteamericano que llegó a ser presidente del Colegio Antioch. A él se debe la llamada teoría X y Y, en la cual se refiere al hombre y su motivación, elementos que conforman dos grupos extremos:

Teoría X. Al hombre promedio le disgusta el trabajo y lo evitará en la medida de lo posible. La teoría se apoya en los siguientes conceptos:

- La mayoría de la gente tiene que ser obligada o amenazada con un castigo para que cumpla con sus obligaciones.
- El individuo promedio es básicamente pasivo, y prefiere ser dirigido a asumir cualquier riesgo o responsabilidad.
- El tipo de liderazgo es autocrático, este concepto está de acuerdo con la teoría de administración científica de Taylor: “a los hombres no les gusta el trabajo y solamente funcionan en un ambiente controlado de trabajo”. El sistema tayloriano separa la planeación de la ejecución, al administrador del trabajador. Los trabajadores son algo desechable que se puede comprar o vender.

La teoría X se aplicó ampliamente en Estados Unidos durante su industrialización, a finales del siglo XIX y principios del XX; en esa etapa lo más relevante fue la producción en masa y el aumento de la productividad, pero sin darle mayor importancia a los aspectos de calidad, ya que la demanda de productos era muy alta y había poca competencia. Existía un mercado de vendedores.

En realidad, esta teoría sigue vigente en un gran número de empresas en México y en otros países.

Teoría Y. Parte del extremo opuesto de las suposiciones respecto a X, una organización que se basa en la teoría Y tiene menos supervisión, y la autoridad está descentralizada. Esta teoría parte de los siguientes conceptos:

- El trabajo es tan natural para el hombre como el descanso, por lo tanto no lo evita.
- El individuo se interesa en las metas de la organización, gracias a su propia motivación y satisfacción.
- El individuo promedio quiere aprender sin eludir la responsabilidad.
- El tipo de liderazgo que se busca es de tipo democrático y por consenso.

La competitividad de los productos estadounidenses comenzó a hacer crisis a finales de la década de 1970 y durante la década de 1980; esto fue, en parte, el reflejo de la aplicación de la teoría X en la mayoría de las

empresas. La competencia a la que se enfrentaron venía de los productos de compañías como las japonesas, que basaban su filosofía en que los trabajadores son el recurso más importante, con capacidad para ser creativos y tomar responsabilidades.

La teoría Y es más adecuada para un mercado altamente competitivo y con mucha calidad, que se conoce como un mercado de compradores, aunque para su aplicación es necesaria una fase de concientización, un ambiente de respeto mutuo y de mejora continua en que la gente esté convencida de la participación total y grupal en la organización.

William Ouchi

Estadounidense, profesor de la Escuela de Graduados de Administración de la Universidad de California, en Los Ángeles. Es consultor y autor de los libros *Theory Z*, 1981 y *The M-Form Society*, 1984.

La teoría Z emana de un estudio comparativo que realizó Ouchi acerca de las características principales de las compañías japonesas y de las estadounidenses, y cómo las integra en un tipo de compañía que él denominó Z, la cual reúne los mejores rasgos de las dos culturas.

Cuadro 2.1. Estudio comparativo que dio origen a la teoría Z

CARACTERÍSTICAS DE LAS COMPAÑÍAS JAPONESAS	CARACTERÍSTICAS DE LAS COMPAÑÍAS ESTADOUNIDENSES	TEORÍA Z
<ul style="list-style-type: none"> • Empleo de por vida. • Toma de decisiones en forma colectiva. • Responsabilidad colectiva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Empleo durante un corto plazo. • Toma de decisiones en forma individualizada. • Responsabilidad individual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Empleo de por vida. • Toma de decisiones en forma colectiva. • Responsabilidad individual.

<ul style="list-style-type: none"> • Promoción a nuevos puestos en forma lenta. • Mecanismos de control implícitos. • Carrera dentro de la compañía no especializada (visión general). • Preocupación de tipo holístico por los empleados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción rápida. • Mecanismos de control explícitos. • Carrera dentro de la compañía especializada. • Preocupación en forma segmentada por los empleados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promoción lenta. • Control de tipo informal. • Carrera moderadamente especializada dentro de la compañía. • Preocupación de tipo holístico por los empleados.
--	---	--

En su segundo libro, *The M-Form Society*, el autor menciona tres elementos necesarios para que una sociedad de este tipo interactúe y sea efectiva:

1. Las asociaciones de comercio del país deben estar fuertemente unidas, deben existir fuerzas activas buscando nuevas iniciativas de negocios y patrocinar investigación y desarrollo (I + D) que a todos beneficie.
2. Organización gubernamental responsable, sin afiliación partidista, que organice foros para la toma de decisiones en asuntos de negocios que tengan importancia para todo el país, y que sirvan también para impulsar nuevas iniciativas.
3. Que exista una participación activa de los bancos: si los bancos se convirtieran en copropietarios de las corporaciones, ellos podrían asegurar una forma de capitalización más estable.

Frederick Herzberg

Psicólogo norteamericano que en 1966 escribió el libro *Work and the Nature of Man*. Según los postulados de su texto, en la empresa existen dos tipos de factores: *a)* mantenimiento y *b)* motivación.

a) Los factores de mantenimiento son los requisitos indispensables que debe cubrir cualquier empleo: salario adecuado, condiciones de trabajo satisfactorias, seguridad, prestaciones, buenas relaciones interpersonales

tanto con el supervisor y los compañeros del mismo nivel, como con los subordinados.

- b) Los factores de motivación van más allá de los de mantenimiento (considerados primarios y necesarios) porque una vez cubiertos estos últimos, los que actúan son los factores de motivación: el éxito, el reconocimiento, el ascenso, el trabajo mismo, la posibilidad de crecimiento y la responsabilidad.

Enfoque de sistemas

Los autores R. A. Johnson, F. E. Last y J. E. Rosenzweig, en su libro *Teoría, integración y administración de sistemas*, explican:

El concepto de sistema consiste esencialmente en una forma de pensar respecto al trabajo de administración. Proporciona esta estructura para ver factores ambientales externos e internos integrados en un todo. Permite el reconocimiento tanto de la colocación, como de la función propia de los subsistemas. Los sistemas dentro de los cuales deben operar los negocios son necesariamente complejos.

Los mismos autores explican: “cada uno de los sistemas tiene entradas y salidas que pueden ser tomadas como unidades autónomas, se menciona que los sistemas de negocios son subsistemas a su vez, en una o varias industrias, o de la sociedad en su conjunto”.

Por su parte, el autor Ludwing von Bertalanffy, en su libro *A New Approach to Unity of Science*, explica que “se ha plasmado en la teoría una jerarquía de sistemas que puede ser creada como un sistema, como un sistema de sistemas o más aún, como un sistema de sistema de sistema. Este patrón está operando en muchísimos casos, en el cuerpo humano, en la vía láctea y en un sinnúmero de casos más”.

Johnson, Last y Rosenweig afirman, también, que “muchos sistemas organizados constan de planificadores y administradores, controladores y

extraños que pueden ser afectados por la organización y el medio social en que se desenvuelven”. Los sistemas operantes en la organización son:

1) Administrar, 2) hombres que controlen y operen las 3) máquinas, que transformen los 4) materiales en producción o servicios disponibles para los 5) consumidores, cuyas compras sean también buscadas por los 6) competidores, 7) gobierno y público.

Movimiento hacia la calidad total

Edwards Deming

Estadounidense, nació en 1900. Obtuvo el doctorado en física por la Universidad de Yale, en 1928. Trabajó en la Escuela de Graduados del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, impartiendo cursos de estadística y matemáticas. Posteriormente fue consultor en la oficina de censos de EU, donde aplicó las enseñanzas de Shewart sobre (CEP) Control Estadístico del Proceso para el censo de 1940. A partir de 1942, Deming impartió clases de CEP a ingenieros. Tuvo influencia en las personas que formaron la American Society for Quality Control (ASQC) (Sociedad Americana para el Control de la Calidad).

Bajo los auspicios del comandante supremo de los Ejércitos Aliados, el general Douglas MacArthur, quien mantenía ocupado militarmente a Japón, después de haberlo derrotado en 1945, Deming comenzó a enseñar el CEP a los japoneses en 1950, y regresó en ocasiones subsecuentes: en 1951, 1952, 1955, 1960 y 1965. En 1960 el emperador Hiroito le otorgó la prestigiosa orden del Tesoro Sagrado por sus contribuciones al Japón.

En 1951 se estableció el Premio Nacional de Calidad del Japón que, en honor a Deming, lleva su nombre: The Deming Prize.

Después de la Segunda Guerra Mundial, los japoneses afrontaban graves problemas de calidad, además de la mala imagen de sus productos; luego entonces, uno de sus objetivos era la fabricación de productos de calidad superior a un precio competitivo. Los japoneses aceptaron el desafío y

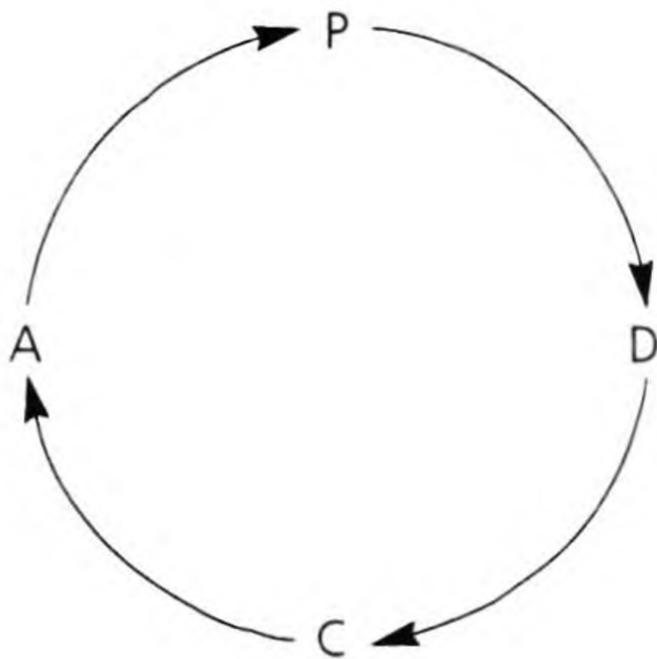
se entregaron por completo al estudio y a la mejora de la calidad en sus productos.

Deming define la calidad como “la cualidad de un producto o servicio de cumplir con las expectativas de los clientes”.

La calidad, según este teórico, está determinada por los factores: *a)* el producto mismo, *b)* el usuario y cómo hace uso del producto y lo que espera del mismo, y *c)* servicio del producto.

Asimismo, propone un círculo de mejora continua, el Círculo de Deming: Plan–Do–Check–Act (PDCA), que en español se conoce como el círculo PERA: Planear–Ejecutar–Revisar–Actuar.

Figura 2.2. Círculo de Deming



1. Planear (diseño del producto con pruebas apropiadas).
2. Ejecutar (fabricación en la línea y prueba de laboratorio).
3. Revisar (venta del producto, lo que se ofrece al cliente).
4. Actuar (investigación, verificación de las reacciones de los consumidores, que deben servir para retroalimentación).

**Deming estructura también catorce puntos
para una mejor administración:**

1. Ser constante en el propósito de mejorar los productos y servicios.
2. Adoptar la nueva filosofía: no podemos tolerar los niveles de aceptación de demoras, errores, materiales defectuosos, trabajos defectuosos.
3. Dejar de depender de la inspección masiva.
4. Acabar con la práctica de adjudicar contratos de compra con base exclusivamente en el precio.
5. Detectar los problemas y mejorar continuamente el sistema.
6. Instituir la capacitación en el trabajo.
7. Instituir métodos modernos de supervisión de los trabajadores.
8. Desterrar el temor, para que la gente pueda trabajar efectivamente.
9. Derribar las barreras que existen entre departamentos.
10. Eliminar los esloganes, las exhortaciones y las metas para la fuerza laboral si no se le dan los métodos para obtener nuevos niveles de productividad.
11. Eliminar las cuotas numéricas para normas de trabajo.
12. Derribar las inhibiciones que impiden sentir orgullo por un trabajo bien hecho.
13. Establecer un vigoroso programa de educación y reentrenamiento.
14. Crear una estructura a nivel dirección que pelee todos los días por los trece puntos anteriores.

Así como se refiere a los puntos que mejorarían la administración, Deming no olvida mencionar lo que considera las siete enfermedades mortales para una compañía:

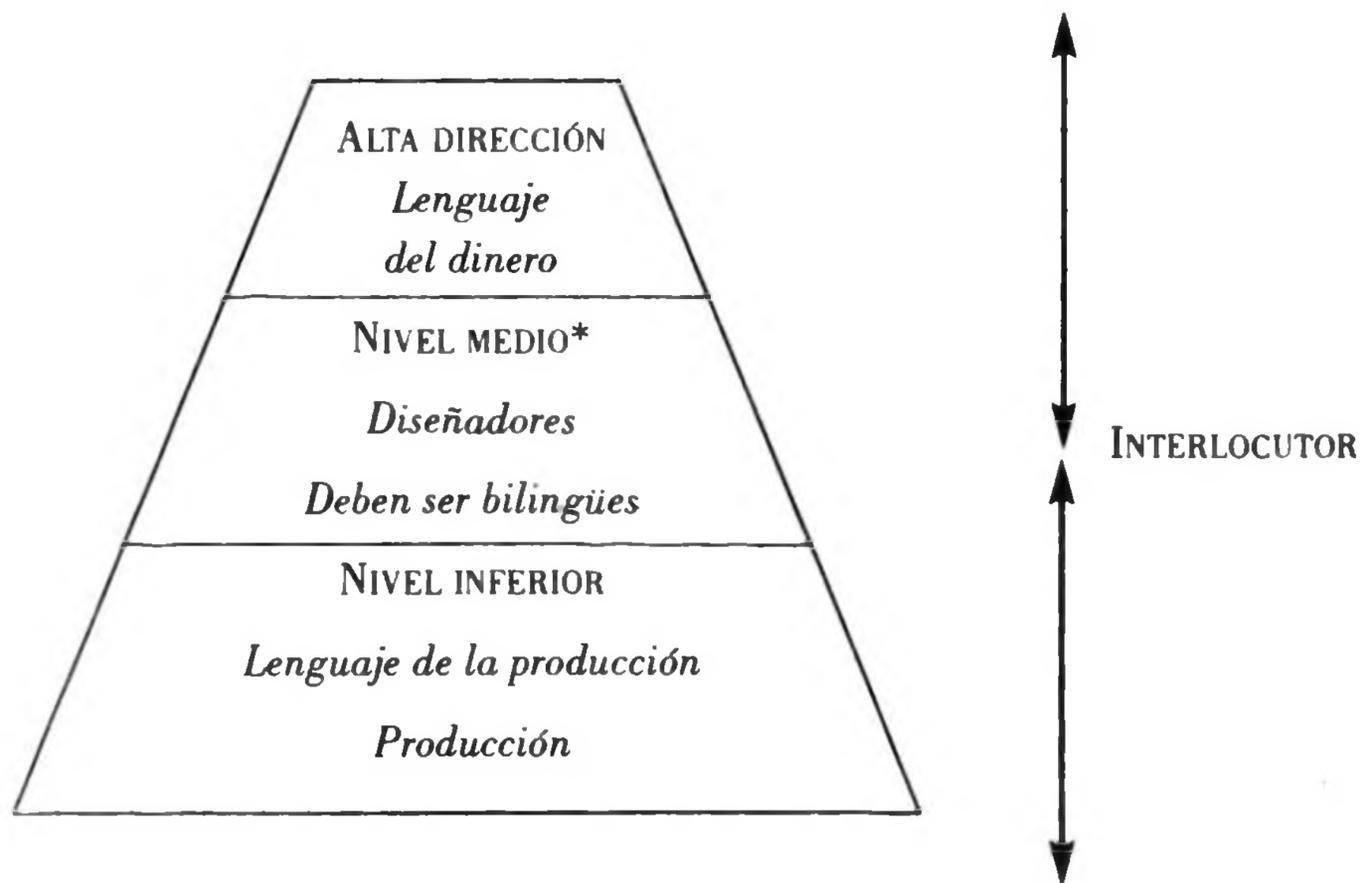
1. Falta de constancia de propósitos.
2. Énfasis en las utilidades a corto plazo.
3. Evaluación del desempeño, clasificándolo según méritos o análisis anual.
4. La movilidad de la gerencia.
5. Manejar una compañía con base sólo en cifras visibles.
6. Costos médicos excesivos.
7. Costos excesivos de garantía fomentados por abogados que trabajan sobre una base de honorarios en caso de imprevistos.

Joseph M. Juran

Nació en Rumania en 1908, es de origen rumano, pero fue educado en Estados Unidos, donde estudió ingeniería y leyes. Desarrolló los principios de control de calidad y productividad que fueron aplicados en Japón, país que visitó por primera vez en 1954. Fue gerente de calidad de la compañía Western Electric, autor y consultor internacional; en 1981, el emperador Hiroito le otorgó la prestigiosa orden del Tesoro Sagrado. Elaboró un enfoque analítico y meticuloso respecto a la administración y defendió siempre el CEP.

Juran consideraba que dentro de una compañía existen múltiples funciones, entre ellas la producción y las finanzas, y cada una desarrolla su propio dialecto. La compañía tiene diversos niveles en su organización, y en ellos también existen diferentes dialectos. Si formamos una pirámide, en la parte inferior está el lenguaje común, el de producción; en la parte superior está el lenguaje de la alta gerencia y dirección, que es el lenguaje del dinero. La gente del nivel medio (que sería el caso de los diseñadores) tienen que ser bilingüe, para desempeñarse como interlocutores.

Figura 2.3. Pirámide de Juran.



* Los gerentes de nivel medio y los diseñadores deben ser bilingües.

De acuerdo con Juran, el 15% de las variaciones comunes pueden ser controladas por los trabajadores, mientras que el 85% restante se puede corregir únicamente por medio de acciones de la gerencia. El papel de la gerencia es primordial para resolver problemas crónicos, proyecto por proyecto.

Respecto a la calidad, Juran la define como: “adecuación al uso” cumpliendo con las especificaciones. También afirma que la calidad se obtiene gracias a las personas más que a las técnicas. Él propuso lo que se llama Trilogía de la Calidad:

1. Planeación de la calidad.
2. Control de la calidad.
3. Mejoría de la calidad.

Asimismo, explica que los principales aspectos de la calidad son: 1) técnicos, relativamente fáciles de cumplir, y 2) humanos, que son los más difíciles de cumplir.

Otro aspecto importante es el diseño de producto, que representa una parte esencial del desarrollo de un producto; y se define como el proceso para determinar las características del producto que se requieren para satisfacer las necesidades del cliente. El diseño de un producto es un proceso creativo que se basa, principalmente, en la experiencia funcional o tecnológica.

De su libro *Juran on Quality by Design*, se tomaron los siguientes conceptos:

Relación de planeación de calidad y desarrollo de productos. El desarrollo de productos tiene que ver con la planeación en función de una multiplicidad de parámetros: costo, horarios, calidad, etcétera. Estas actividades orientadas a la calidad se realizan mejor a través del uso de una metodología que elabore la calidad, así como de herramientas que utilizadas en forma colectiva sean la base de la planeación moderna de la calidad.

Concepto de lo óptimo. De manera ideal, cualquier característica que tenga un producto o servicio, debe cumplir con ciertos requisitos básicos, tales como:

- a) Satisfacer las necesidades de los clientes, ya sean percibidas, reales o culturales, entre otras. Los clientes pueden ser internos o externos.
- b) Cumplir con las necesidades de los proveedores.
- c) Enfrentar la competencia. El hecho de que con nuestro producto se satisfagan los deseos del cliente, no significa que éste lo vaya a adquirir, porque tal vez otra compañía brinde algo mejor.
- d) Minimizar los costos combinados.

Existen diversas maneras, explica Juran, de clasificar las necesidades, por ejemplo:

Necesidades expresadas y necesidades reales. Los clientes generalmente expresan sus necesidades desde su punto de vista y lenguaje propio, esto se aprecia mejor en los clientes externos que compran nuestros productos. Ellos indican sus necesidades en términos de los productos que desean comprar. Sin embargo, sus necesidades reales son los servicios que esos productos o bienes proporcionan:

Cuadro 2.2. Necesidades expresadas y necesidades reales

EL CLIENTE DESEA COMPRAR	LO QUE EL CLIENTE REALMENTE DESEA
Comida	Nutrición, sabor agradable
Automóvil	Transporte
Televisión a color	Entretenimiento
Casa	Un espacio para vivir
Pintura para la casa	Apariencia colorida, el evitar darle mantenimiento

FUENTE: JURAN ON QUALITY BY DESIGN, THE FREE PRESS, P. 73.

Necesidades percibidas. El cliente expresa sus necesidades basado en su percepción. Algunas percepciones tienen que ver con productos, otras no tienen nada que ver con productos. En muchas ocasiones existen diferencias

de percepción entre el proveedor y el cliente, acerca de lo que debe ser incluido en el “producto”. Cada diferencia puede ser una área que genere problemas, pero al mismo tiempo puede representar una oportunidad.

Necesidades culturales. Las necesidades de los clientes, especialmente los internos, van más allá de los productos y los procesos. Ellos incluyen necesidades de respeto hacia uno mismo y el respeto hacia los otros, continuidad de los hábitos de conducta y otros elementos que pueden ser llamados de una manera amplia, patrones de conducta.

Necesidades que surgen debido a una insatisfacción con el producto. Cuando un producto llega a fallar surgen nuevas necesidades para el consumidor, cómo lograr que se restaure el servicio, cómo ser compensado por las pérdidas que esto genera y sus inconveniencias. La solución ideal sería planear la calidad de tal manera que nunca existieran fallas.

Diez pasos que Juran propone para mejorar la calidad:

1. Crear conciencia de la necesidad y oportunidad de mejoramiento.
2. Establecer metas para la mejoría.
3. Organizarse para lograr metas (establecer un consejo de calidad, identificar problemas, formar equipos y facilitadores).
4. Proporcionar entrenamiento.
5. Realizar proyectos para solucionar problemas.
6. Informar sobre los progresos y reportar problemas.
7. Otorgar reconocimientos.
8. Comunicar los resultados.
9. Mantener registros de resultados.
10. Mantener la inercia, incorporando la mejora dentro de los sistemas y procesos de la compañía.

C. Kaoru Ishikawa

Este teórico de origen japonés nació en 1915. Obtuvo el doctorado en ingeniería química por la Universidad de Tokio en 1939. Trabajó para la industria y la armada de su país durante la Segunda Guerra Mundial, entre 1939 y 1947.

En 1947 regresó a la Universidad de Tokio, donde estudió los métodos estadísticos. En 1949 formó parte de la JUSE (Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses) Japanese Union of Scientific and Engineers, donde se dedicó por completo al estudio de Control de Calidad (CC) y los métodos estadísticos.

En 1949, la JUSE inicia actividades sobre CC. En 1950 se publica la revista *Hinshutsu Kanri CEP*; en el mismo año, a petición de la JUSE y bajo los auspicios del general Douglas MacArthur, Edwards Deming va por primera vez a dar cursos sobre CC. También en 1950 se instituyó la marca JIS (Japanese Industrial Standards), Norma Industrial Japonesa.

En 1971 Ishikawa gana el premio Deming, que es la distinción más alta en el campo de la calidad en Japón; también ganó el Gran Premio de la ASQC, en Estados Unidos, la misma sociedad lo premia en 1982 con la medalla Shewart por sus contribuciones al CC.

Fue presidente del Instituto Musashi de Tecnología en Tokio y asesor de calidad en el sudeste asiático; asimismo, impartió conferencias por todos los continentes. También es autor de varios libros. Falleció en 1989.

Origen del control de calidad en Japón

Ishikawa menciona en su libro *¿Qué es el control total de la calidad?* que “cuando las fuerzas de ocupación norteamericana desembarcaron en Japón, el primer problema que debieron afrontar fue el de las fallas del sistema telefónico, de tal manera que las fuerzas de ocupación ordenaron a la industria japonesa de comunicaciones que aplicara el CC moderno; así, puede decirse que en mayo de 1946 surgió el CC estadístico en ese país.

En los años 50 se puso de moda en las fábricas japonesas el CC moderno o estadístico, con una amplia difusión de los métodos estadísticos; sin embargo, en las plantas persistían una serie de problemas como los siguientes:

- Los métodos estadísticos eran relevantes pero se había exagerado su importancia, lo que dio como resultado que las personas temieran al control de calidad o lo rechazaran como algo demasiado difícil.

- Se crearon especificaciones y normas, pero rara vez se aplicaban.
- El CC era un movimiento de los ingenieros y obreros en las plantas. La gerencia alta y media no mostraba mucho interés.

En 1954 Joseph Juran visitó Japón, donde demostró que el CC debía ser un instrumento de la gerencia.

Un problema que enfrentaron los precursores del movimiento del CC en Japón fue que, si bien era posible educar a los directivos e ingenieros mediante seminarios y conferencias, resultaba imposible hacerlo con la gran cantidad de supervisores y dirigentes de grupo. En 1956 se resolvió el problema utilizando un curso de CC por correspondencia para supervisores. En 1957, la radiodifusora japonesa NHK empezó a difundir programas sobre el tema.

En 1961, la revista *Statistical Quality Control* publicó un suplemento especial para los supervisores, en su lugar de trabajo, y pidió una sesión con la participación de supervisores de varias industrias. A estas actividades de control se les denominó Círculos de CC (CCC), a Ishikawa se le reconoce como el creador de esa idea; los círculos sirvieron originalmente para que las personas estudiaran, pues si se reunían en grupo, estarían más motivadas para ayudarse y estimularse mutuamente. Desarrollaban, entre otras características, el voluntarismo, el autodesarrollo y la participación total.

Además de los CC, Ishikawa es reconocido por su contribución al movimiento de la calidad con el diagrama de causa y efecto, que también se conoce como de Ishikawa, en su honor. Por su forma tan peculiar, también se le denomina diagrama de Pescado. Las causas las agrupa en “espinas” primarias, todas comienzan con la letra: mano de obra, maquinaria, método, materia prima.*

¿Qué es el control de calidad, según Ishikawa?: “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”.

* El diagrama de Pescado se analiza con más detalle en el capítulo 4. “Las siete herramientas básicas para la solución de problemas”.

Philip Crosby

De origen estadounidense, nació en 1915; su formación es de ingeniero de calidad. En la década de los 60 desarrolló un programa de “cero defectos”, término que él acuñó. Crosby es un defensor de la prevención como medio de la mejoría de la calidad. Él dijo que “cero defectos” debería ser un estándar de medición de desempeño gerencial, y no un programa de motivación para los empleados.

Fue el primer vicepresidente de calidad corporativa de ITT. En 1979 funda Philip Crosby Associates (PCA), que se enfoca hacia la educación de calidad para ejecutivos.

Dos definiciones de calidad, según Crosby:

1. La calidad se refleja en las utilidades, ya que es una fuente de ganancias y éstas se dan cuando existen “cero defectos”. La calidad no cuesta.
2. La calidad debe ajustarse a las normas de conformancia, y cero defectos debe ser el estándar (norma). No debe existir margen de error, aun cuando la tolerancia sea demasiado restrictiva.

En su propuesta, al igual que los teóricos anteriores, Crosby plantea una serie de puntos para aspectos como la prevención, la administración de la calidad y la mejora de esta última.

Los tres elementos de la prevención son: determinación, educación e implementación.

Cuatro puntos para la administración de la calidad:

1. Calidad es cumplir con los requisitos.
2. El sistema de calidad es la prevención.
3. La norma de desempeño es “cero defectos”.
4. La medición es el precio de la falta de cumplimiento.

Catorce puntos para la mejora de la calidad:

1. Dejar bien claro el compromiso de la administración con la calidad.
2. Formar equipos de mejora con representantes de cada departamento.
3. Medir los estándares de calidad, determinando dónde están los problemas de calidad actuales y potenciales.

4. Evaluar el costo de calidad y explicar su uso como una herramienta administrativa.
5. Elevar la conciencia de calidad y la responsabilidad de todos los empleados.
6. Realizar acciones correctivas para los problemas previamente identificados.
7. Establecer un comité para el programa “cero defectos”.
8. Entrenar supervisores para implementar el programa de mejora de la calidad.
9. Establecer el día de “cero defectos”, para que todos los empleados se enteren de que ha habido un cambio.
10. Fijación de metas de mejora individuales y por equipo.
11. Eliminar las causas de los errores.
12. Reconocer y apreciar a todos los que participen.
13. Establecer consejos de calidad que sirvan para comunicar.
14. Hacerlo todo de nuevo para enfatizar que un programa de mejora de la calidad nunca se termina.

Armand V. Feigenbaum

Nació en Estados Unidos. Es el primer director y fundador de la International Academy of Quality. Este organismo internacional de calidad ha conjuntado a los líderes de las organizaciones europeas de calidad, así como a la JUSE (Japón) y a la ASQC (Estados Unidos).

Feigenbaum acuñó el término TQC (Total Quality Control) (Control Total de la Calidad) y se ha concentrado en los métodos estadísticos para medir el progreso.

Él afirma: “la creencia de que la calidad viaja bajo algún pasaporte exclusivo es un mito”.

Cuadro 2.3. Los 9 factores fundamentales (9 emes) que afectan la calidad

Markets	Mercados
Money	Dinero
Managemeeent	Administración
Men	Hombres
Motivation	Motivación
Materials	Materiales
Machines & Mechanization	Máquinas y mecanización
Modern Information Methods	Métodos modernos de información
Mounting Product Requirements	Requisitos crecientes de los productos

¿Quién es responsable de la calidad?

Autor anónimo

Ésta es la historia de cuatro personas: Todos, Alguien, Cualquiera y Nadie.

Había que llevar a cabo una tarea importante y Todos estaba seguro de que Alguien lo haría.

Cualquiera lo podría haber hecho, pero Nadie lo quiso hacer.

Alguien se enojó porque era tarea de Todos.

Todos pensó que Cualquiera lo podría hacer, pero Nadie pudo darse cuenta de que Todos no lo haría.

Finalmente, Alguien culpó a Todos de que Nadie hiciera lo que Cualquiera pudiera haber hecho.

Preguntas de autoevaluación

Introducción

1. Mencionar los cuatro enfoques que han existido en la búsqueda de la calidad.

Enfoque estructural

2. ¿En qué consiste el enfoque estructuralista y quiénes fueron sus principales exponentes?
3. ¿Quién fue Henry Fayol y cuál fue su aportación?
4. ¿Por qué se conoce a Frederick Taylor como el “padre de la ingeniería industrial” y de la “administración científica”?
5. ¿Cuál fue la propuesta de Max Weber para aumentar la eficiencia en una organización?

Enfoque humano

6. ¿En qué consiste el enfoque humano y quiénes fueron sus principales exponentes?
7. ¿Cómo explica Abraham Maslow la pirámide de las cinco necesidades de la persona?
8. ¿En qué consistió el efecto Hawthorne que descubrió Elton Mayo en una planta de la compañía Western Electric?
9. Explica la Teoría “X” y “Y” de Douglas McGregor. ¿Tú crees que todas las personas caigan en los extremos marcados por la “X” y la “Y”?
10. ¿Tú crees que la Teoría “Z” de Ouchi represente a la compañía “ideal”?
11. ¿Cuál es la diferencia entre los factores de mantenimiento y los de motivación propuestos por Herzberg?

Enfoque de sistemas

12. Menciona algunas de las principales propuestas de este tipo de enfoque.

Movimiento hacia la calidad total

13. ¿Quiénes son algunos de los principales representantes del movimiento de la calidad?
14. ¿Cuál fue la relación entre Edwards Deming y los japoneses en la década de los 50?
15. ¿Cómo se aplica el Círculo de Deming (también llamado de mejora continua) en el diseño de un producto?
16. ¿Crees que se podrían aplicar los catorce puntos de Deming a una compañía manufacturera mexicana?; ¿qué cambios se tendrían que hacer?
17. ¿Qué papel juega el diseño de nuevos productos en la filosofía de Deming?
18. ¿Tú crees que las siete enfermedades mortales que menciona Deming para una compañía, también son comunes en la industria manufacturera nacional?
19. ¿Quién fue Joseph Juran?
20. ¿Por qué menciona Juran que el gerente de nivel medio (y también el diseñador industrial) debe ser bilingüe, y por lo tanto debe manejar el lenguaje de la alta dirección (que es el del dinero), pero al mismo tiempo debe poder saber articular el lenguaje de las cosas?
21. ¿Según Juran qué diferencias existen entre las necesidades expresadas y las necesidades reales?
22. ¿Qué diferencias existen entre los diez pasos de Juran para mejorar la calidad y los catorce puntos de Deming para la administración?
23. ¿Cuáles fueron los principales aportes de Ishikawa al movimiento del control de calidad?
24. ¿Cómo se logró difundir las teorías de calidad entre los obreros japoneses?
25. ¿Cómo define Ishikawa el control de calidad?

Actividades sugeridas

1. Buscar en Internet a cada uno de los “gurús” antes mencionados, y averiguar cuántos sitios hay de cada uno de ellos, o si existe alguna página Web dedicada sólo a ellos.
2. Investigar qué libros hay en la biblioteca, de cada uno de los “gurús”, o bien si hay algún libro sobre la vida y las enseñanzas de cada uno de ellos.
3. En equipos de dos o tres personas, presentar los datos relevantes de cada “gurú”, pero interpretados desde la óptica del diseñador industrial, y debatir si su filosofía tiene vigencia en nuestros días y en nuestro país.

Videos relacionados con el tema

Sección audiovisual de la biblioteca (Cosei) de la UAM Azcapotzalco.

Número	1615	duración 53'	Ishikawa, <i>Control total de la calidad</i> . Aplicación de los principios de Ishikawa, con base en caricaturas, de su libro <i>¿Qué es el control total de la calidad?</i>
--------	------	--------------	--

Sobre Deming existen tres videos, editados por la Enciclopedia Británica:

Número	612	duración 30'	<i>Una guía para el cambio</i> , parte 1. Muestra el trabajo de Deming en la planta de Pontiac de la General Motors durante el desarrollo del modelo Fiero a principios de los 80.
--------	-----	--------------	--



2913193

Número	613	duración 27'	<i>Una guía para el cambio, parte 2.</i> Continuación de la parte 1, muestra los efectos de las enseñanzas de Deming dentro de la organización de General Motors.
Número	614	duración 30'	<i>Compromiso para la calidad, parte 3.</i> En este tercer video de la serie, se muestra a una compañía de productos electrónicos aplicando los catorce puntos de Deming, y los aciertos y errores que tuvieron al hacerlo.
Número	45	duración 22'	<i>Calidad en el siglo XXI.</i> Tema: Crosby y la mejora continua. Las teorías de Crosby se aplican en la planta industrial, Cameron Iron Works, donde se tiene la filosofía de "cero defectos".
Número	1941	duración 12'	<i>La naturaleza humana de la calidad.</i>
Número	305	duración 60'	<i>Motivación.</i> Jorge Palomo Y. nos habla de Maslow y de su pirámide de necesidades, así como de Herzberg.

Bibliografía

Juran, Joseph M., *Juran on quality by design*, New York, The Free Press, 1992.

Kondo, Yoshio, *Human Motivation (A key factor for management)*, 5a. ed., Tokyo, 3A Corporation, 1998.

Miller, George y LaRue Krumm, *The Whats, Whys, and Hows of Quality*, Milwaukee, ASQC Press, 1992.

Ouchi, William, *The M-Form Society*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, EU, 1984.

Textos de apoyo: El material utilizado en el Módulo 1 del diplomado en Desarrollo organizacional, Teoría de la organización y en el Módulo 1 del diplomado en Calidad total, Diferentes corrientes de calidad en el mundo. Ambos diplomados fueron impartidos en la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, por la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, a través del Departamento de Sistemas, octubre 1994, junio 1995.

Para entender cómo es el Japón actualmente, saber cómo desarrolló su alto nivel de calidad en los productos y cómo conquistó el mundo comercialmente, es necesario remontarse a su historia. A principios de 1994, cuando visité ese país en plan de estudios, tuve la oportunidad de conocer varias fábricas, entre ellas una de las más innovadoras y exitosas comercialmente hablando: Toyota Motors. Esta planta de automóviles se localiza cerca de la ciudad de Nagoya y es la compañía japonesa más grande, por el volumen de sus ventas.

Al llegar a Japón surgieron una serie de preguntas, la más importante: ¿cómo fue que ese pequeño país con tan sólo 380 000 km² (menos de la quinta parte del territorio mexicano), de los cuales 70% es territorio montañoso, pobre en recursos naturales (importa 99% de su petróleo, 92% de su hierro), con una población de más de 120 millones de habitantes (20% más que la nuestra) ha llegado a ocupar un lugar preponderante entre las naciones más industrializadas?

La segunda economía más poderosa del orbe se levantó después de la derrota que sufrió en la Segunda Guerra Mundial. Este país cambió su estrategia imperialista militar por la comercial, y si en la primera empresa —la militar— los japoneses fallaron, en la segunda han tenido un éxito rotundo, conquistando mercados en todo el mundo.

La historia del “milagro japonés” empezó después de 1945, año en que el país aceptó su derrota, en forma humillante, en manos de Estados Unidos, misma que terminó con el bombardeo atómico de las ciudades de

Hiroshima y Nagasaki. La economía japonesa quedó en ruinas después de la guerra, y se calcula que su ingreso per cápita en ese periodo fue de sólo 300 dólares, similar al que tiene Haití actualmente.

El avance económico tan impresionante se refleja en el cambio del ingreso per cápita a lo largo de las décadas posteriores a la guerra. Para 1966 alcanzó el nivel de 1 000 dólares, en 1976 llegó a 5 000 dólares y en 1982 rebasó los 10 000 dólares; para 1986 se acercó a 20 000 dólares y superó a Estados Unidos; en la década de los 90 tuvo un ingreso superior a los 29 000 dólares, tiene el ingreso individual promedio más alto del grupo G-7, es decir, de las siete naciones industrializadas más importantes del mundo.

Las cifras de lo que ha logrado Japón podrían asombrar a cualquiera, un ejemplo de lo que la dedicación y el trabajo arduo pueden generar; esta actitud se reflejó en el aumento de la productividad. Así, Japón, pese a contar con una población que representa el 2.4% del total mundial y con un territorio del 0.3% del área disponible en el mundo, produce más de 10% del producto interno bruto mundial; es decir, ¡más de cuatro veces lo que le correspondería si la riqueza del mundo estuviera perfectamente distribuida!

Cuando regresé de Japón escribí dos extensos artículos que se publicaron en el periódico *El Financiero*, éstos son: “La estrategia económica japonesa” y “Reflexiones de un viaje de estudio al Japón”, parte del material que utilizaré en esta primera parte del capítulo, proviene de esos artículos.

Figura 3.1. Mapa de Japón



Antecedentes históricos

Geográficamente, el país del sol naciente está formado por islas, y por lo tanto no comparte fronteras con ningún otro país; además, históricamente nunca ha sido colonizado. Los orígenes de su cultura e idioma no están totalmente definidos, aunque se han encontrado influencias de Siberia, del sureste de Asia, de China e incluso de Oceanía.

El cultivo del arroz llegó del sur de China desde tiempos muy remotos. Para su crecimiento se necesitó una gran cantidad de agua, por que en las aldeas las familias tenían que cooperar y establecer acuerdos de cómo usar el agua disponible. Algunos historiadores mencionan que ésta puede ser la causa por la que los japoneses tienden a actuar en grupos, y también pudo dar origen al sentido de competencia, cuando los campesinos comparaban sus cosechas con las obtenidas por otras aldeas.

De China llegaron, asimismo, las creencias religiosas y culturales asociadas con el confucionismo y el budismo, las cuales predicaban virtudes tales como el ahorro, la economía, la educación y el trabajo duro.

Durante el periodo conocido como Edo, durante el siglo XVII, se prohibió que existiera cualquier tipo de contacto con países extranjeros. Este aislamiento cultural, político y económico duró más de dos siglos. El objetivo de esta medida era lograr la autosuficiencia; la base de su economía era la agricultura, pero en un país montañoso y pobre en recursos naturales, ese aislamiento lo único que provocó fue que mucha gente viviera en la pobreza. El ingreso per cápita de esa época sería el equivalente actual entre 100 y 200 dólares, lo cual pondría a Japón entre los países más pobres del mundo, de acuerdo con los estándares utilizados por las Naciones Unidas.

En 1858 el comodoro Perry, de Estados Unidos, terminó con este proteccionismo y forzó a Japón a suscribir un tratado comercial con Estados Unidos. El nuevo gobierno, iniciador del periodo Meiji, se instauró en 1868 y tuvo varios objetivos que se pueden resumir en una serie de frases, entre ellas: “un país rico con un ejército fuerte”, “incrementar la producción y promover la industria” y “espíritu japonés y educación occidental”.

Para lograr estas metas se introdujeron y desarrollaron industrias que se basaron en lo más avanzado de la tecnología europea y estadounidense con el fin de formar los comienzos de una nueva nación. Las oportunidades para los empresarios, para empezar negocios durante los años del periodo Meiji y el periodo posterior fueron enormes. Muchos se aprovecharon de ello, se beneficiaron de la nueva tecnología que de repente era disponible en el país. Entre esas nuevas compañías manufactureras que se establecieron durante ese periodo, hubo algunas muy modestas por su tamaño, las cuales se convirtieron en gigantes de la industria de productos de consumo en los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial.

Lo que se convirtió en el Grupo Eiko, por ejemplo, establecido originalmente por Kuitaro Hattori, quien fundó la compañía Hattori Seiko Co., en Tokio, en 1881. La compañía se dedicó a la producción de maquinaria de precisión. Once años más tarde, Hattori establece la compañía Seikosha, que fabricó relojes de mueble, la división de relojes para muñeca no surgió sino hasta el año de 1937. De la misma manera, la compañía Toyoda comenzó en el año de 1897 fabricando telares automáticos hechos de madera, y de manera similar no fue sino hasta la década de los 30 cuando la compañía diversificó su producción para comenzar la fabricación de autos, y formó su famosa división Toyota.

El señor Tokujio Hayakawa fundó su negocio para fabricar broches y otros productos de metal, en el año de 1912, el último año de la dinastía Meiji. Para la década de los 20 se había convertido en la compañía Hayakawa Electric Co. y concentraba su producción en radios de antena. Mucho más tarde, la compañía cambió su nombre al de Sharp, que surgió de un lapicero que produjeron, que tenía el nombre de Ever-Sharp el cual comenzó a producir en el año de 1915. Otra de las compañías, que ahora es muy conocida en el sector de productos electrodomésticos, fue Matsushita. Esta compañía se formó en 1918, el primer año del *boom* económico después de la Primera Guerra Mundial.¹

¹ Penny Sparke. *Modern Japanese Design*. Nueva York. E. P. Dutton, 1987. pp. 22-24.

Aparejados con los deseos de industrializarse, el país tenía objetivos expansionistas, por lo que armó su ejército. Al comenzar el siglo XX, Japón ya había ganado dos guerras, una contra Rusia y la otra contra China, países que tanto geográficamente como en población superaban por amplio margen a Japón.

El despegue económico de Japón en realidad se dio durante las primeras décadas del siglo XX, hasta que se ubicó entre los países más desarrollados. El esquema de industrialización estuvo basado en la importación de materias primas, mismas que eran transformadas en productos; y para ganar divisas extranjeras, empezó un programa de exportaciones, gracias a ello el país forjó relaciones comerciales más estrechas con otras naciones. De esta manera, Japón elevó su nivel industrial y promovió el desarrollo de la industria pesada y la química, principalmente.

El esfuerzo de Japón por mantener sus exportaciones durante los años de depresión económica de la década de los 30 fue, hasta cierto punto, infructuoso. En 1936, la Asociación Japonesa de Diseño e Industrias se formó como parte de este esfuerzo, pero la situación económica y política mundial no era promisorio y contrastaba con la época dorada de 1900 a 1918; mientras que las décadas de los 20 y 30 se caracterizaron por la depresión económica. La industria automovilística japonesa nació en la década de los 30, aunque sus únicos clientes, en ese tiempo, eran el gobierno y el ejército.

La década de 1930 a 1940 puede ser considerada como la página “negra” de Japón, ya que se caracterizó por el surgimiento de un ultranacionalismo y de un militarismo que culminó, primero, con la guerra contra China en 1937, y cuatro años más tarde con la Guerra del Pacífico. Socialmente, existía una gran diferencia entre los ricos y los pobres, y un creciente descontento entre la gente que formaba el nuevo proletariado urbano. Durante el periodo comprendido entre 1860 y 1940, Japón hizo grandes avances tecnológicos, mismos que dependieron casi en su totalidad de importaciones que provenían de Occidente. Después de la Segunda Guerra Mundial, y a pesar de la destrucción masiva, Japón esta-

ba en una buena posición para recuperar su dinamismo y continuar su desarrollo donde se había quedado antes de comenzar las acciones bélicas.²

Desarrollo económico después de la Segunda Guerra Mundial

En la etapa de la posguerra a nuestros días, la economía japonesa puede ser dividida en tres grandes periodos, también llamados “olas”.

Primera ola (1945–1973). Es la etapa de la producción masiva y de la formación de una estructura tecnológica. Se trata de un periodo de alto crecimiento y del surgimiento de los grandes conglomerados industriales, llamados en japonés *Zaibatsu*, como es el caso de Mitsubishi y Sumitomo, entre otros.

Segunda ola (1973–1980). Es la de la economización de la energía, la tecnología se orienta a la fabricación de productos eficientes y económicos. Surge a raíz de los embargos petroleros árabes (en 1973 y 1975).

Tercera ola (1980–nuestros días). Uso de la informática y de la innovación tecnológica. Surge el concepto de la administración total de la calidad, de la mejora continua de los procesos y de todas las actividades de la empresa.

El desarrollo del tema se estructura por décadas y destacando los aspectos más relevantes en lo que concierne a calidad, innovación (diseño) y tecnología. Antes de introducirnos en la esencia del tema, es necesario dejar establecidos cuatro periodos en el desarrollo económico de Japón, después de la segunda Guerra Mundial.

1. Recuperación y desarrollo económico después de la Segunda Guerra Mundial (1945–1955). Esta etapa se caracteriza por la ocupación de Estados Unidos y la ayuda financiera por parte de otras naciones. El sector manufacturero se beneficia con la mayor parte de las inversiones; el ejército recibe un presupuesto mínimo, ya que el ejército de EU se encarga

² *Ibid.*, pp. 32–33.

de la defensa del país; mientras tanto, la Guerra de Corea ayuda a cimentar la recuperación económica de Japón.

2. **Periodo de alto crecimiento (1955–1973).** Este largo periodo de dieciocho años trajo mejoras radicales a la economía japonesa, ya que el producto interno se quintuplicó con una tasa de crecimiento anual promedio de 9%; al mismo tiempo, el ingreso per cápita se cuadruplicó con un incremento anual de 8.2 por ciento.
3. **Periodo de crecimiento estable (1973–1980).** Las compañías japonesas resistieron el embate de una situación económica mundial adversa, ya que el funcionamiento que sus fábricas dependía de la importación de materias primas, actividad en que habían prosperado ampliamente. Lograron mantenerse con un incremento de la productividad y mejora de la calidad, y por haber caracterizado técnicas de producción, como el “justo a tiempo” (*Just in Time*) que buscaba, entre otras cosas, la eliminación de inventarios.
4. **Época de trastorno económico (de 1980 a la década de los noventa).** Madurez de la economía japonesa, con tasas de crecimiento menores a las experimentadas en el pasado, preponderancia tecnológica y comercial en ramas tales como automotriz, maquinaria, electrónica de consumo y otras.

La economía japonesa de los 90 se ha caracterizado por periodos recesivos, problemas en su sistema financiero, y por especulación en el sector de bienes raíces.

*Diseño, calidad y tecnología de los productos japoneses*³

...más que dominar al mundo, más que financiarlo, se trata de abarrotarlo con mercancías y productos. Es preciso darle la cara. Sólo el pueblo que lleve a término esta empresa se hallará realmente a la cabeza del mundo, y Alemania tiene que llegar a ser ese pueblo.

IDEAS NACIONALISTAS EN ALEMANIA A PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

Cronología de acontecimientos de 1940 a 1990

A principios del siglo XX, Alemania se había propuesto conquistar el mundo a través de sus productos, pero sus ideas imperialistas de expansión comercial pacífica cambiaron y prefirió hacerlo por medio de las armas, lo cual originó las dos guerras mundiales de ese siglo que, como sabemos, terminaron en derrota para Alemania.

Medio siglo después (hacia 1940), pero en el Oriente, el proyecto inicial de los alemanes fue retomado por Japón (aliado de Alemania durante la Segunda Guerra Mundial), que después de su derrota cambió su estrategia radicalmente y, en vez de producir tanques, comenzó a producir autos y motocicletas; en vez de rifles, cámaras, y en lugar de ametralladoras fabricaron máquinas y herramientas. Si en el aspecto militar el país falló, comercialmente ha tenido un éxito rotundo.

A principios de 1994 visité Japón en un viaje de estudio, como ya había mencionado; así, en medio de conferencias, pláticas con personas de diversos países y visitas a diferentes industrias, me fue posible descubrir algunas de las razones que se hallaban detrás del “milagro económico”, entre ellas que éste no es producto de la casualidad.

En este trabajo se resumen dos áreas que han sido vitales en la aceptación que han tenido los productos japoneses en el mundo: calidad y diseño. La estrategia japonesa para competir surgió del piso de la fábrica y de la

³ Artículo publicado en *El Financiero*, en dos partes, 9 y 14 de mayo de 1996.

manera de hacer las cosas; en el país hubo una “cruzada” nacional por la mejora de la calidad, por cambiar la imagen de los productos en el exterior: de ser “baratos pero malos” a ser productos “buenos”. Al no tener prácticamente recursos materiales que exportar y contar con un territorio pequeño y sobrepoblado, su única opción para sobrevivir fue convertirse en una nación exportadora; es decir, en darle valor agregado a materias primas baratas.

Del lapso de 1950 a 1970 podemos hablar de una mejora constante de la calidad, de una producción en masa y de una conquista de mercados debidas al precio accesible de sus productos; sin embargo en el aspecto de diseño, los productos todavía dejaban mucho que desear, pues eran —en la mayoría de los casos— copias de productos norteamericanos o europeos.

De 1980 a 1990, la situación se empieza a revertir y los productos adquieren una personalidad propia, la estrategia ya no es colocar los productos por su precio, sino por su alta tecnología, calidad insuperable, durabilidad y un diseño práctico, testimonio de ello son los productos de las compañías Sony, Nikon, Panasonic, Toyota, Hitachi, Nissan y Yamaha, entre otras muy destacadas.

Década de los años 40

Guerra del Pacífico (1937–1945). Japón es derrotado; la era atómica comienza en Hiroshima y Nagasaki dando fin, de una vez, a la guerra. Ocupación militar por Estados Unidos de 1945 a mediados de la década de los 50.

El control de calidad es de tipo visual, se busca detectar productos que tengan defectos; la imagen de los productos japoneses en el extranjero es la de ser “baratos pero malos” (*cheap but bad*). Se crea el Ministerio de Comercio Internacional e Industria, MITI (Ministry of International Trade and Industry), que se encarga de seleccionar y apoyar las industrias en las que los japoneses tenían ventajas competitivas a nivel internacional.

Década de los 50

CALIDAD

1950. Se instituye el Sistema de la Marca NIJ, JIS (Japanese Industrial Standards). En ese mismo año, el doctor Deming visita Japón e imparte cursos acerca del control estadístico del proceso en 1951; se instituye el Premio Nacional de Calidad que lleva su nombre: Deming Prize.

1950–1953. Guerra de Corea, sirve para estimular la recuperación económica de Japón.

1954. El doctor Juran visita Japón e imparte cursos y asesorías respecto de cómo incrementar la productividad. Los productos japoneses pasan a ser considerados “baratos pero buenos” (*cheap but good*).

DISEÑO

1951. Matsushita es la primera compañía que cuenta con un departamento de diseño industrial; mientras que la compañía Sony contrata consultores de diseño.

1952. Bajo los auspicios del MITI se crea la JIDA (Asociación Japonesa de Diseñadores Industriales). Raymond Loewy, el famoso diseñador franco-americano, visita Japón para asesorarlos en cuestiones de diseño de productos.

1953. Canon desarrolla con éxito nuevos modelos de cámaras fotográficas.

1954. Sony adquiere los derechos para la fabricación de transistores (inventados por la compañía AT&T), para lo cual pagó \$25 000 dólares, lo que representó una ganga, si tomamos en cuenta que se trata de un invento que revolucionó la electrónica. La compañía contrata en forma permanente a su primer diseñador industrial.

1955. Sony introduce el primer radio de transistores de alta producción.

1956. Se establecen la Asociación de Diseñadores Artesanales del Japón y el Centro de Diseño Japonés.

1957. Sony comercializa el primer radio miniatura. También se forma el Consejo de Promoción para el Diseño Industrial, bajo los auspicios del MITI; ese mismo año, como parte promocional se establece la selección de

DISEÑO

En la electrónica empieza la época de la miniaturización. El concepto de tecnología se enfoca al entretenimiento personal; Sony introduce en el mercado el *walkman*, que respondió a un estilo de vida más libre y casual.

Los productos japoneses adquieren personalidad propia y compiten ya no por precio, sino por diseño, calidad y confiabilidad. Japón es líder mundial en la producción de autos y motocicletas.

1985. Expo Internacional de la Ciencia en Tsukuba; y en 1989, Congreso Mundial de Diseño en Nagoya.

Década de 1990

CALIDAD

Surge el concepto de la Administración Total de la Calidad (Total Quality Management, TQM). La TQM es una forma de organización de una compañía que está centrada en la calidad, se basa en la participación de todos sus miembros y busca el éxito a largo plazo a través de la satisfacción del consumidor, beneficiando a los miembros de la organización y a la sociedad.

DISEÑO

Japón es líder mundial en la producción de cámaras fotográficas, robots industriales y maquinaria. Los autos japoneses compiten con éxito en el sector de autos deportivos y de lujo.

El yen alcanza una tasa de cambio de un dólar por 85 yenes (1995). Es decir, cuatro veces más alto que veinte años atrás, otra razón para el cambio de estrategia de no competir por precio, sino por tecnología, durabilidad, calidad y diseño. En muchas ocasiones, los productos japoneses han pasado a ser los más caros, pero en algunos ramos la gente los prefiere por ser los mejores.

Superávit comercial de 121 000 millones de dólares en el año de 1994, que se alcanza a pesar de que el país ha estado sumido en una recesión económica, durante la mayor parte de la década de los 90.

El diseño japonés

Para terminar este capítulo, me parece relevante incluir unos párrafos de la conferencia que dictó en el XI Congreso Mundial de Diseño (ICSID), celebrado en la ciudad de México en 1979, el señor Kiyoshi Sakashita, que era el director de Diseño Corporativo de la compañía Sharp en ese tiempo. Aunque ya han transcurrido dieciocho años, sus ideas siguen vigentes, y se puede ver claramente el enfoque interdisciplinario de la planeación y desarrollo de un producto, así como la manera como se vende y se distribuye.

Nuestro centro de diseño corporativo cuenta actualmente con un staff de ciento treinta personas, que se encargan no solamente de diseñar el producto, sino que también participan en la definición del concepto del producto, publicidad, promoción de ventas, diseño de los puntos de venta, y tienen la gran responsabilidad de mejorar la imagen e identidad de la corporación Sharp a través de sus productos.

Basado en la experiencia que tengo después de haber participado en dichas actividades, quisiera proponer un nuevo tipo de proceso de diseño. Este se podría llamar "diseño total vertical", el cual tiene que ver con todas las actividades de la empresa:

Cuadro 3.1. Diseño total vertical, de Kiyoshi Sakashita, exdirector de diseño corporativo de Sharp

Conocer	Entender las necesidades del usuario
Pensar	Cómo resolver varias necesidades
Planear	Qué hacer
Crear	Nuevas cosas con nueva tecnología
Hacer	Cómo hacer
Distribuir	Necesita un empaque efectivo
Que se conozca	Buena publicidad
Mostrar	Que el producto comunique la manera como se debe usar
Vender	Promoción del usuario

El diseño total vertical encaja en el proceso de creación de un producto, de la misma manera que lo ha hecho el diseño convencional, y se podría decir que es un diseño orientado a la manufactura; sin embargo, considero que un diseño orientado al usuario, basado en los estilos de vida del usuario, será más necesario en el futuro.⁴

En la década de los 80, el diseño japonés adquiere su “mayoría de edad”, de tal manera que ya no se dedica a copiar lo que se hace en Europa y en los EU, sino que de seguidor se convierte en un país líder de opinión.

¿Cómo surgió el “milagro japonés”?

En esta segunda parte del capítulo se analizarán algunas razones que podrían dar respuesta a esta pregunta (recurrente en muchos de nosotros), ya que para comprender el lugar que ocupa Japón actualmente, hay que saber de su ética laboral, su forma de trabajar en equipo, sus procesos de trabajo, la manera como han implantado sus sistemas de calidad, entre otros puntos.

El escritor Paul Kennedy, en el libro *El surgimiento y caída de las grandes potencias (The Rise and Fall of the Great Powers)*, menciona una serie de factores que contribuyeron al “milagro japonés”:

1. Un factor muy importante fue su deseo casi obsesivo por alcanzar los niveles más altos de calidad, el de utilizar y mejorar técnicas sofisticadas de administración y aplicar métodos de fabricación que habían sido exitosos en Occidente.
2. El compromiso, a nivel nacional, de alcanzar altos niveles de educación; además, poseían un gran número de ingenieros, de especialistas en electrónica y en la rama automotriz; y numerosos talleres y pequeñas

⁴ Kiyoshi. Sakashita (Dir. de Sharp). “The Expanding Role of Industrial Design in a Big Business in Japan”. en Ramírez Vázquez, *Industrial Design and Human Development*. Amsterdam. Excerpta Médica. 1980. pp. 330–332.

empresas con visión empresarial, así como las grandes compañías que ahora conocemos.

3. Un compromiso social que favorecía el trabajo arduo, la lealtad a la compañía y la necesidad de reconciliar las diferencias entre los trabajadores y los administradores mediante un compromiso mutuo y no con enfrentamientos.
4. La economía necesitaba enormes sumas de capital para alcanzar niveles de crecimiento sostenido, y eso fue lo que recibió, ya que al ser un país desmilitarizado, EU se encargó de su protección, lo cual significó un ahorro considerable; así Japón dirigió todos sus esfuerzos a la fabricación de productos.
5. Japón se ha beneficiado del papel jugado por MITI, que se ha encargado de seleccionar nuevas industrias y desarrollos tecnológicos, mientras que desfasa en forma ordenada industrias que no tienen futuro, como lo fue la industria textil.⁵

Existen dos factores principales para explicar el milagro japonés: la calidad y el factor humano.

La calidad

Hay que recalcar que el factor más importante para la aceptación de los productos japoneses en el extranjero ha sido la calidad, misma que se convirtió en una obsesión nacional; se decidió, incluso, que era prioritario cambiar la imagen de los productos que habían tenido antes y durante las guerras mundiales, para dejar de ser catalogados como baratos pero malos, *cheap but bad*, y ahora ser considerados baratos y buenos, *cheap and good*.

Para lograr ese cambio se incorporaron los métodos de CC predicados por el doctor Deming, quien en esa época no había tenido mucho éxito en su país, ya que a finales de la década de 1940 y durante toda la década de 1950, la demanda de productos por parte de EU era mayor que la oferta (era un mercado de vendedores), la calidad tenía una importancia secundaria para los industriales.

⁵ Paul. Kennedy. *The Rise and Fall of the Great Powers*. Nueva York. Random House. 1986. pp. 459-466.

Al doctor Deming le ocurrió lo de que “nadie es profeta en su tierra”. El doctor visita Japón por primera vez en 1950; un año más tarde, en 1951, el Premio Nacional de Calidad llevaba su nombre. Algo parecido le ocurrió al doctor Juran, que dio cursos y seminarios respecto a cómo incrementar la productividad.

Uno de los discípulos japoneses más destacados en esta época fue el doctor Kaouru Ishikawa; a continuación se mencionan algunos de los conceptos vertidos en su libro *¿Qué es el control total de la calidad?*

El Control Total de Calidad (CTC) al estilo japonés es una revolución conceptual en la gerencia.

El CTC instituido en toda empresa puede contribuir a mejorar la salud y el carácter de la misma.

El CC cobra mayor importancia a medida que progresa la industria y se eleva el nivel de la civilización.

Mi deseo es que la economía japonesa quede firmemente establecida mediante el CC, el CTC y mediante la capacidad japonesa para exportar productos buenos y de bajo costo a todo el mundo. Entonces la economía japonesa se colocará sobre una base más firme. La tecnología industrial japonesa quedará bien establecida, y Japón estará en capacidad de exportar tecnología de manera continua. En cuanto a las empresas, espero que puedan compartir sus utilidades con los consumidores, empleados, accionistas y sociedad en general. Y que estas empresas se conviertan en instrumentos para mejorar la calidad de vida, no solamente de los japoneses, sino de todos los pueblos, y que contribuyan de esta manera a traer paz al mundo.⁶

En el mismo libro, el doctor Ishikawa menciona una serie de puntos que es necesario conocer para comprender mejor el enfoque japonés de la calidad; entre otras causas, porque muchas de sus prácticas se han querido transplantar directamente a países occidentales y han fracasado. Un programa

⁶ Kaouru, Ishikawa. *¿Qué es el control total de la calidad?*. Bogotá. Norma. 1986. p. 1.

de calidad total que se quiera implantar en una compañía puede llevar de dieciocho a treinta y seis meses o hasta más, y se debe entender que un programa de esta naturaleza debe ser permanente.

Las normas industriales japonesas (JIS) definen así el CC: 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.

El control de calidad empieza con la educación y termina con la educación. Para aplicar el control de calidad tenemos que ofrecer educación continua para todos, desde el presidente hasta los obreros.⁷

El control estadístico tuvo su origen en la compañía Bell Laboratories, con el doctor Shewhart en la década de 1930, pero alcanzó su aplicación industrial en 1940, durante la Segunda Guerra Mundial, la aplicación de sistemas de calidad permitió a EU producir armamento y artículos militares de bajo costo y en gran cantidad; el caso de Inglaterra fue similar. Después de la guerra, el control estadístico se comenzó a difundir, aunque era un campo dominado por científicos y expertos en estadística. El control estadístico se popularizó en Japón durante la década de 1950 con las visitas de los doctores estadounidenses Deming y Juran, como ya se había mencionado.

El enfoque humano de la calidad

Cuando se pretendían implantar los sistemas de control estadounidenses en Japón, surgieron una serie de dificultades porque originalmente no se habían tomado en cuenta los factores humanos y sociales; por otro lado, se puso demasiado énfasis en el control de calidad estadístico. El doctor Ishikawa se refiere a algunos de estos problemas:

⁷ *Ibid.*, pp. 11-13.

1. Los empleados experimentados, que siempre habían confiado en su experiencia y su sentido común, se quejaban de que no podían emplear los métodos estadísticos.

2. No existían normas de trabajo ni de inspección, y se decía que se podía administrar una fábrica sin necesidad de normas.

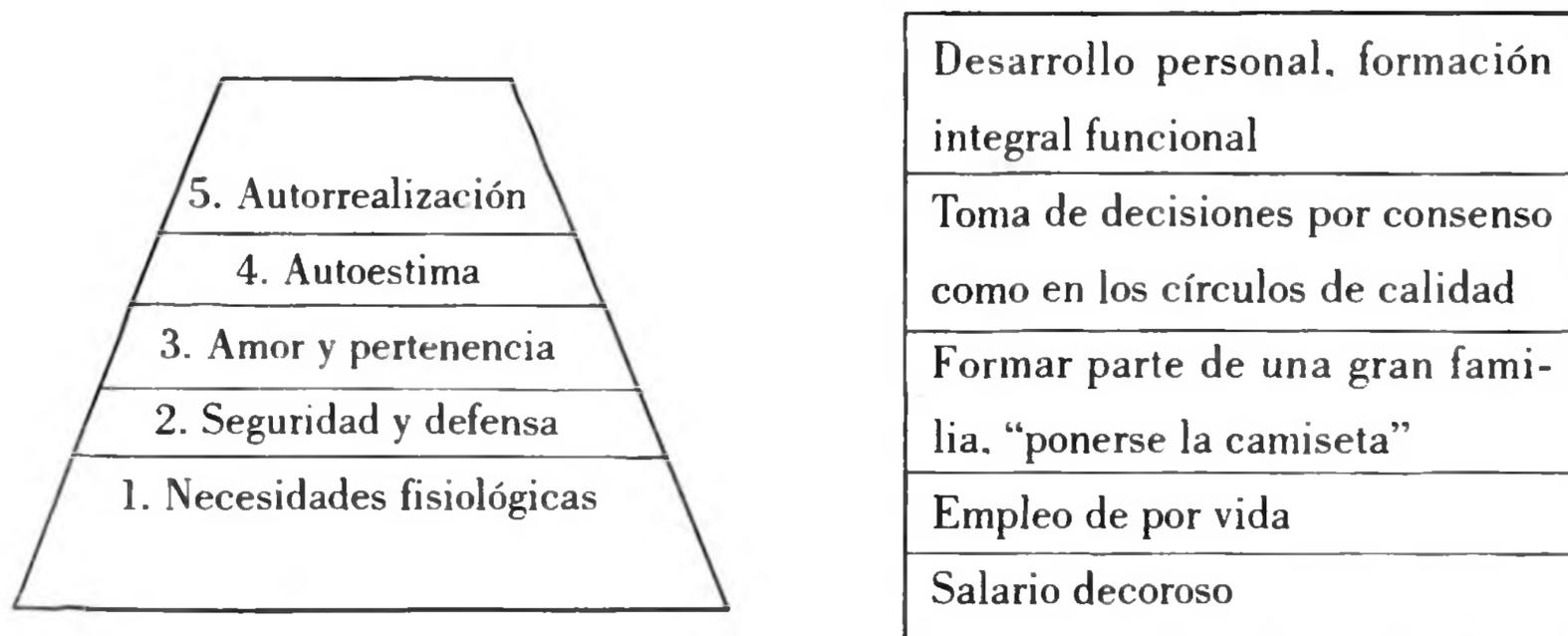
3. Para su aplicación, el control de calidad requería datos, pero éstos eran muy escasos.

4. Los métodos de muestreo no se empleaban correctamente en la recopilación de datos.

5. A veces se instalaban dispositivos de medición para recopilar datos. En algunos casos los obreros pensaban que los dispositivos estaban allí para controlar su trabajo y los destruían.⁸

El mayor aporte de los japoneses al movimiento de la calidad es el enfoque humano; ellos tomaron la pirámide de Maslow y la aplicaron.

Figura 3.2. Características de las empresas japonesas



1. **Las necesidades fisiológicas.** Fueron cubiertas por la empresa al proporcionarles un salario adecuado, un ejemplo de ello es que no existen diferencias sociales muy marcadas, y más del 90% de las personas se considera a sí mismas como de clase media.

⁸ *Ibid.*, p. 15.

2. **La seguridad y la defensa.** Las empresas japonesas proporcionan empleo de por vida a los egresados de las universidades, y cada compañía tiene sus propios exámenes de admisión, por lo que la elección de la compañía para trabajar es una decisión muy importante en la vida de los japoneses (aunque esta práctica del empleo de por vida empieza a cambiar). Los nuevos reclutas pasan por un proceso de inducción, en el cual se les enseña la política de la compañía, su historia, su manera de operar, etcétera.
3. **Amor y pertenencia.** El trabajar para una compañía japonesa es como pasar a formar parte de una gran familia, y esto incluye al trabajador y sus dependientes. La compañía proporciona un sistema de seguridad social para sus empleados y les ayuda a conseguir, o les proporciona, departamentos, pensiones, ayuda financiera, educación para los hijos y otros beneficios. Otra característica, en la mayoría de las empresas japonesas, es el sistema en que las promociones y aumentos de sueldo tienen una relación directa con la antigüedad que la persona tenga en la compañía.
4. **La autoestima.** La toma de decisiones en Japón, también conocida como Ringi, está basada en el consenso más que en decisiones individuales. Esto se aplica en todas las áreas de la empresa, y todos los integrantes son tomados en cuenta sin importar su rango o título, de tal manera que las decisiones se dan de “abajo hacia arriba”. El concepto de control de la calidad se originó en EU, pero el método de CC con pequeños grupos (círculos de control de calidad) fue desarrollado en Japón.
5. **La autorealización.** La educación juega un papel preponderante dentro de los objetivos de la compañía, y se da de forma permanente mediante cursos de capacitación y actualización, ya sea dentro de las instalaciones de la compañía o fuera de ella, incluso en el extranjero. Otra forma de desarrollo del personal es a través de la rotación de puestos de trabajo, de tal manera que una persona sea “generalista” más que especialista; este miembro tendrá una visión más completa de lo que hace la compañía y estará en mejores condiciones de aportar ideas, debido a su formación multifuncional.

Otra fundamentación que tiene el CC con el enfoque japonés son las consideraciones teóricas de Herzberg en cuanto a los factores de mantenimiento y motivación (véase el capítulo anterior).

Círculos de calidad

Respecto al tema de los círculos de calidad, el consultor de calidad mexicano, pero de origen japonés, ingeniero Ricardo Hirata Okamoto, explica:

Binomio hombre–empresa = hombre + empresa

Matemáticamente un binomio es la suma de dos monomios, variables o factores. El binomio hombre–empresa es la unión de estas dos voluntades para su beneficio y realización. En nuestra cultura empresarial, estos dos entes parecen tener objetivos totalmente diferentes y a veces hasta antagónicos. Sin embargo, el éxito de una empresa radica en su capacidad para entender y aceptar que, tanto el ser humano como ella misma, tienen objetivos comunes de desarrollo y crecimiento.

La empresa necesita solucionar problemas y para ello delega autoridad, el hombre necesita solucionar problemas y para ello asume responsabilidades; la autoridad se delega y la responsabilidad se asume totalmente, cuando el trabajo capacita al hombre y le permite tomar decisiones.

Los equipos de trabajo con los que se forman los círculos de CC deben ser voluntarios. Para ello se debe tener la disposición y participación de las personas, hay una serie de lineamientos que pueden garantizar el nacimiento de equipos de trabajo y su desarrollo exitoso:

1. Entender el verdadero significado de “voluntario”.
2. Estar consciente del largo tiempo que se necesita para desarrollar y madurar un equipo voluntario.
3. Conocer la verdadera historia de los círculos de calidad en Japón.
4. Generar foros de discusión.
5. Conocer las ideas básicas que están detrás de las actividades de los equipos voluntarios.

- a) Despliegue de todas las capacidades humanas y eventualmente desarrollar sus infinitas posibilidades.
 - b) Respeto humano y construcción de una alegre y agradable área de trabajo.
 - c) Contribuir en la mejora y el desarrollo de la empresa.
7. La mejor manera de motivar es a través del conocimiento de las actividades en equipo que desarrollan otras empresas.
 8. Tener un buen sistema de administración, registro y control de los equipos en la compañía.
 9. Se sugiere que el tamaño de los equipos sea de entre cinco y siete personas (incluyendo al líder).
 10. Llevar a cabo las reuniones cerca de las áreas de trabajo. “Estar cerca de los hechos”.⁹

⁹ Ricardo, Hirata Okamoto. “El factor humano en el proceso de calidad”. en *Ciclo de conferencias sobre Calidad Total*, UAM-Azcapotzalco, 29 de marzo-1 de abril de 1995.

Preguntas de autoevaluación

Introducción

1. ¿Qué características físicas tiene Japón?
2. ¿De qué manera reflejó el aumento del ingreso per cápita de la población el desarrollo del país?

Antecedentes históricos

3. ¿Qué antecedentes históricos han sido determinantes en el desarrollo del país?
4. ¿Qué ocurrió en el periodo Edo cuando en Japón se aisló de todo tipo de contacto con los países extranjeros?
5. ¿Cómo se terminó este aislamiento y qué consecuencias trajo para el desarrollo del país?
6. Menciona el caso de algunas compañías que surgieron a finales del siglo XIX y principios del XX.
7. ¿Cómo fue el periodo de industrialización y expansión económica y militar de principios de siglo a la década de los 30?

Desarrollo económico después de la Segunda Guerra Mundial

8. ¿Cuáles son las tres “olas” de la economía japonesa?
9. ¿Cuáles son los cuatro periodos en que se puede dividir el desarrollo económico de Japón, de la Segunda Guerra Mundial a nuestros días?

Diseño, calidad y tecnología de los productos japoneses

10. Describe lo más relevante de cada una de las décadas desde 1940 hasta 1990.
11. Explica las características del diseño japonés.

El “milagro japonés”

12. Describe en qué consistió el diseño japonés.
13. Características de la calidad en Japón.

14. ¿Por qué ha fracasado la implementación de la calidad, en algunos países occidentales?
15. Describe el enfoque humano de la calidad de los japoneses.
16. ¿Qué son los círculos de calidad?

Actividades sugeridas

1. En equipos de dos o tres personas elegir alguna compañía o grupo japonés con presencia en México (por ejemplo Nissan, Sony, Sharp, Mitsubishi, etcétera), y seguir la trayectoria de la misma desde la Segunda Guerra Mundial hasta nuestros días, escogiendo una de sus líneas de productos, por ejemplo: autos, aparatos de sonido, cámaras u otros.
 - Investigar la relación entre calidad y diseño.
 - Investigar de qué manera han influido los medios de producción.
 - Documentar la investigación con fotos, dibujos o folletos.
2. Conseguir material como diapositivas, videos, etcétera, de la sección cultural de la Embajada del Japón en México.
3. Buscar en Internet las páginas electrónicas de algunas de las grandes compañías japonesas como Toyota, que fue la precursora del sistema de producción conocido como “justo a tiempo”.

Videos relacionados con el tema

En orden cronológico, los primeros videos que deberían verse son:

Número	1893	duración 57'	<i>1954, el surgimiento de Asia</i> , programa de La hora H, Canal 11. Muestra la evolución de Japón y Corea de la época de la posguerra hasta la década de los 80, periodo de rápido crecimiento para las dos naciones.
Número	630	duración 30'	<i>Un milagro en Asia</i> . Tema: desarrollo económico e industrial de Japón. Video realizado en la década de los 70, muestra las transformaciones de sectores como el automotriz, electrodomésticos, transporte, etcétera, y cómo ha afectado el nivel y la forma de vida.

La siguiente serie, que presenta una temática muy variada: vida social, costumbres, educación, desarrollo tecnológico, aspectos de calidad, etcétera, es la que podría verse en segundo término.

Número	2239	duración 27'	<i>Practical Kaizen 5 'S'</i> (técnicas de mejora continua).
Número	2239	duración 29'	<i>Practical Kaizen Quality Control</i> (técnicas de mejora continua, calidad e ingeniería industrial).

Número 2239 duración 21'

5' S' Para industrias pequeñas y medianas.

Número 2239 duración 27'

Quality Assurance and the Development of New Products (aseguramiento de calidad en el desarrollo de nuevos productos).

Bibliografía

- Dietz, Matthias y Mönninger, Michael, *Japan Design*, Frankfurt, Taschen, 1992.
- Imai, Masaaki, *Kaizen (la clave de la ventaja competitiva japonesa)*, México, CECSA, 1996.
- Ishikawa, Kaouru, *¿Qué es el control total de la calidad?*, Bogotá, Norma, 1986.
- Itasaka, Gen, *Gates to Japan*, Japan, 3A Corporation, 1993.
- Keitzai, Koho, *Center, Japan 1994 an International Comparison*.
- Lazo, Mario, *Diseño industrial: tecnología y utilidades*, México, Trillas, 1990.
- Micheli, Jordy, *Japan Inc. en México (las empresas y modelos laborales japoneses)*, México, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco/Editorial Miguel Ángel Porrúa, 1996.
- Salinas, Óscar, *Historia del diseño industrial*, México, Trillas, 1992.
- Sparke, Penny, *Consultant Design: The History and Practice of the Designer in Industry*, England, Pembridge Press, 1983.
- Sparke, Penny, *Modern Japanese Design*, New York, E. P. Dutton, 1987.

Periódicos

- Rodríguez Martínez, Jorge, “La estrategia económica japonesa”, en *El Financiero*, 28 de junio de 1994, p. 33A.
- , “Reflexiones de un viaje de estudio al Japón”, 1a. parte, en *El Financiero*, 15 de agosto de 1994; 2a parte, 12 de septiembre de 1994.

Las siete herramientas básicas para la solución de problemas

Las herramientas estadísticas

El doctor Kaouru Ishikawa, de la Universidad de Tokio es uno de los más famosos expertos en el tema de la calidad en Japón, se refiere a las siete herramientas básicas del control estadístico del proceso para el mejoramiento del CC de la siguiente manera: "...son cuadros, diagramas o gráficas que se utilizan en el estudio y análisis de los problemas de plantas y oficinas. Son herramientas muy sencillas que si se conocen y dominan desde el nivel operativo hasta la gerencia, pueden ayudar a resolver más del 90% de los problemas comunes..."

El control estadístico del proceso (CEP) aplicado al procedimiento de fabricación fue empleado, por primera vez, por el doctor Shewart de los laboratorios de Bell Telephone, en la década de los 20. El CEP se utilizó ampliamente durante los años previos y en la Segunda Guerra Mundial, para reforzar la producción de armamento.

Las visitas de los doctores Deming y Juran a Japón, durante la década de los 50, trajo consigo un cambio en la forma de emplear el CEP, que hasta esos años había sido del dominio absoluto de los estadistas. Se necesitó un cambio de estructuras mentales y una capacitación intensa en todos los niveles, además de una campaña a nivel nacional para que las cosas cambiaran.

La principal aportación de Japón al movimiento de la calidad total fue que "humanizó" la calidad; es decir, la volvió accesible a los obreros, asimismo, se crearon técnicas como el diagrama de "causa y efecto", una he-

herramienta que se utiliza en forma grupal. En este país, también surgieron por primera vez los círculos de CC, los cuales requieren de la participación en forma voluntaria de los integrantes de algunos departamentos.

El enfoque de la calidad pasó de ser detectivo a preventivo, basado en la estadística (ciencia que se encarga de recopilar, organizar, representar y analizar un conjunto de datos, con el fin de inferir y generalizar la información contenida en ellos).

¿Qué causa los defectos?

El japonés, Hitoshi Kume, experto en calidad, escribió en su libro *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*, *Statistical Methods for Quality Improvement*, su título en inglés publicado por AOTS y 3A Corporation del Japón, lo siguiente:

Para reducir el número de defectos, es necesario que uno crea que éstos se pueden reducir. Existen causas peculiares por cada producto defectuoso, y esos defectos se pueden eliminar si se descubren las causas y se eliminan. Sin embargo, independientemente del tipo de producto, o del método de producción utilizado, las causas de los defectos son universales.

Variación. Ésta es la causa. ¿Qué ocurriría si hacemos productos usando materiales exactamente de la misma calidad, máquinas idénticas y métodos de trabajo para inspeccionar esos productos de la misma manera? No importa cuántos productos se hagan, ellos deben ser idénticos, siempre y cuando las cuatro condiciones sean idénticas. Esto es, los productos serán conformes o no conformes.

¿Por qué se fabrican productos defectuosos y no defectuosos en el mismo lugar? La causa, como ya se mencionó, es la variación. Variación en materiales, en las condiciones de la maquinaria, en los métodos de trabajo y en las inspecciones. Todo ello conforman las causas de los defectos. Si ninguna de esas variaciones existiera, todos los productos serían idénticos y no existiría ninguna variación de calidad como la que ocurre al tener en una misma producción piezas buenas y defectuosas.

Los defectos son causados por las variaciones. Si las variaciones se reducen, los defectos ciertamente se reducirán también. Este sencillo pero sólido principio es verdadero, independientemente del tipo de productos o las clases de métodos de producción que se utilicen.

Procesos estadísticos

En un proceso de fabricación o de mejora continua no hay cabida para los supuestos, ni para metas sin compromisos reales que no tengan bien establecidos los objetivos por alcanzar, ni los límites de tiempo; de otra manera, los objetivos que no están bien definidos se convierten en buenos deseos y nada más.

Los procesos estadísticos parten de un principio fundamental: no se puede controlar aquello que no se mide; al respecto, el autor mexicano Alfredo Acle Tomasini explica:

El control total de la calidad vincula una metodología estadística con acciones administrativas, lo cual representa una base para la toma de decisiones, se parte del diagnóstico de un problema específico hasta el seguimiento y evaluación de las acciones realizadas para resolverlo.

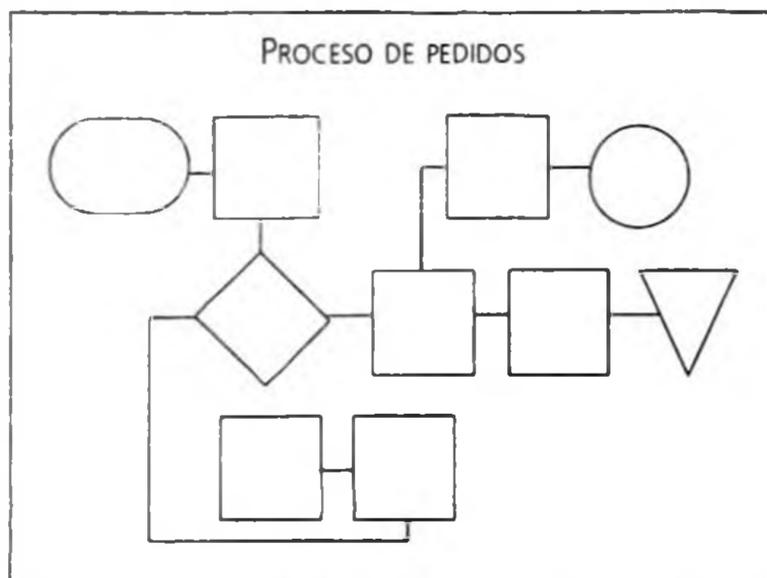
En esencia, los métodos cuantitativos permiten identificar y analizar los problemas y no los síntomas. A partir de esto se pueden aplicar y dar seguimiento a soluciones permanentes y llevar una historia estadística del proceso de mejora continua.

Cuadro 4.1. Las siete herramientas estadísticas de la calidad total

HERRAMIENTAS	FUNCIÓN DESARROLLADA
Hoja de chequeo (verificación)	Identificación
Diagrama de Pareto	Identificación y análisis
Diagrama de causa y efecto	Identificación y análisis
Gráficas de control	Identificación y análisis
Histograma	Análisis
Estratificación	Análisis
Gráfica de dispersión	Análisis

FUENTE: ALFREDO ACLE TOMASINI, *RETOS Y RIESGOS DE LA CALIDAD TOTAL*, MÉXICO, GRIJALBO, 1995.

Figura 4.1. Las siete herramientas básicas para la mejora continua



FLUJOGRAMA

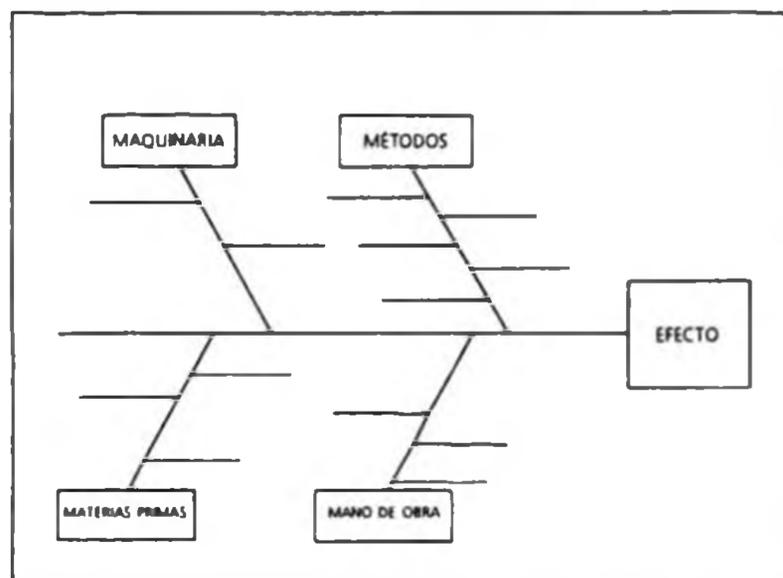


DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

INSPECCIÓN DE VEHÍCULO

CATEGORIA	1	2	3	4	TOTAL

RECOLECCIÓN DE DATOS

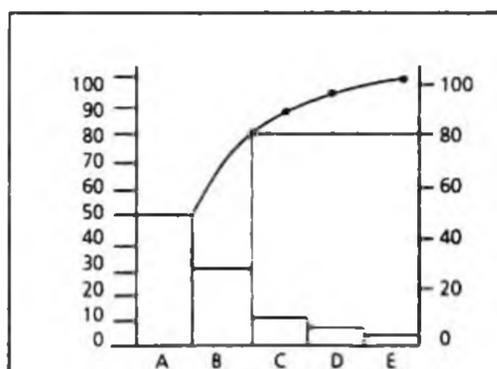
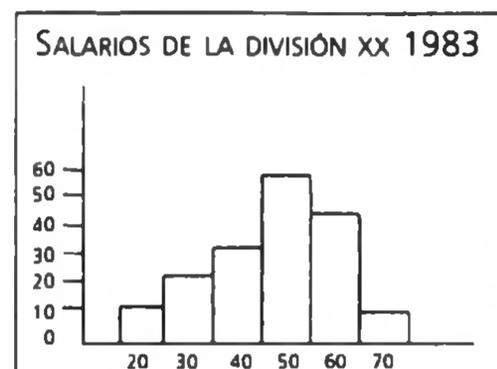
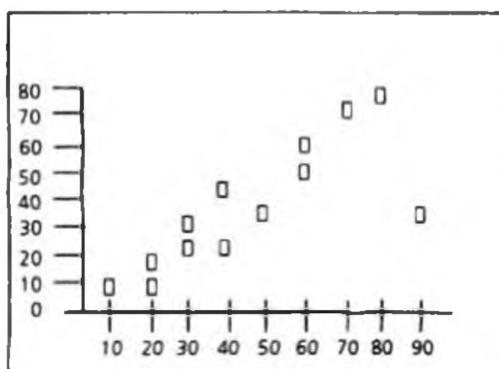


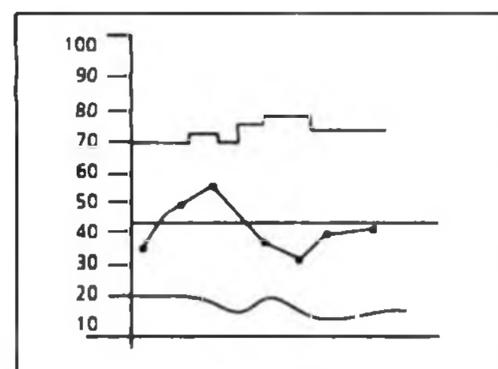
DIAGRAMA DE PARETO



HISTOGRAMA



GRÁFICA DE DISPERSIÓN



GRÁFICA DE CONTROL

FUENTE: COUNCIL FOR CONTINUOUS IMPROVEMENT, *MANUAL DE HERRAMIENTAS BÁSICAS*, MÉXICO, PANORAMA EDITORIAL, 1996, p. 12.

NOTA: Para algunos autores la estratificación es una herramienta, mientras que para otros, es el flujograma.

Flujograma: ilustra el flujo secuencial (e interfuncional) de un proceso.

Diagrama de causa y efecto: enumera y organiza las causas raíz de, o contribuciones a, un problema.

Recolección de datos: desarrolla métodos estructurales para recabar hechos verdaderos para mejorar el proceso.

Diagrama de Pareto: identifica prioridades o factores de costo en la solución de problemas.

Histograma: ilustra la distribución de un conjunto de datos.

Gráfica de dispersión: ilustra la dispersión y/o correlación entre dos variables.

Gráficas de control: vigilar y controlar la conducta de un proceso a lo largo del tiempo.

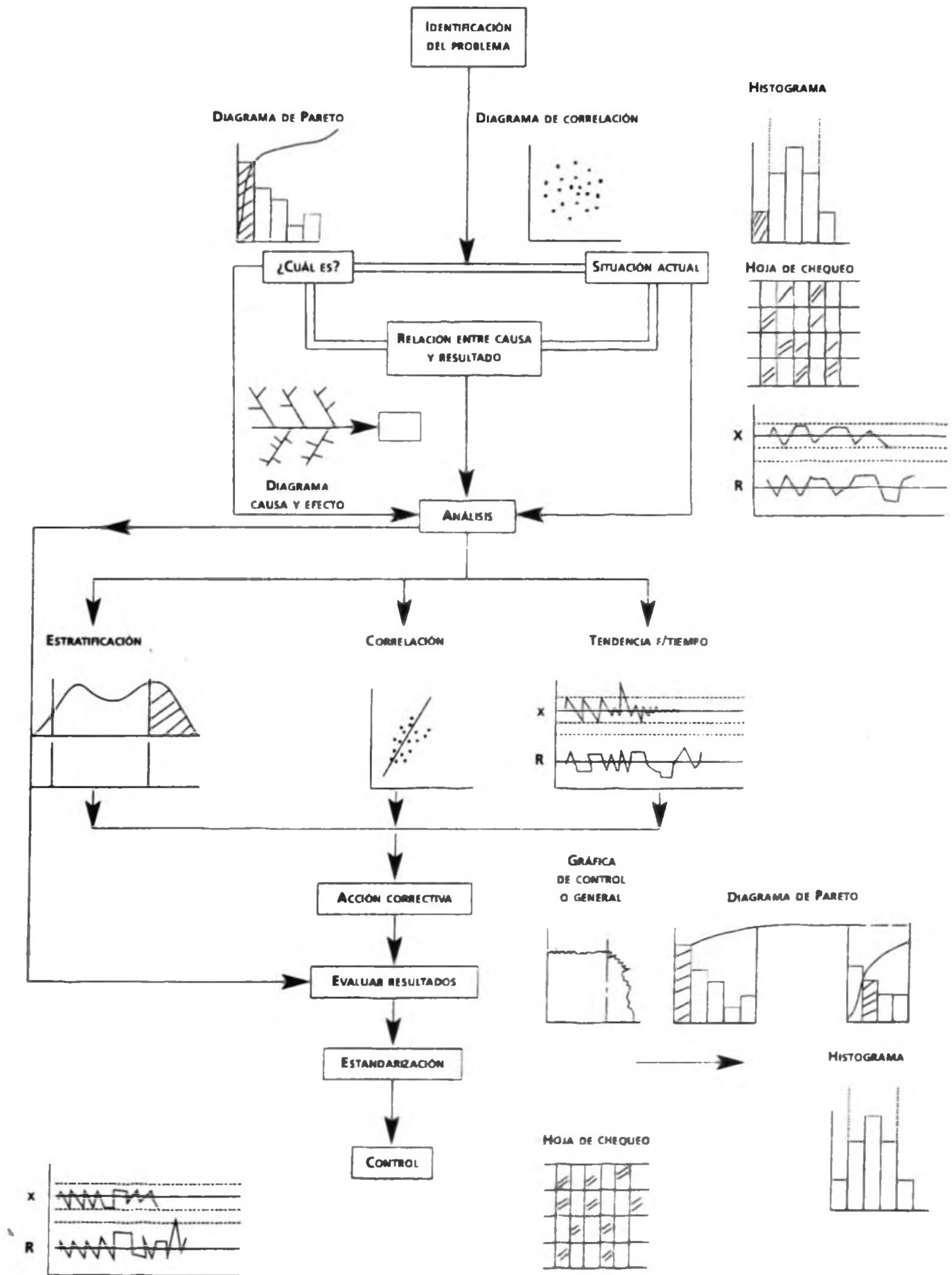
Pilares de un enfoque estadístico

Hay nueve pilares o puntos que deben tomarse en cuenta cuando se efectúe el CEP:

1. El resultado de cualquier operación contiene variación y ésta sigue un patrón de distribución. Cualquier proceso se ve afectado por un número casi infinito de diferentes factores, tales como el muestreo, el dimensionado, las pruebas, mismos que están sujetos a error, lo cual contribuye a la variación.
2. El concepto de error en la estadística es básico. La información producida por las organizaciones contiene datos sucios, valores anormales y, en algunos casos, datos falsos.
3. La estratificación es otro concepto básico. Estratificar significa separar por grupos que tengan elementos en común. Los totales y los promedios generales esconden información acerca de la dispersión. La información se separa y agrupa de diferentes formas para detectar las causas de los problemas de calidad.
4. La estadística moderna es una ciencia de acción. Cuando se recolecta información se pretende realizar una acción para un fin determinado. No

- sirve de nada obtener información que no será utilizada o que no se sabe interpretar. Es necesario validar toda la información que se obtenga.
5. Debe existir una estrecha relación entre la muestra y la población. Tomamos información de muestras con el fin de obtener datos respecto de la población y actuar en consecuencia. La población respecto de la cual deseamos actuar puede ser finita, como un lote, o infinita, como un proceso.
 6. El muestreo debe ser aleatorio. La población presenta una distribución que queremos conocer o estimar a través de una muestra. Al tomar los datos de la muestra, el elemento más importante en la búsqueda de representatividad es la aleatoriedad. El muestreo totalmente aleatorio, en el que todas las piezas de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas en la muestra, es difícil de ejecutar. En la práctica, normalmente se sustituye por un muestreo a intervalos fijos de tiempo o espacio, que es una buena aproximación y es fácil de realizar.
 7. Todos los datos que obtenemos tienen dispersión, jamás obtenemos el mismo valor repetido.
 8. Existen dos tipos de causas de dispersión en los procesos y dos tipos de variaciones:
 - a) Causas comunes de variación: las que influyen, con frecuencia, en el proceso; aún no están técnicamente identificadas o controladas y ninguna de ellas puede alterar significativamente el comportamiento del proceso. La variación que provocan estas causas es controlada o normal.
 - b) Causas especiales de variación: éstas provocan una variación grande y anormal para el proceso, son fácilmente detectables con herramientas estadísticas básicas. La variación que provocan es anormal o fuera de control.
 9. Actuar sobre la población. Cuando tomamos una decisión con base en la información de una muestra, debemos actuar sobre nuestro objetivo primario: la población.

Figura 4.2. Combinación de las herramientas básicas



FUENTE: MATERIAL DE APOYO DEL DIPLOMADO DE CALIDAD TOTAL, UAM-AZCAPOTZALCO, DIVISIÓN CBI, DEPARTAMENTO DE SISTEMAS.

Conclusión

Los puntos anteriores son algunos de los más importantes de un enfoque estadístico, y resultan de gran utilidad para racionalizar las decisiones con las que se administra una empresa.

Las siete herramientas básicas

1. Hoja de control

El teórico Hitoshi Kume afirma que “La información es una guía para nuestras acciones, y de ella obtenemos datos, y emprendemos las acciones apropiadas basados en esos datos”. En control de calidad, los objetivos de recolectar información pueden ser:

- a) Controlar y monitorear el proceso de producción.
- b) Análisis de los productos que no se conforman
- c) Inspección.

La información debe recopilarse de una manera sencilla, en un formato fácil de llenar. Una hoja de chequeo es un formato diseñado de tal modo que las características por inspeccionar ya están impresas, para que el llenado se realice de una manera ágil y concisa; en el que se clasifique la información automáticamente. Para evitar errores se debe procurar que quien la utilice escriba lo menos posible, usando únicamente cruces o “palomas”. Hitoshi Kume se refiere a cuatro tipos de hojas de chequeo:

a) Hoja de control para la distribución del proceso de producción.

Se emplea cuando queremos conocer la variación en las dimensiones de un cierto tipo de partes cuya especificación para el maquinado sea: $8.5 + -0.005$. Para estudiar la distribución de los valores de las características del proceso, los histogramas son normalmente usados. Valores tales como el promedio y la variación son computados con base en el histograma y la curva de distribución.

Cuadro 4.2. Hoja de control para la distribución de defectos

ESPECIFICACIÓN	DESVIACIÓN	REGISTRO	FRECUENCIA
8500	-5	X	1
	-4	XX	2
	-3	XXXX	4
	-2	XXXXXXXX	6
	-1	XXXXXXXXXX	9
	0	XXXXXXXXXXXXXX	11
	+1	XXXXXXXXXX	8
	+2	XXXXXXXXXX	7
	+3	XXX	3
	+4	XX	2
	+5	X	1
			TOTAL

FUENTE: BASADO EN HITOSHI KUME, *HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS PARA LA MEJORA CONTINUA*, ED. NORMA, 1995, P. 25.

b) Hoja de control para defectos.

Este tipo de hoja podría ser utilizada por un inspector, que revise una pieza al final de un proceso, e indique con una marca cada vez que localice un defecto. Al final del día será fácil calcular el número total de defectos encontrados.

El conocer únicamente el número de defectos no nos conduce a acciones remediables, pero sí nos orienta acerca de qué áreas se deben mejorar en el proceso, por la frecuencia con que los defectos aparecen. Si se utiliza este tipo de formato hay que pensar la manera en que se estratificará la información, por lo que este factor se debe incorporar en su diseño.

Cuadro 4.3. Hoja de control para defectos

TIPO DE DEFECTO	MARCAS	SUBTOTAL
Porosidades	//// // // //	19
Roturas	//// // //	13
Incompleta	//// // // // // //// //	27
Deformación	////	4
Otras	//// //	9
Marcas	//// // // // // //// // // // // //// // // // // //// // // //	72

FUENTE: BASADO EN HITOSHI KUME, *HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS PARA LA MEJORA CONTINUA*, ED. NORMA, 1995, p. 26.

c) Hoja de localización de defectos.

Defectos externos en los productos que estamos manufacturando, tales como rayaduras, manchas o malformaciones, demeritan su apariencia, por lo que se deben reducir este tipo de defectos.

Esta hoja de localización de defectos es una herramienta muy importante.

d) Hoja para la causa de los defectos.

Las hojas de chequeo anteriores sirven para localizar los defectos. Existen otro tipo de hojas que sirven para estratificar, lo cual nos facilita encontrar las causas de los defectos.

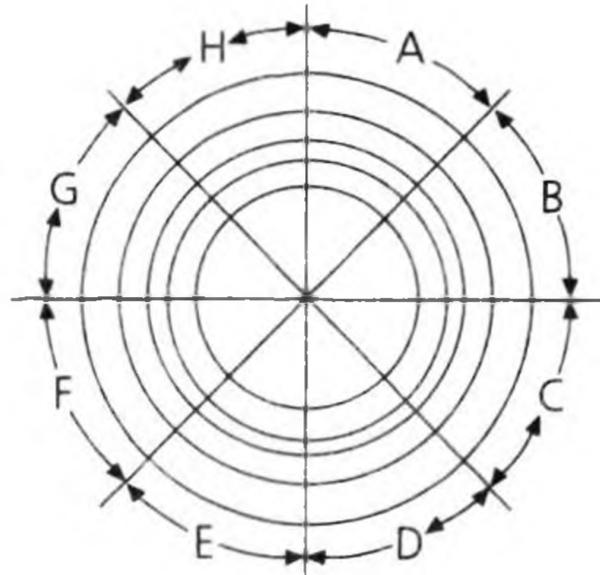
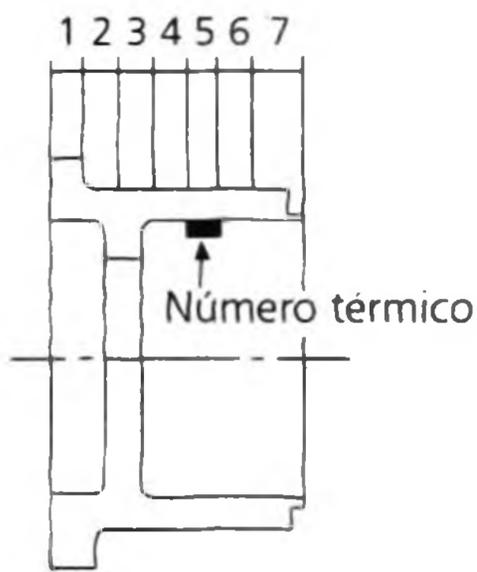
Figura 4.3. Hoja de registro de la localización de defectos

Número del producto y nombre: _____

Material _____

Fabricante _____

1. ESQUEMA



2. MATRIZ DE LOCALIZACIÓN DEL DEFECTO

Circular \ Radial	Radial							10			
	1	2	3	4	5	6	7				
A								▨ 1			
B											
C											
D											
E	///		/// /					▨ 9			
F	/	//						▨ 3			
G											
H											
	▨ 4	▨ 2	▨ 7					13			
	10										

FUENTE: HITOSHI KUME, *HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD*, ED. NORMA, 1995, P. 28.

Cuadro 4.4. Hoja de registro de las causas del defecto

EQUIPO	TRABAJADOR	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES	
		AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
MÁQUINA	A	** X +	* X +	***	* X	** XXX	**** XXX +	*** X	* XX ++	****	** + +
	B	* X +	*** XXX +	***** XXXXX	*** XXX +	***** XXX ++	*** XX +	*** XXX ++	*** XX ++	*** X +	*** X +

FUENTE: HITOSHI KUME, *HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD*, p. 29.

* Despostillado.

x Porosidad.

+ Mal acabado.

Si analizamos el cuadro anterior, se distinguirá que hay varias situaciones de las cuales habría que investigar su razón; entre ellas: 1) el trabajador produce más errores especialmente los días martes y miércoles y 2) los defectos más comunes son el despostillado y las deformaciones.

2. Diagrama de Pareto (Diagrama 20/80)

El nombre de este diagrama es en honor al economista italiano Wilfredo Pareto, quien escribió sobre la mala distribución de la riqueza de un país. Decía que 20% de las personas poseían el 80% de la riqueza, mientras que el 80% restante sólo disfrutaba del 20% de la misma. Su aplicación como herramienta sirve de identificación y análisis, para reconocer las pocas causas vitales y diferenciarlas de las muchas causas triviales. Las primeras se refieren a las causas que representan el porcentaje más alto de un total, mientras que las segundas, las más numerosos, representan la parte restante.

Según Hitoshi Kume, existen dos tipos de diagramas de Pareto:

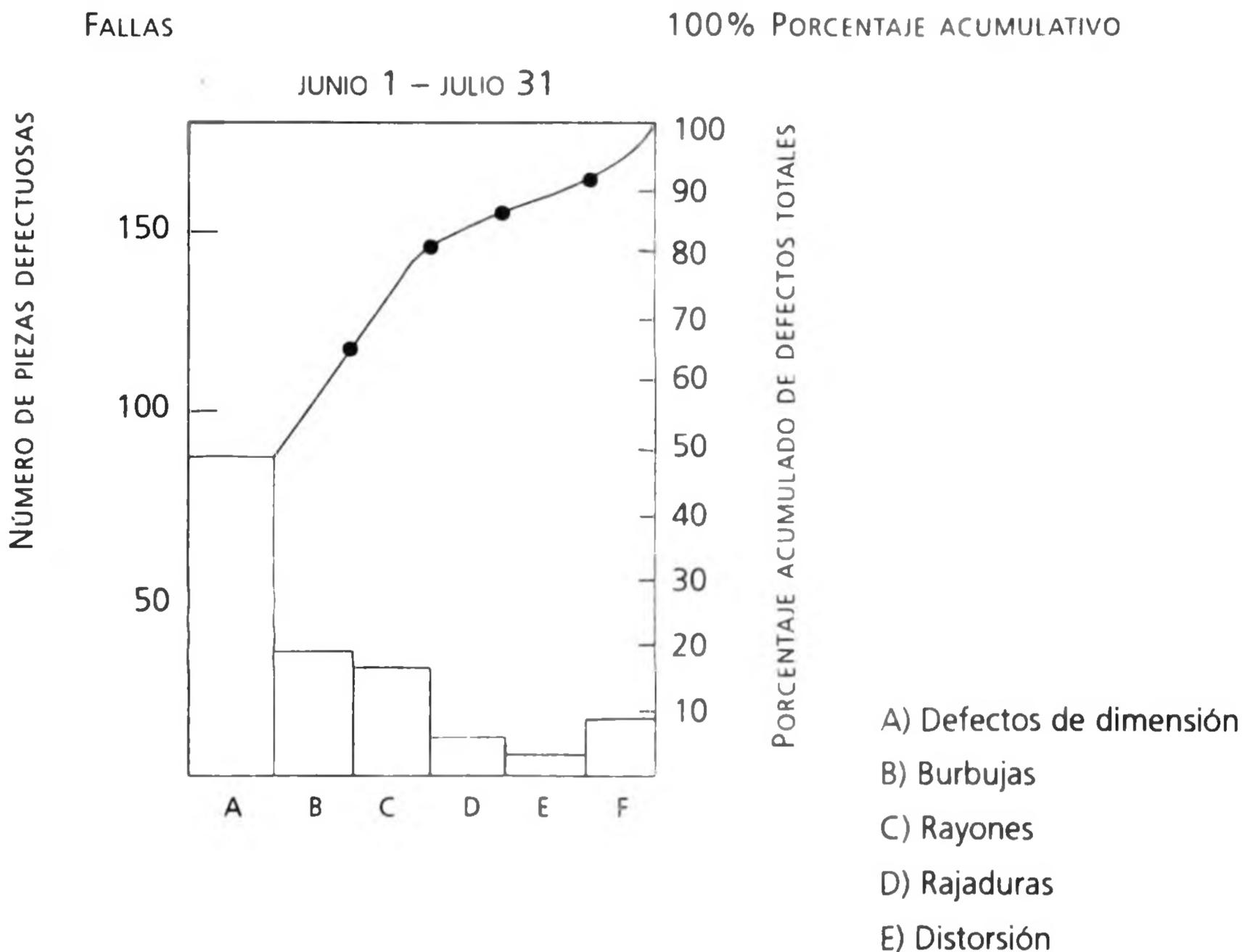
a) **Por fenómeno:** encuentra los resultados indeseables e indica cuál es el mayor problema.

- Calidad: defectos, fallas, quejas, reparaciones, devoluciones.
- Costo: cantidad de pérdidas, gastos.
- Envíos: demoras en las entregas. Falta de inventario, falta de pagos.
- Seguridad: accidentes, paros de las máquinas, errores.

b) **Por causas:** encuentra las causas en los procesos y descubre la mayor causa del problema.

- Operador: turno, grupo, edad, experiencia, habilidades, individuo.
- Máquina: máquinas, equipo, herramientas, organización, modelos, instrumentos.
- Materia prima: fabricante, planta, lote, cantidad.
- Métodos operacionales: condiciones, órdenes, arreglos, métodos.

Figura 4.4. Diagrama de Pareto de piezas defectuosas



El objetivo del uso del diagrama de Pareto es identificar las causas más importantes de los problemas, de tal manera que la acción correctiva tenga el mayor impacto y beneficio para la organización.

También se le considera como el primer paso para realizar mejoras, pues se aplica en todas las instancias donde hay un trabajo o actividad por mejorar. Algunas actividades que podrían señalarse como objetivos son: servicio, costos, entrega, quejas, desarrollo de nuevos productos, calidad del producto; es decir, tienen una relación directa con el cliente.

En conclusión, el diagrama de Pareto es una gráfica de barras que clasifica en forma descendente el tipo de fallas o factores que se analizan, en función de la frecuencia con que ocurren, y de su importancia absoluta o relativa. Este diagrama también permite la comparación antes/después y nos ayuda a cuantificar el impacto de las acciones mediante el efecto correctivo.

3. Diagrama de causa y efecto

También se le conoce como Diagrama de Ishikawa o de Pescado. Es una de las herramientas más peculiares tanto por su forma, como por la participación de un grupo de personas, que pueden ser del mismo departamento o de varios —lo que daría lugar a un grupo multidisciplinario, para lograr de manera óptima su objetivo.

El diagrama de causa y efecto surgió en 1953, cuando el doctor Kaouru Ishikawa reunió las opiniones acerca del tema de la calidad de un grupo de ingenieros que trabajaban en una planta. Ishikawa afirma que el resultado de un proceso se puede atribuir a una multitud de factores, entre ellos la relación causa–efecto; el diagrama muestra, precisamente, la relación entre una característica de calidad y sus factores.

Así, puede ser utilizado en el análisis de cualquier problema, pues sirve para clasificar y relacionar los factores que afectan un resultado; y también para la prevención de problemas, ya que proporciona una visión de conjunto de todos los elementos que intervienen en una característica de calidad.

Para elaborar un diagrama de causa–efecto deben seguirse los siguientes pasos:

- a) Determinar el efecto o resultado. Escribir la característica en el lado derecho de la hoja y encerrarla en un rectángulo. Dibujar una flecha de izquierda a derecha, con su punta conectada al rectángulo. Esta flecha será la “columna vertebral de la espina de pescado”.
- b) De esa primera línea se desprenden cuatro líneas a intervalos, con una inclinación de 45° a 90° aproximadamente, y son las causas primarias o “huesos grandes”. Estas causas mayores o primarias, generalmente corresponden a las categorías conocidas como 4M/1H, es decir: máquina, método, material, medio ambiente y hombre; estos títulos se encierran en un rectángulo.

Si se requiere de un diagrama de Pescado aún más completo, es posible emplear las 9 emes de Armand Feigebaum como factores fundamentales que afectan la calidad. A continuación se desglosan esa 9 emes.

1. markets	mercados
2. money	dinero
3. management	administración
4. men + mind	hombres + mente
5. motivation	motivación
6. materials	materiales y materias primas
7. machines + mechanization	máquinas + mecanización
8. modern information methods	métodos modernos de información
9. mounting product requirements	requisitos crecientes de los productos
+1 minute (time)	+ 1 minuto (tiempo)

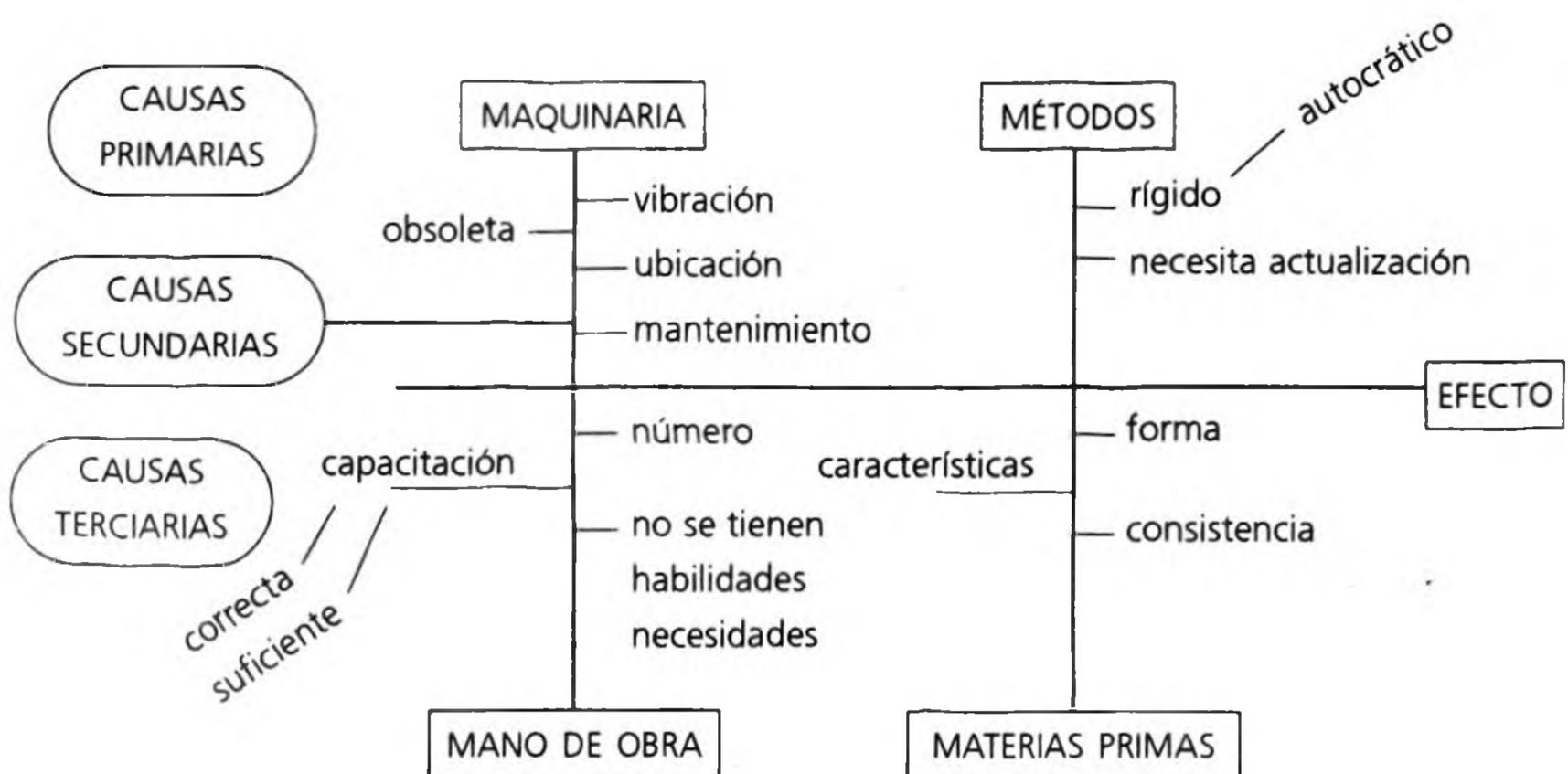
- c) Identificar las causas secundarias que afectan a los huesos grandes; es decir, los huesos de tamaño medio que se desprenden de los grandes. Existe un tercer tipo de huesos: los terciarios, que se desprenden de los secundarios.

En el diagrama de causa y efecto solamente se anotan las causas y no las soluciones de los problemas, y por cada causa potencial, se plantea una serie de preguntas que en inglés se denominan 5W1H:

why?	¿Por qué?
Who?	¿Quién?
When?	¿Cuándo?
Where?	¿Dónde?
What?	¿Qué?
How?	¿Cómo?

A continuación se muestra un diagrama de Pescado, con los elementos antes descritos, aunque la mejor manera de entenderlo es aplicarlo entre varios compañeros de diferentes departamentos, para tratar de resolver un problema real.

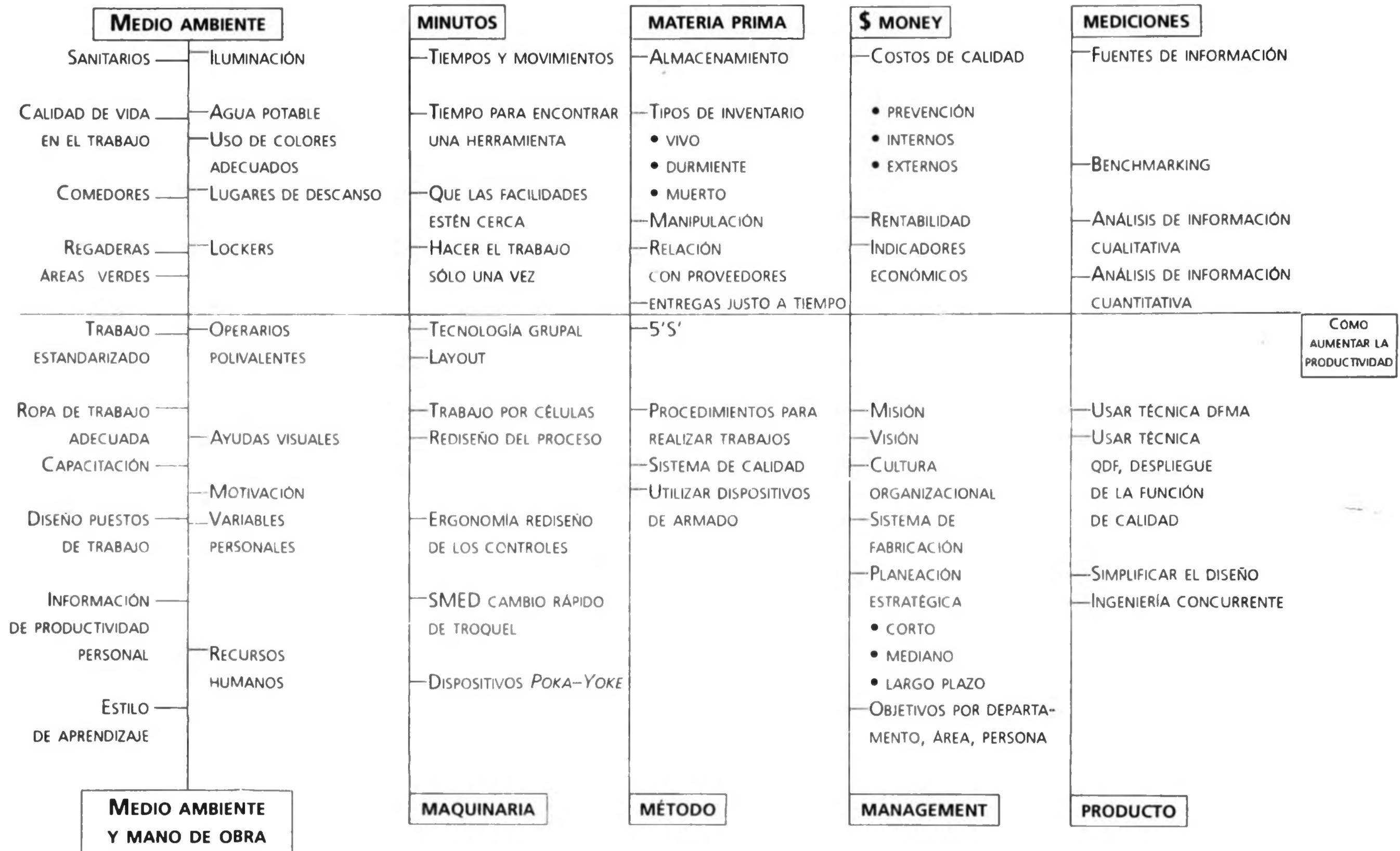
Figura 4.5. Diagrama de causa y efecto



CAUSA + CAUSA + CAUSA = EFECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro 4.6. Un ejemplo de aplicación del diagrama de Pescado



4. Gráficos de control

Respecto a esta herramienta, Hitoshi Kume explica:

La primera persona que utilizó gráficos de control en la producción fue W. A. Shewart, en 1924, cuando trabajaba para Bell Telephone Laboratories. Su objetivo era la eliminación de las variaciones anormales debidas a causas asignables, las separaba de aquellas que ocurrían por azar. Una tabla de control consiste en una línea central (\bar{x}), un par de límites de control, uno colocado en la parte superior (límite superior de control) y otro en la parte inferior (límite inferior de control); los valores que se reúnan se grafican en la tabla y nos indican el estado del proceso. Si todos los puntos caen dentro de los límites de control, quiere decir que el proceso está bajo control.

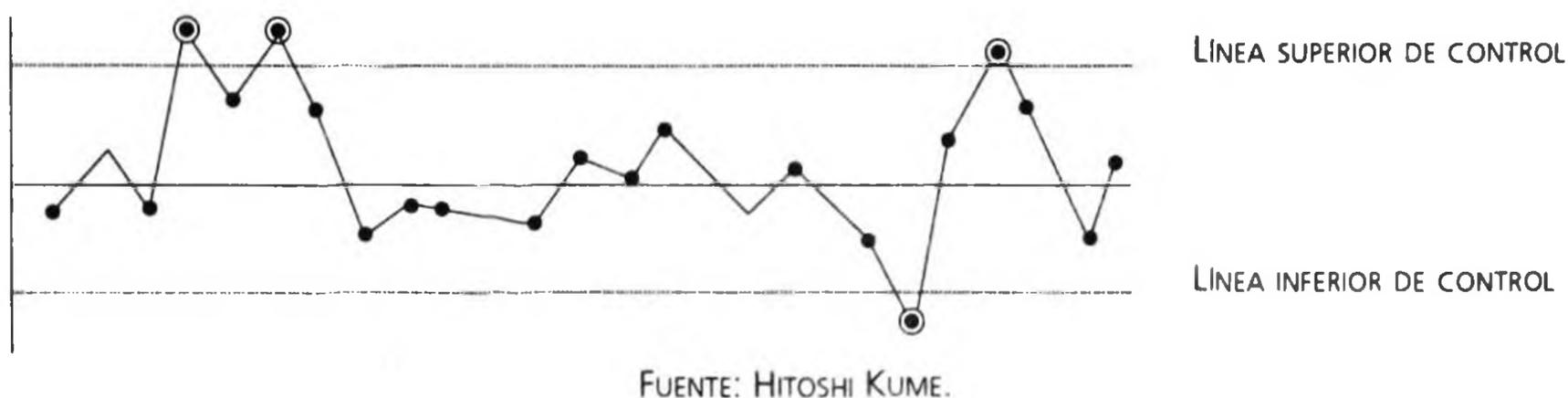
Existen varios tipos de tablas de control, la más común es la tabla \bar{x} - r ; \bar{x} representa un valor promedio de un subgrupo, y r representa el rango del subgrupo. La tabla r generalmente se utiliza en forma conjunta con la tabla \bar{x} , para controlar la variación dentro de un subgrupo.

Formar subgrupos es la parte más importante en la preparación de una tabla de control y determina su desempeño; si se hace en forma incorrecta, lo que se obtiene es una tabla que no sirve para nada.

¿Cómo interpretar una tabla de control?

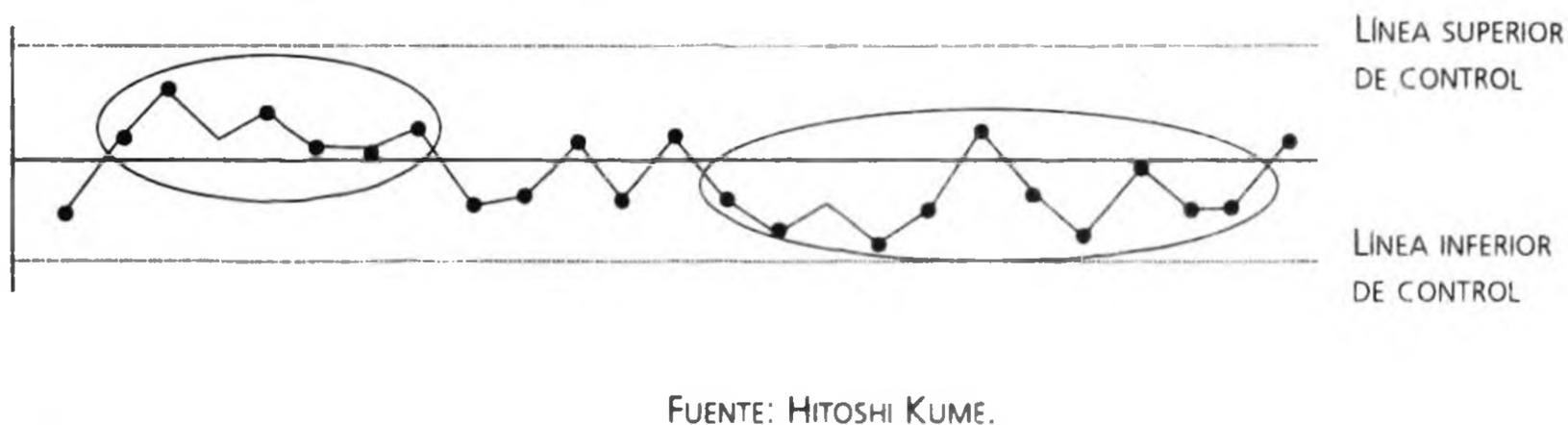
Es preciso recordar que las siete herramientas estudiadas no son más que eso: herramientas, y deben utilizarse como elementos de juicio para tomar decisiones, de tal manera que la información recibida por gráficos de control, como el \bar{x} - r , indicará el estado de un proceso y revelará si existe alguna situación anómala. Si un proceso está controlado, quiere decir que es estable y que el promedio del proceso no cambia. A continuación se muestran varias gráficas y su interpretación.

Figura 4.6. Gráfica que muestra puntos fuera de control*



Fuera de los límites de control: ésta es una tabla donde los puntos están fuera de los límites de control, y por lo tanto el proceso no cumple con lo especificado.

Figura 4.7. Gráfica de control que muestra una corrida



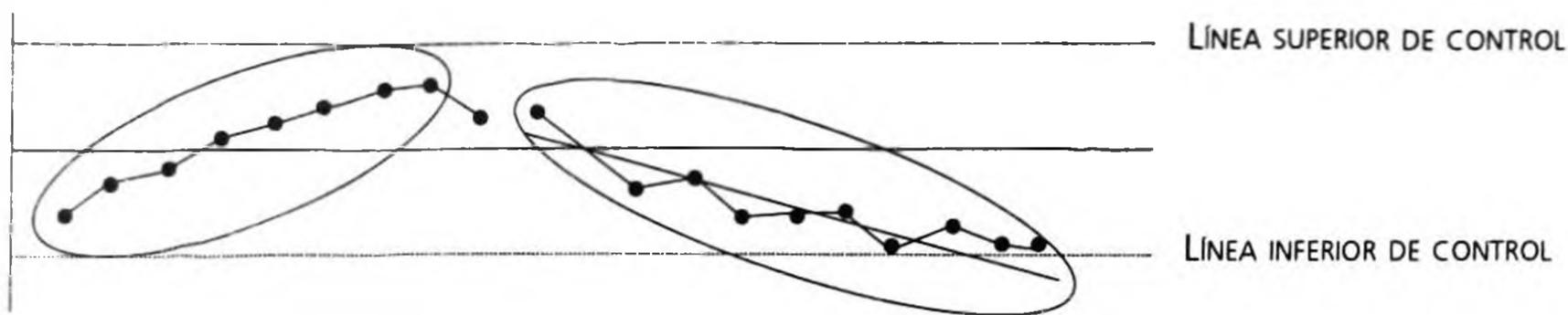
Corrida: esto pasa cuando las mediciones ocurren continuamente de un sólo lado de la línea central; al número de puntos se le conoce como el largo de la corrida, puede ser cualquiera de las siguientes situaciones:

Siete puntos consecutivos de un sólo lado resulta anormal.

Si hay 10 puntos de 11 de un sólo lado, es anormal; lo mismo si son 12 de 14; o 16 de 20 puntos consecutivos.

* La fuente de las gráficas 4.6 a 4.12 es Hitoshu Kume. *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*, Bogotá, Norma. 1992, pp. 102, 116 y 118.

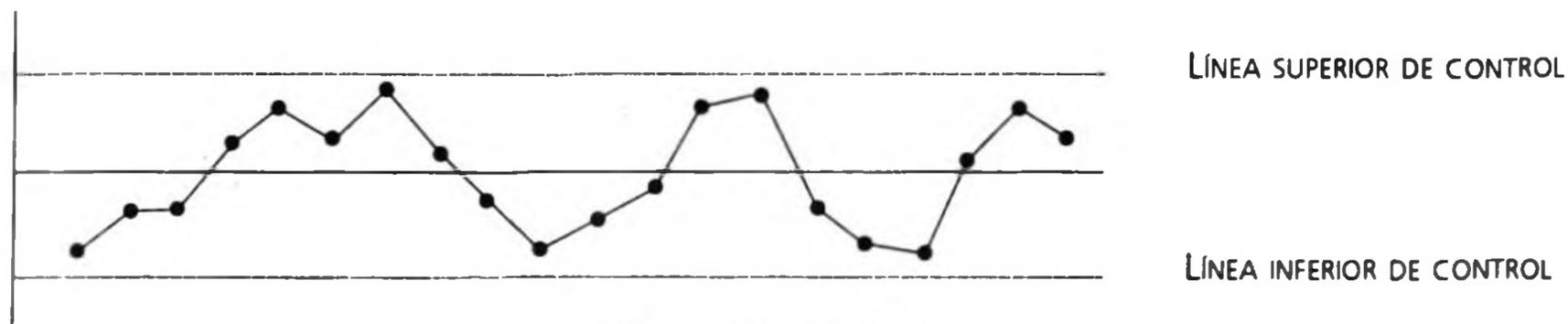
Figura 4.8. Gráfica de control que muestra una tendencia



FUENTE: HITOSHI KUME.

Tendencia: ocurre cuando la lectura de los puntos forma una curva continua, ya sea hacia arriba o hacia abajo.

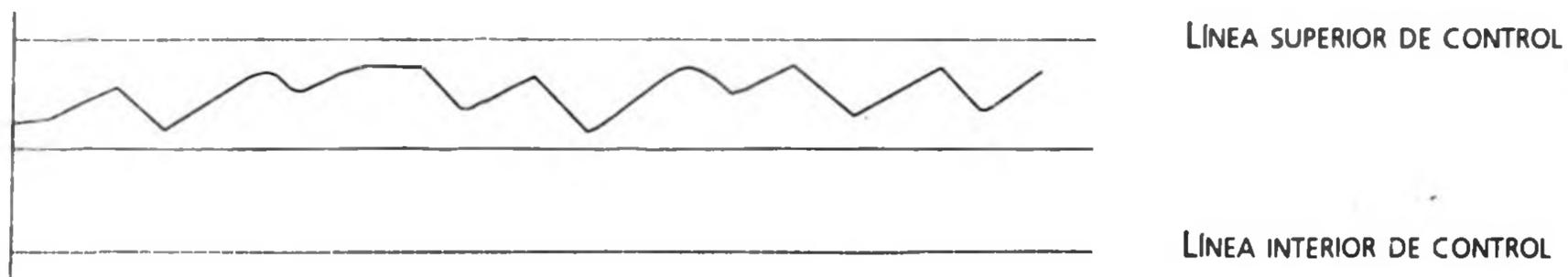
Figura 4.8. Gráfica de control que muestra una periodicidad



FUENTE: HITOSHI KUME.

Periodicidad: cuando la curva muestra repetidamente una tendencia a subir y bajar en los mismos intervalos es indicio de un proceso anormal.

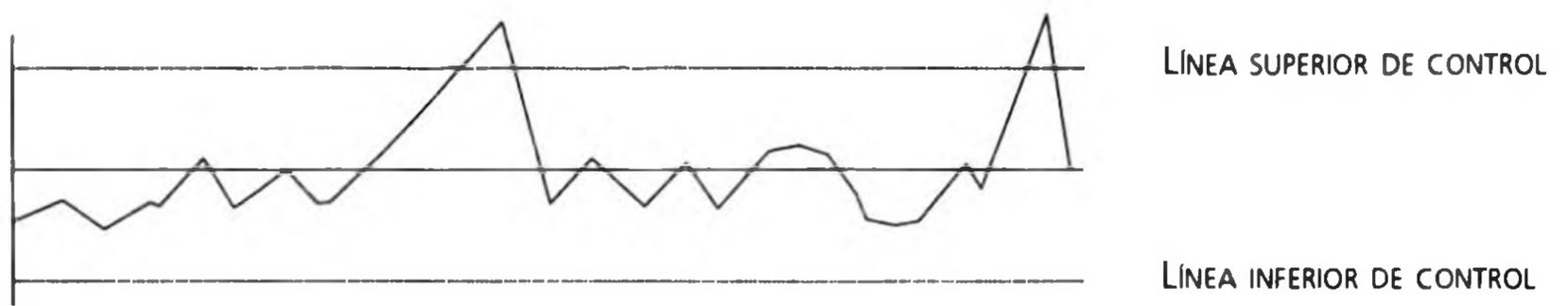
Figura 4.9. Gráfica de control que muestra una situación crónica



FUENTE: HITOSHI KUME.

Crónica: en este caso, el proceso está fuera de control y necesita cambios radicales para obtener alguna mejora. Muestra que el proceso no tiene la capacidad de estar bajo control.

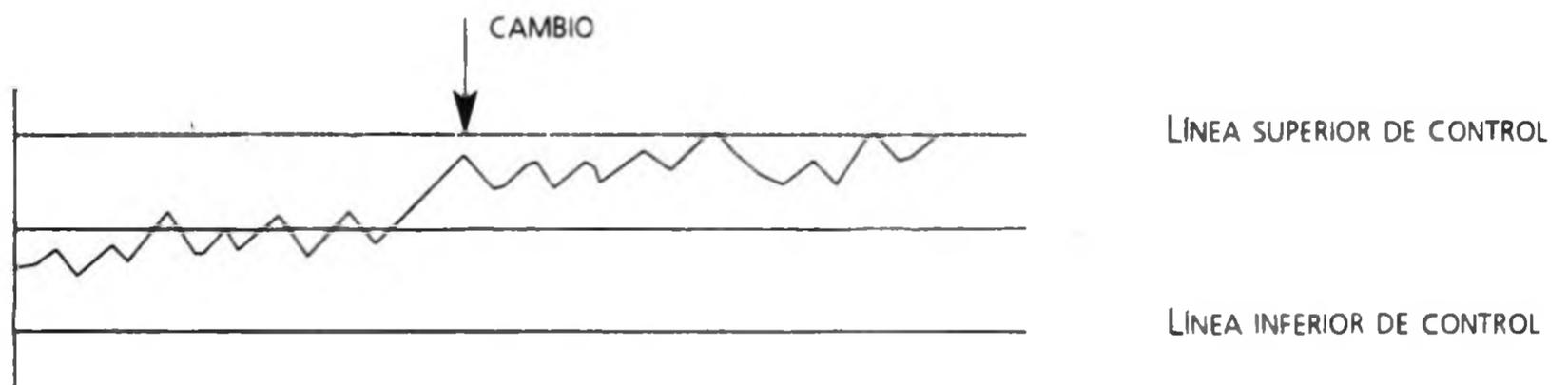
Figura 4.11. Gráfica de control que muestra picos esporádicos



FUENTE: HITOSHI KUME.

Esporádicos: si existen “picos” ocasionales, el proceso no necesita cambios radicales, ya que posiblemente las variaciones se debieron a causas especiales.

Figura 4.12. Gráfica de control que muestra un cambio muy marcado



FUENTE: HITOSHI KUME.

Cambio: si existe un cambio radical en la tendencia del proceso, quizá se deba a alguna mejora, cambio de máquina o uso de procedimientos. Es importante indicar las fechas de los cambios, pues será un elemento de comparación en el futuro.

5. Histograma

El histograma es una gráfica que se obtiene con la tabla de frecuencia de datos y está integrada por un conjunto de barras que representan los intervalos o clases dentro de un sistema de coordenadas.

Los histogramas son útiles cuando se pretende mostrar y organizar una gran cantidad de información en forma gráfica, para estudiar la distribución de

los datos según su frecuencia de ocurrencia y, con base en ello, tomar decisiones. Para elaborar un histograma es necesario conocer la manera cómo se organizan los datos y construir las tablas con distribución de frecuencias.

La línea vertical izquierda del histograma indica la cantidad de datos que contiene cada clase o categoría, y se gradúa teniendo en cuenta la frecuencia máxima; se incluye al cero como valor máximo. En la línea horizontal se disponen las fronteras o límites de todas las clases, correspondientes a la variable que está bajo consideración. En una línea vertical a la derecha se traza la frecuencia relativa, que va de 0 a 100% o total.

Población y muestras

En lo concerniente al control de calidad se busca descubrir las variaciones, lo cual se logra mediante la recolección de información. Por ejemplo, en un muestreo, se toma una muestra de un lote, se mide y analiza, para decidir si se acepta o no éste. La “población” es la totalidad de las partes o productos por considerar; y una pieza o más, que represente las características de la población, se llama muestra.

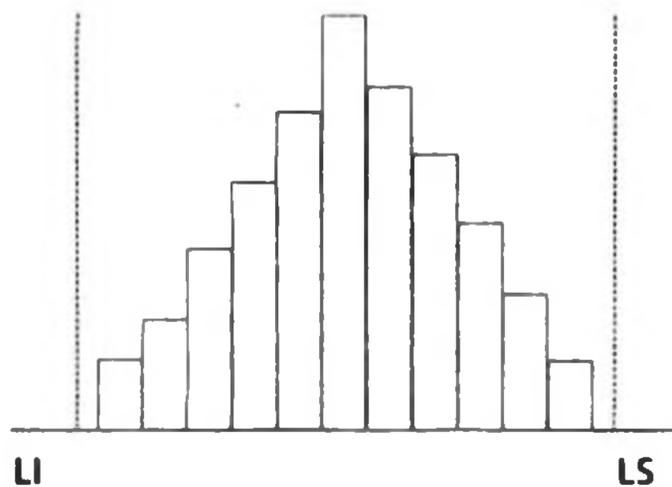
La información obtenida de un muestreo sirve como base para tomar decisiones respecto de la población: mientras mayor sea la muestra, más información se obtendrá de la población.

¿Cómo leer histogramas?

Es posible deducir información acerca del estado de una población, simplemente viendo la forma del histograma. Las siguientes formas sirven como referencia.

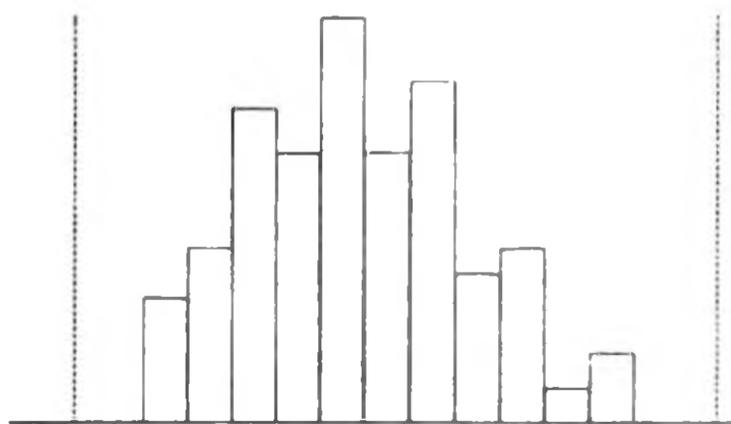
Forma general (simétrica o en forma de campana). La media de este histograma se encuentra a la mitad del rango de la información, la mayor frecuencia está en el centro y disminuye hacia los extremos. La forma más común es la simétrica.

Figura 4.13



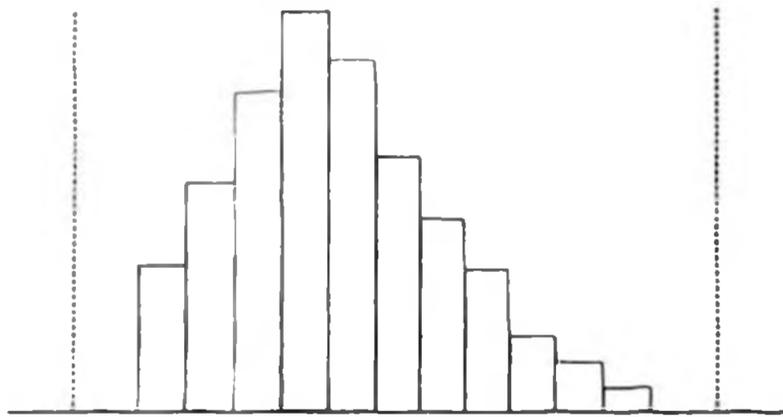
Forma de peine (tipo multimodal). Esto ocurre cuando las unidades consideradas varían de una clase a otra.

Figura 4.14



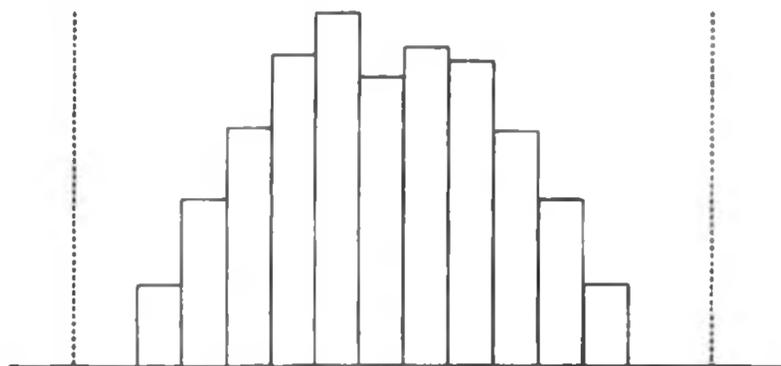
Tipo sesgado. La media de este histograma se localiza a la izquierda del centro del rango. La frecuencia desciende bruscamente hacia la izquierda, pero lo hace suavemente hacia la derecha. Esta forma se presenta cuando la especificación del límite inferior (que podría ser la del superior si la forma fuera a la inversa) está controlada teóricamente, o cuando los valores son más bajos.

Figura 4.15



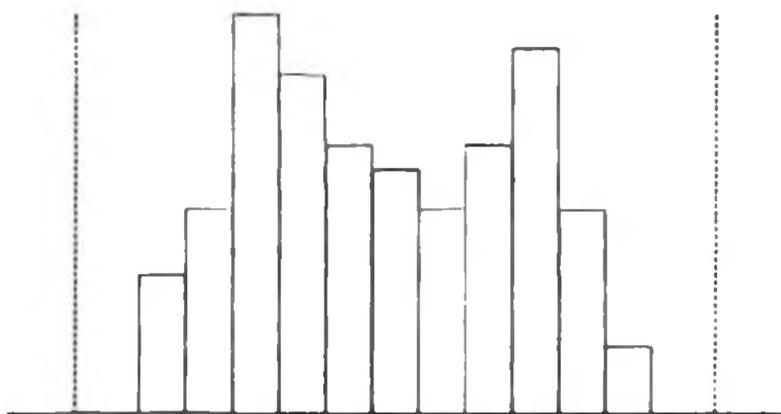
Tipo de meseta. Las clases tienen más o menos la misma frecuencia, excepto por las que se localizan en los extremos.

Figura 4.16



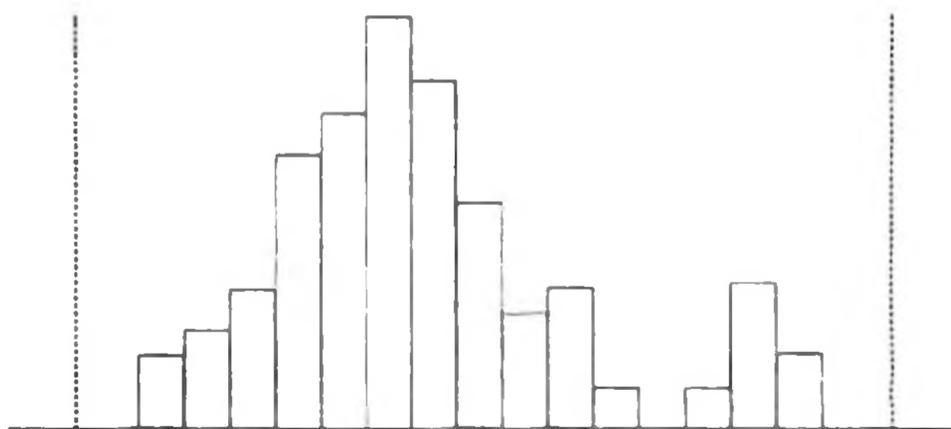
De dos picos. La frecuencia es baja cerca del centro del rango de la información, y existe un pico en cada extremo. Tal caso ocurre cuando dos distribuciones con medias diferentes se mezclan.

Figura 4.17



Pico aislado. Existe un pequeño pico aislado, además del histograma de tipo general. Esto sucede cuando se incluye información con una distribución diferente; por ejemplo, en un proceso anormal o un error de medida, o cuando se incluye información de un proceso diferente.

Figura 4.18



6. Diagrama de dispersión

Con el propósito de controlar un proceso y, por ende, mejorarlo, muchas veces se requiere determinar si existe o no relación entre dos variables de calidad y saber cómo se comportan, si el comportamiento de una depende de la otra y si éste fuera el caso en qué grado.

Algunas de las herramientas estadísticas que ya se han explicado, tales como el histograma o la gráfica de control, tienen como base un conjunto de datos correspondientes a una sola variable; dicho de otra manera: son datos univariados. El diagrama de dispersión es la herramienta utilizada cuando se desea realizar un análisis gráfico de datos bivariados.

Para escoger las variables para trabajar, se plantea una hipótesis y se prueban las variables de dos en dos. Por ejemplo, químicamente sabemos que a una mayor concentración de carbono corresponde una mayor dureza del acero, por lo cual existe una correlación positiva entre estos dos factores. En aspectos de calidad, se podría investigar hasta qué grado afectará el cambio de velocidad del torno en la dimensión de una parte que se fabricará.

Las dos características de calidad que se analizarán se refieren a:

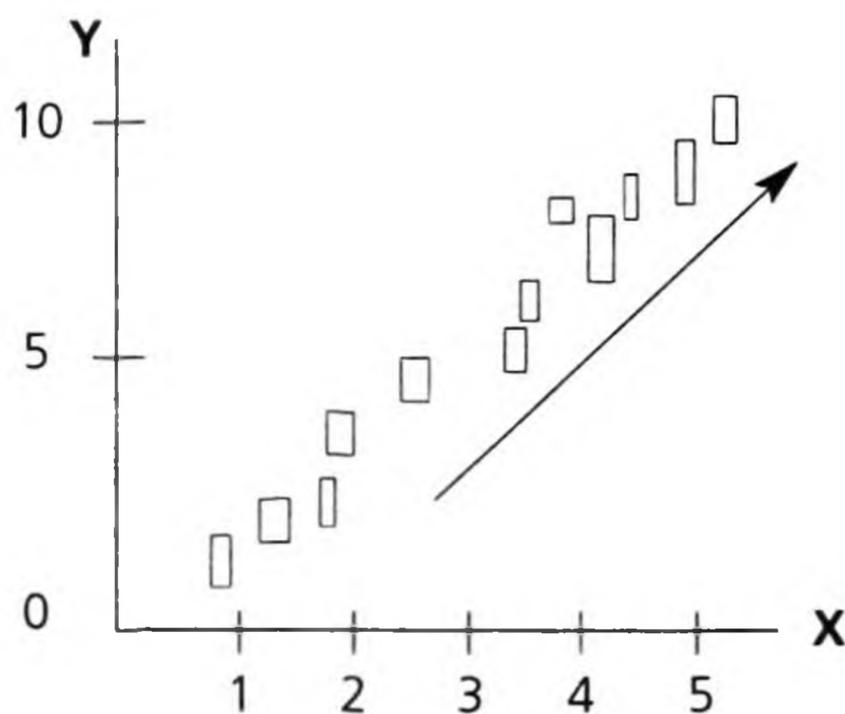
- Una característica de calidad y un factor que incide sobre ella.
- Dos características de calidad relacionadas.
- Dos factores relacionados con una sola característica.

¿Para qué nos sirve el diagrama de dispersión? En general para dos aspectos fundamentales: *a*) indica si dos variables (o características de calidad) están relacionadas, y *b*) proporciona la posibilidad de reconocer fácilmente relaciones de causa y efecto.

¿Cómo leer un diagrama de dispersión?

Existen muchos tipos de diagramas de dispersión, la lectura que se haga de ellos tendrá como base el tipo de relación entre los datos y qué tan fuerte o débil es esta relación, así como los puntos anómalos (puntos que salen del comportamiento normal) que haya, si es que los hay. Los diagramas de dispersión más comunes son:

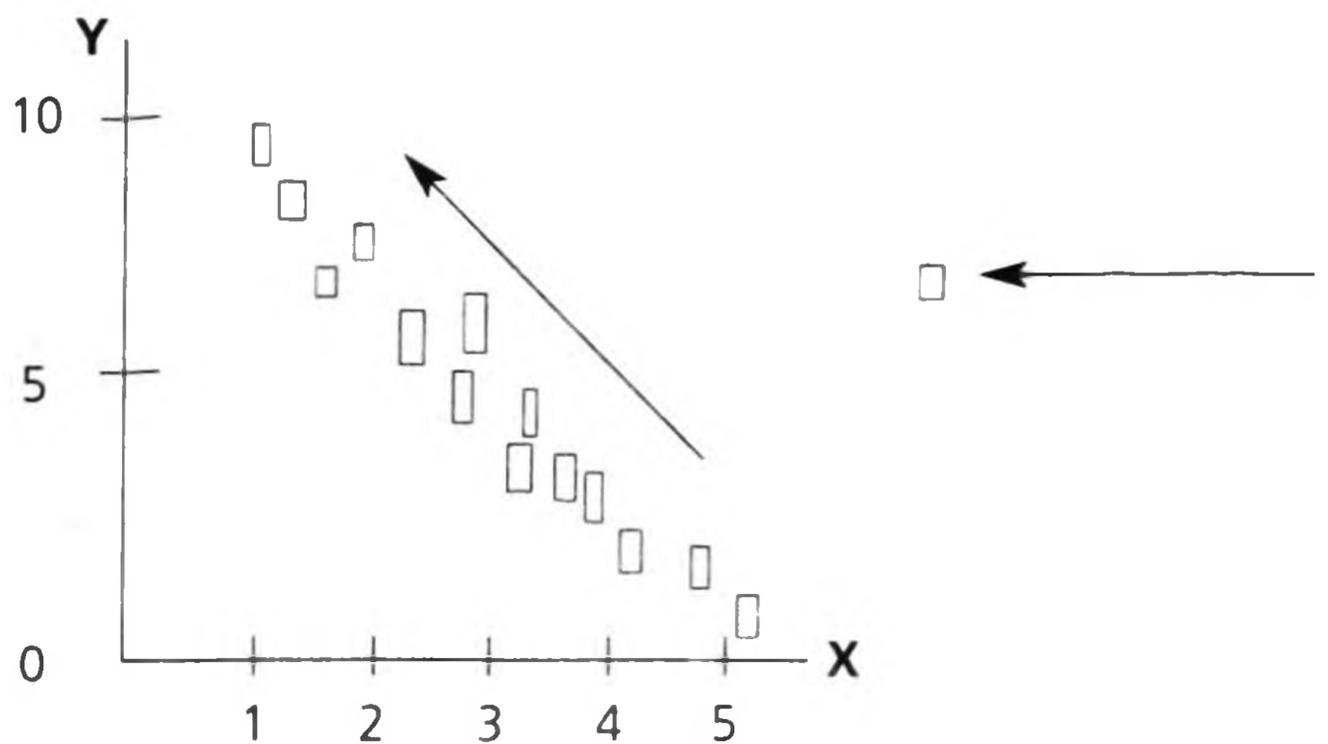
Figura 4.19. Correlación positiva*



Correlación positiva. A un aumento de valor de la variable X le acompaña un aumento en la variable Y.

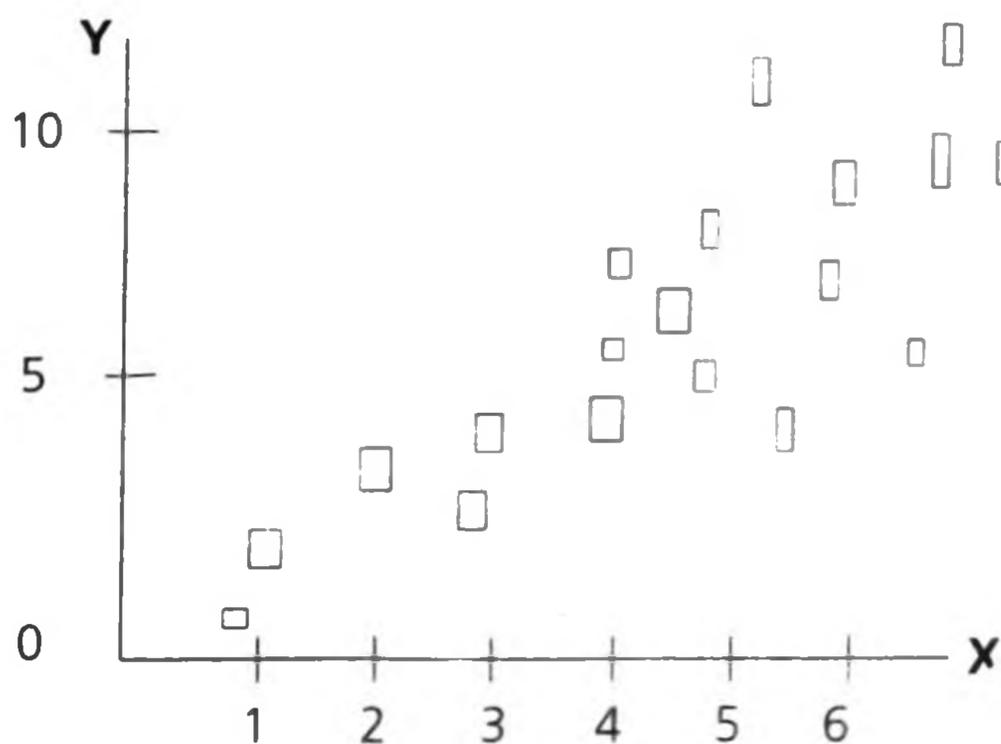
* Las figuras 4.19 a 4.22 están basadas en el libro de Hitoshi Kume, *op. cit.*

Figura 4.20. Correlación negativa



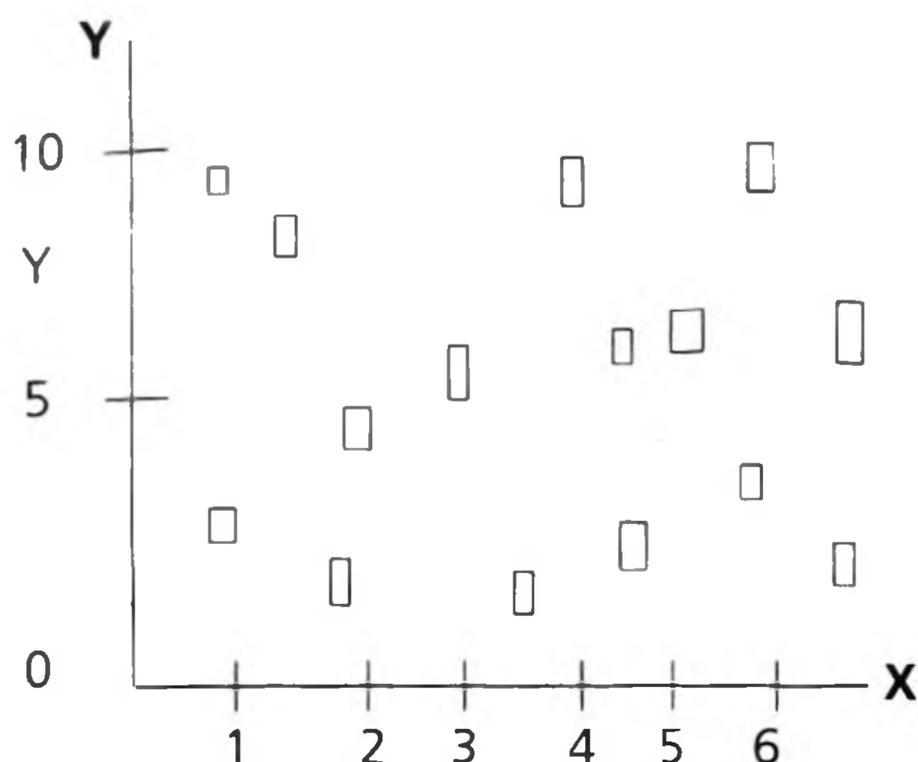
Correlación negativa. A una disminución de un valor de la variable X le acompaña una disminución en la variable Y.

Figura 4.21. Posible correlación



Posible correlación positiva. Existe una tendencia en el comportamiento de las variables, pero no está perfectamente definida.

Figura 4.22. No existe correlación



No existe correlación. En este tipo de diagrama no se presenta ningún tipo de relación definida; es decir, a un aumento de valor de la variable X se puede presentar un aumento, una disminución o aun permanecer sin variación el valor de la variable Y.

7. Estratificación

Los datos obtenidos sirven por la información que proporcionan; para analizar tales datos conviene organizar la información. Estratificar significa dividir un grupo de información en subgrupos, con base en ciertas características predeterminadas; por ejemplo, el tipo de producto, de material o de equipo, empleados; el método de trabajo, turno de trabajo u operario.

Cuando los mismos productos son fabricados en varias máquinas o por diferentes operarios, es recomendable clasificar la información por máquinas, operarios o turnos de trabajo, de tal manera que la diferencia entre máquinas y operadores o turnos de trabajo se pueda analizar con mayor facilidad.

Estratificar es un método para identificar la fuente de la variación de la información recolectada. La información se clasifica de acuerdo con

diferentes factores; clasificarla por afinidad es una manera de facilitar su análisis y determinar las causas del comportamiento de alguna característica de calidad.

Utilidad de la estratificación

- Permite identificar la causa de mayor influencia en la variación.
- Es posible determinar la diferencia entre los valores promedio y la variación que existe entre los diferentes subgrupos.
- Muestra, en detalle, la estructura de un grupo de datos, lo cual permite tanto identificar las causas del problema como llevar a cabo las acciones correctivas necesarias.
- La estratificación se utiliza para clasificar datos e identificar su estructura y afinidad.

¿Cuál es la mejor manera de estratificar?

El método más común de clasificación es el que toma en cuenta los mismos elementos que conforman las “espinas principales” del diagrama de Pesca-do (diagrama de causa y efecto); es decir, las cinco emes: máquina, método, materia prima, medio ambiente, mano de obra (hombre).

Algunos ejemplos en que podría aplicarse el método son los siguientes:

Maquinaria/equipo

- Antigüedad de la máquina, modelo, tamaño y/o línea.
- Productividad: porcentaje de desperdicio y capacidad.
- Tipo de máquina: manual, semiautomática y automática.
- Tiempo de uso diario.
- Frecuencia del mantenimiento.

Método

- Tipo de producción: por lote, por producto, justo a tiempo.
- Tipo de contratación de personal: temporal y permanente.
- Forma de pago: a destajo, pago fijo y bono de productividad.
- Tipo de almacenamiento: mínimo (tipo justo a tiempo).

Materias primas/tipo de producto

- Tipo de proveedores: a, b, c, nacionales y extranjeros.
- Tipo de producto: producto a y producto b.
- Modelo: austero, normal y equipado.

Medio ambiente

- Época del año: seca, lluviosa, calurosa o fría.
- Calidad del aire: grados imeca (de contaminación).
- Entorno ecológico y disposiciones gubernamentales: muchas o pocas restricciones.
- Entorno económico: sector residencial, industrial y rural.

Mano de obra/hombre

- Origen: nacionalidad, estado o región.
- Educación y/o capacitación: nivel de preparación.
- Experiencia: sin experiencia, de un año, de uno a tres años y más de tres años.
- Edad: menos de 20 años, de 20 a 30 y de 30 a 40 años.
- Sexo: hombres y mujeres.
- Estado civil: soltero, casado y divorciado. Con o sin hijos.

Variables (características medidas)

- Longitud, peso, volumen, área, densidad, tiempo, resistencia y temperatura.

Atributos (características contadas)

- Bueno o malo; sirve o no sirve; pasa o no pasa; tiene o no tiene.
- Funciona o no funciona, positivo o negativo.

¿Por qué es difícil utilizar tablas de control?

Yukihiro Ando (JUSE)

La tabla de control es la herramienta que incorpora la filosofía del ciclo PHVA en las líneas de producción. Además, es una de las más importantes que se utilizan en las tablas de procesos del CC. Se recomienda como referencia el Capítulo 7 del libro *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*, de Hitoshi Kume.

Muchos libros de texto explican cómo elaborar tablas de control y cómo encontrar puntos que estén fuera de especificación; sin embargo, existen muy pocos ejemplos de su aplicación práctica.

Algunas razones que impiden el uso efectivo de las tablas de control son las siguientes:

1. Las características de calidad no son las apropiadas.
2. No se eligen las tablas de control apropiadas para las características de calidad o para el proceso.
3. La información no se recopila apropiadamente.
4. La información no se resume ni se vacía de inmediato.
5. Los límites de control no se establecen.
6. Los puntos fuera de control no siempre se reconocen.
7. Las contramedidas para puntos fuera de control no siempre son efectivas y no contribuyen directamente a la mejora de las actividades realizadas.
8. Los puntos fuera de control son mal interpretados como evidencia de error y el trabajador tratará de ocultarlos.

Conclusiones

Si todos los gerentes y supervisores de una compañía entienden el concepto y los métodos prácticos para la realización del ciclo PHVA, se resolverán la mayor parte de los problemas que se presentan cotidianamente en las áreas de producción. Es necesario que el diseñador industrial conozca las herramientas y el modo de emplearlas, y las considere un elemento importante de planeación, desarrollo y realización de un nuevo producto.

Sin embargo, si bien es fácil entender el concepto detrás del ciclo PHVA, resulta difícil aplicarlo en el trabajo diario. Algunas compañías han necesitado introducir sistemas que emplean tablas de control; si los gerentes no han entendido por completo los conceptos, es posible salvar la situación efectuando sistemas como:

1. Procedimientos para la realización de las tablas de control.
2. Procedimientos de acciones correctivas para puntos fuera de control.
3. Procedimientos de una tabla de control efectivo.
4. Procedimientos para atacar procesos fuera de control, que permitan no sólo el remedio inmediato sino una solución, como el sistema *Poka-Yoke* (dispositivos a prueba de errores).

En México es cada vez mayor el número de empresas grandes y medianas que utilizan el CEP desde el área de fabricación, y quienes lo manejan son los mismos operarios.

Muchas empresas pequeñas que funcionan como proveedoras de empresas grandes también son obligadas, por el “efecto de cascada”, a usar el CEP; por lo tanto, es posible afirmar que su uso está ampliamente difundido.

Ejercicio de aplicación práctica del CEP

*Línea de producción de helicópteros**

Objetivo del aprendizaje: entender los puntos clave de la historia del Control de Calidad (QC Story), enfatizando los pasos 2 (observación) y 3 (análisis).

Temario

1. Introducción al ejercicio.

Revisar que el material esté completo.

Formación de equipos de cuatro a cinco personas.

Decidir qué papel va a desempeñar cada persona.

Cortar y doblar el helicóptero número 1.

Realizar vuelos experimentales con el helicóptero número 1 y afinar detalles.

2. Producción y recolección de información.

Producción de 24 helicópteros.

Volar cada helicóptero dos veces, para un total de 48 mediciones, y vaciar la información.

Resumen de la situación actual.

Presentación del trabajo de dos equipos.

Sesión de preguntas y respuestas.

3. Analizar, actuar y verificar.

Analizar la información disponible. Confirmar los efectos de las características más importantes. Usar las hojas en blanco y tomar medidas correctivas para el rediseño.

Confirmar el efecto y producir dos helicópteros rediseñados. Cada uno de esos dos helicópteros se vuela cinco veces, para un total de diez mediciones.

* Idea original del ingeniero Yukihiro Ando para Joiner Associates.

Derechos cedidos a la Asociación de Ex-Becarios de AOTS México-Japón A.C.. 1998. [Esta reproducción fue autorizada por la AOTS México-Japón para este libro.]

NOTA: se puede pasar por varias fases de rediseño hasta llegar al “helicóptero ideal”.

4. Resumen y conclusiones.

Presentación de uno de los equipos.

Sesión de preguntas y respuestas.

1. Introducción al ejercicio de los helicópteros

En nuestra fábrica se producen helicópteros. Recientemente se han recibido muchas quejas respecto a los tiempos de vuelo de nuestros aparatos, debido a que son muy variables (los tiempos). Si el tiempo de vuelo es muy corto, provoca una sensación desagradable en los pasajeros; si demora mucho, los irrita, ya que arruinar los tiempos de vuelo significa retrasar asuntos de negocios.

En las pruebas, cada helicóptero volará dos veces y no será posible repetir vuelos, aun cuando el aparato golpee contra una silla, mesa, etcétera, o surja algún error humano en la medición del tiempo (por distracción u olvido), ya que cada prueba cuesta más de 50,000 pesos.

Objetivo del ejercicio: todos los helicópteros serán soltados desde una altura de (2.40 m) y deberán cumplir con el tiempo estándar de aterrizaje de $1.7 + 0.25$ segundos en cada vuelo. Cada helicóptero se volará dos veces.

Verificar que el equipo y materiales estén completos

- Dibujar los helicópteros en papel milimétrico bond, tamaño carta; doce helicópteros numerados del 1 al 12.
- Dos hojas de papel milimétrico para dibujar seis helicópteros (cuatro para experimentos y dos para confirmación).
- Formas para ser llenadas: *a)* hoja de chequeo; *b)* hoja de control x-r; *c)* histograma; *d)* resumen de la primera parte; *e-i)* reporte final y tabla; *i)* hoja de estratificación.

Material

- Cronómetro o reloj con cronómetro.
- Dos tijeras.
- Clips medianos para papel.
- Cuerda de más de 2.60 metros.
- Cinta adhesiva (*masking tape*).
- Regla graduada en centímetros.
- Calculadora.
- Bote de basura.
- Papel milimétrico para graficar (cartulina Bristol delgada).
- Hojas de papel bond.
- Lápices.
- Marcadores para acetato.
- Hojas de acetato.
- Pañuelos desechables.

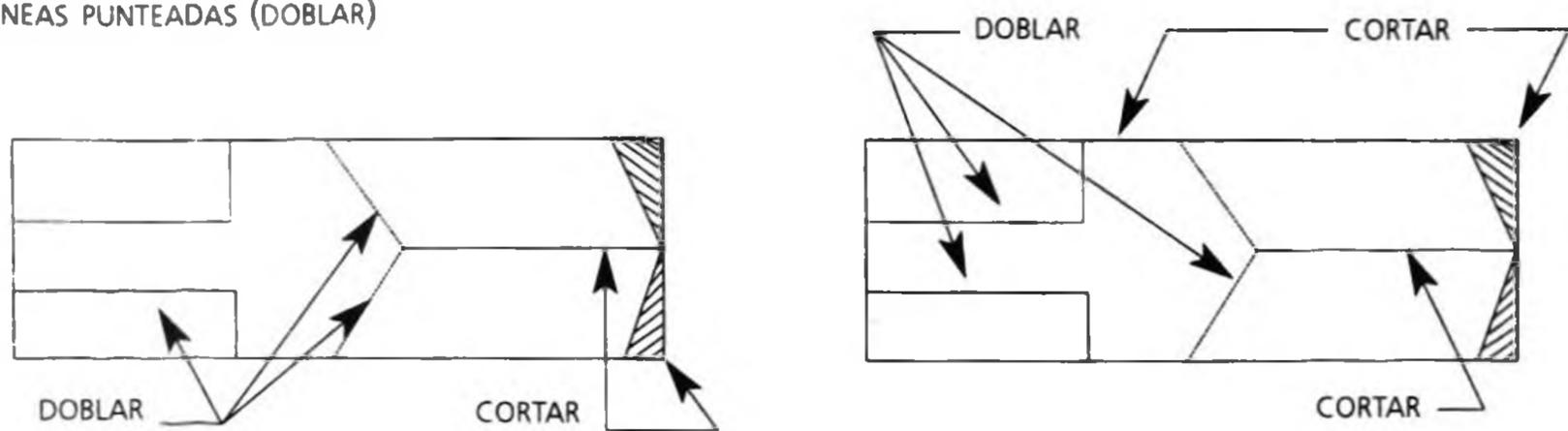
Formar equipos de cuatro a cinco personas y decidir el rol de cada uno

- Líder del equipo y piloto: su función es liderar al equipo y conducir las pruebas de vuelo. Se requiere habilidad para permanecer de pie sobre una silla con el brazo extendido a una altura de 2.40 metros.
- Copiloto y registrador de tiempo: en las pruebas registrará los tiempos de vuelo con el cronómetro.
- Compilador de datos: registrará los tiempos de vuelo de los helicópteros en las formas a, b y c. Se encargará de elaborar las gráficas.
- Operarios para la fabricación: se recomienda que, al principio del ejercicio, todos los integrantes de los equipos participen en la dinámica de “la línea de ensamble”, para medir, cortar y doblar midiendo, etcétera; una vez producidos los primeros helicópteros, las personas se pueden dividir por roles, según se describió antes.
- Seguir las instrucciones de corte y ensamble para este primer helicóptero.

Figura 4.21. Instrucciones de corte y ensamble para los helicópteros

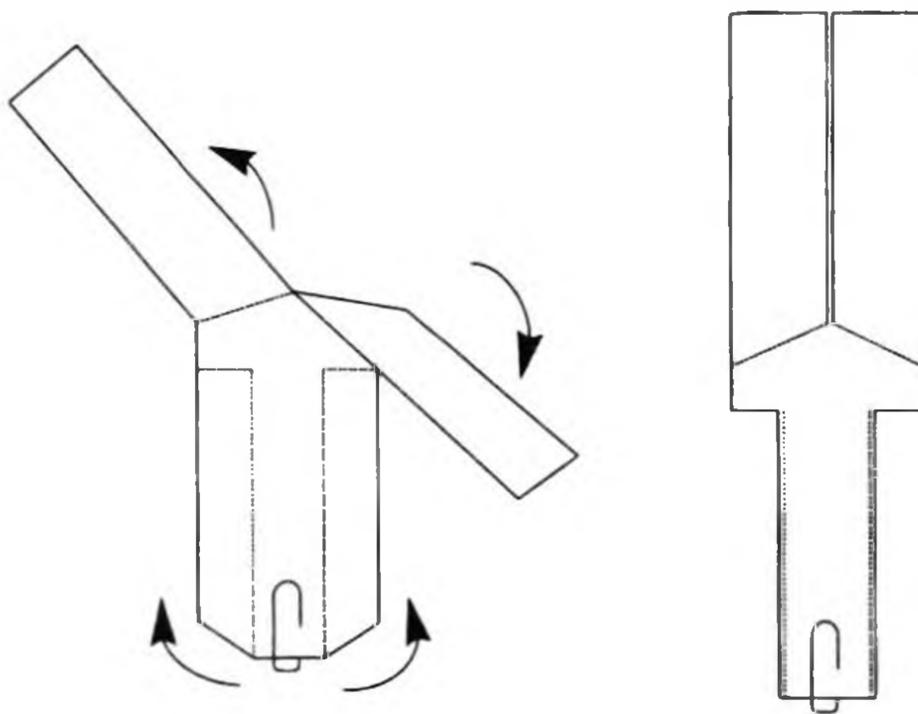
LÍNEAS SÓLIDAS (CORTAR)

LÍNEAS PUNTEADAS (DOBLAR)



Paso 2.
Doblar en las líneas punteadas

Paso 3.
Colocar el clip en la parte inferior



FUENTE: KUME

2. Vuelo experimental para afinar detalles

(Manual de vuelo experimental)

Paso 1. Establecer la altura de 2.40 m, desde la cual se soltarán los helicópteros; se utilizará la cuerda proporcionada.

Paso 2. Los miembros del equipo deben asegurarse de que el área de vuelo cubra los siguientes puntos de seguridad, antes de empezar las pruebas:

- Que no exista viento en la zona de vuelo.
- Que haya el espacio suficiente para que los helicópteros se desplacen sin chocar.
- Que el piloto tenga buen equilibrio.

Paso 3. El piloto suelta el helicóptero.

Paso 4. El copiloto y/o registrador de tiempo recogerá el helicóptero y lo devolverá al piloto para completar sus dos vuelos.

NOTA: el aparato se sostiene de la punta de las alas.

Paso 5. Los otros miembros del equipo observan el desarrollo de la prueba experimental y ofrecen sugerencias para lograr una mejor prueba.

Paso 6. Practicar un total de cuatro veces el método desarrollado por el equipo, antes de comenzar las pruebas oficiales.

3. Producción y recolección de información

A y B. Producción de 24 helicópteros y vaciado de la información.

Paso 1. Cortar todos los helicópteros numerados del 2 al 24.

Paso 2. Doblar y ensamblar los 24 helicópteros.

Paso 3. Volar dos veces cada helicóptero para obtener un total de 48 mediciones.

Paso 4. Vaciar la información de los 48 vuelos en la forma a.

Paso 5. Completar la hoja de control x-r (forma b).

Paso 6. Completar el histograma (forma c).

NOTA:

- El número de helicóptero corresponde a la secuencia de manufactura.
- La forma de corte de los helicópteros puede variar ligeramente de acuerdo con el número, lo cual refleja cambios en las condiciones de producción.
- Debido a que el costo de cada prueba es de 50 mil pesos, no será posible repetir las pruebas, aun si el helicóptero chocara o el tomador de tiempo se distrajera.
- Es importante que, además de registrar el tiempo, se anote otra información tal como “golpeó”, “distracción”, etcétera. Durante la producción en serie, si las tolerancias específicas fueran muy pequeñas, podrían producirse muchas piezas defectuosas, por eso es necesario analizar cuáles deben ser las tolerancias recomendables.

Algunas pistas

- Analizar la tabla 1 de estratificación, que incluye los cinco factores descritos, considerados como los más importantes que afectan el tiempo de vuelo. En la tabla también quedan registrados los tiempos de vuelo.
- De los cinco factores determina cuáles son los más críticos e indícalo en tu reporte final, en la forma e.
- Dibuja el helicóptero ideal en las hojas milimétricas que se te proporcionaron.
- Intenta predecir el tiempo final que alcanzarán los dos helicópteros rediseñados.

4. Confirmar el efecto y producir dos helicópteros rediseñados

Paso 1. Diseña y corta dos helicópteros con todas las mejoras que le intereses; recuerda que no debes salir de las tolerancias específicas y debes usar el mismo papel y clips que se te proporcionaron.

Paso 2. Prueba el tiempo de vuelo de los helicópteros que diseñaste. Cada aparato volará cinco veces para un total de diez mediciones. Vacía la información en la forma e (reporte final).

Paso 3. Compara el tiempo promedio de vuelo x con tu estimado.

Paso 4. ¿Tus dos helicópteros rediseñados cumplen con las especificaciones?

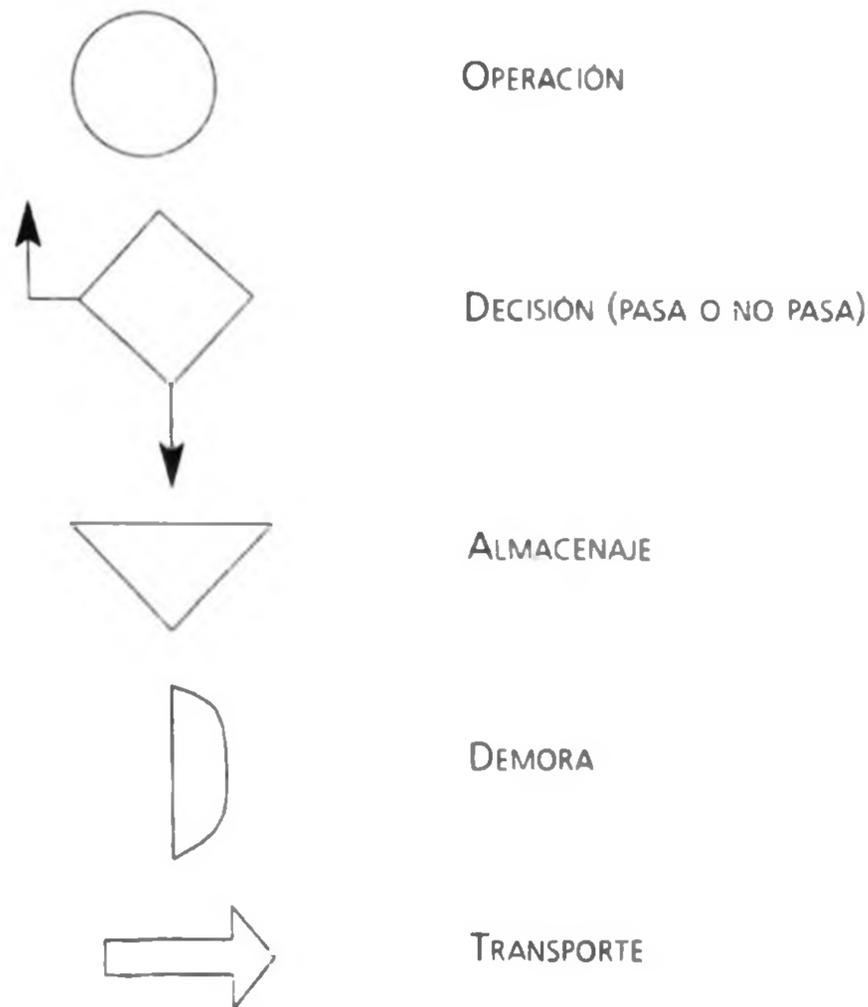
Marca la información que excede lo especificado. Calcula x para tus dos nuevos aparatos.

Resumen y conclusiones

Presentación del trabajo y sesión final de preguntas y respuestas. El trabajo debe ser lo más gráfico posible y se puede subdividir; por ejemplo:

- compra de material
- dibujo
- corte
- vuelo del helicóptero.

De estas actividades elaborar su diagrama de flujo usando los siguientes símbolos:

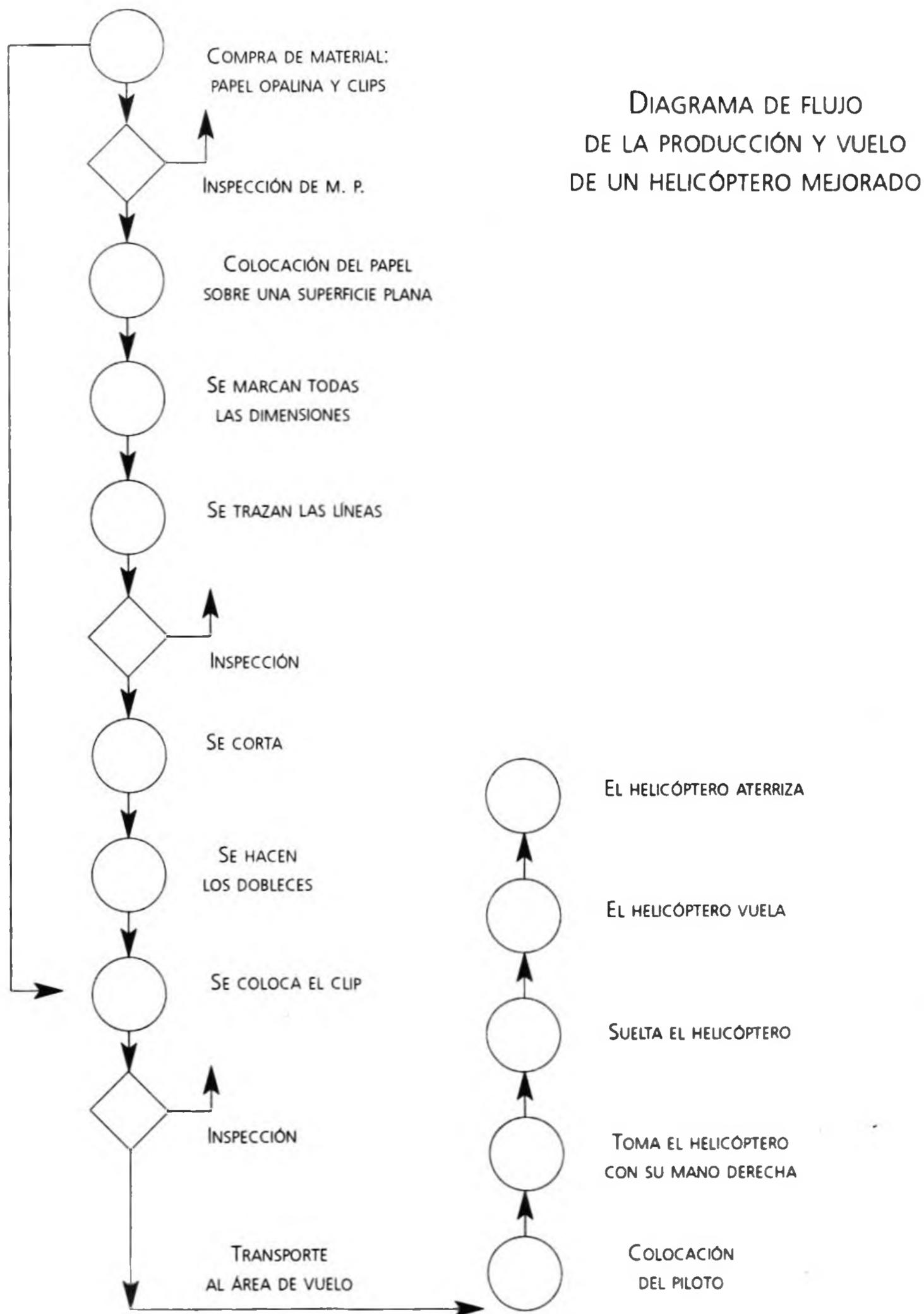


Además del diagrama (que el alumno puede proponer según cada actividad), es necesario ilustrar con dibujos las instrucciones de los puntos clave (puntos de control) de las actividades mencionadas.

En la figura 4.22 se muestran algunas recomendaciones que deben ser usadas únicamente como referencia.

Cada equipo debe ilustrar su “Know how”, es decir, de qué manera desarrollaron el ejercicio (o sea es un procedimiento) para que de ahora en adelante el ejercicio se haga bien.

**Figura 4.22. Ejemplo de diagrama de flujo aplicado al ejercicio del helicóptero
 ¡Tú puedes proponer el tuyo por actividad!**



FUENTE: EJERCICIO REALIZADO POR ALUMNOS DE DISEÑO INDUSTRIAL.

Anexo al ejercicio de los helicópteros

1. Forma *a*: Hoja de verificación

Indicar

- Valor promedio
- Línea central

* Indicar cualquier anomalía, por ejemplo si pegó en una silla o falló el tomador de tiempo.

2. Forma *b*: Tabla de control

Comentarios acerca de la tabla de control.

3. Forma *c*: Histograma

Comentarios acerca del histograma.

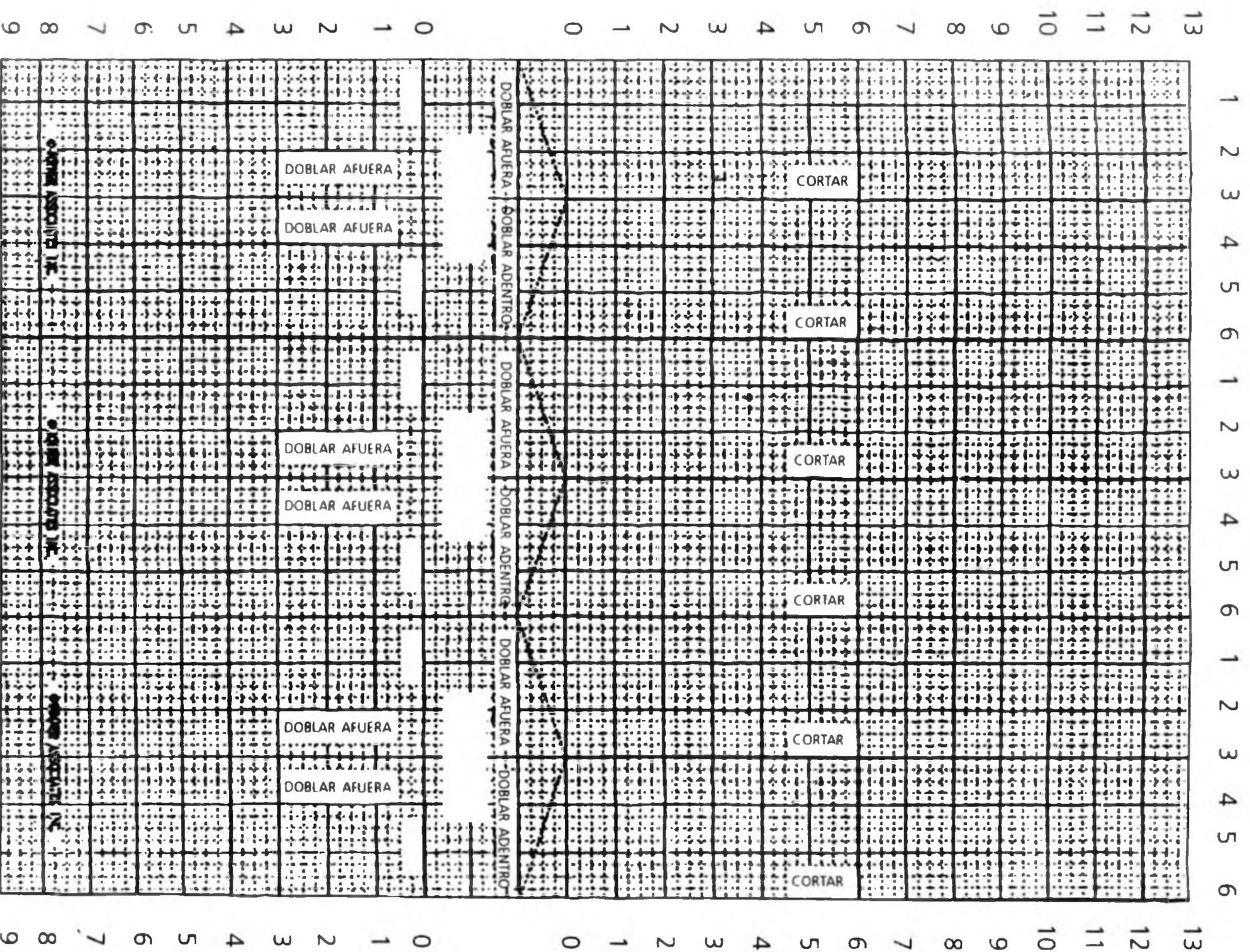
4. Forma *d*: Resumen de la situación actual

Mencionar los puntos que modificarán en la segunda parte del ejercicio; es decir, el rediseño de los helicópteros, para acercarse más al objetivo de tiempo.

5. Forma *e*: Estratificación

Escala dada en centímetros.

Figura 4.23. Forma de dibujar los helicópteros



NOTAS:

- Usar papel milimétrico bond.
- Dibujo sin escala, cada grupo de cuadros representa 5mm (0.5 cm).
- De una hoja carta se pueden obtener tres helicópteros.

1. Forma *a*: hoja de verificaciónFORMA A

HOJA DE VERIFICACIÓN (DE CHEQUEO)

EQUIPO _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1																								
2																								
X																								
R																								
NOTAS*																								

* NOTAS

Indicar cualquier anomalía, por ejemplo si pegó en una silla,
o falló el tomador de tiempo.

Indicar:

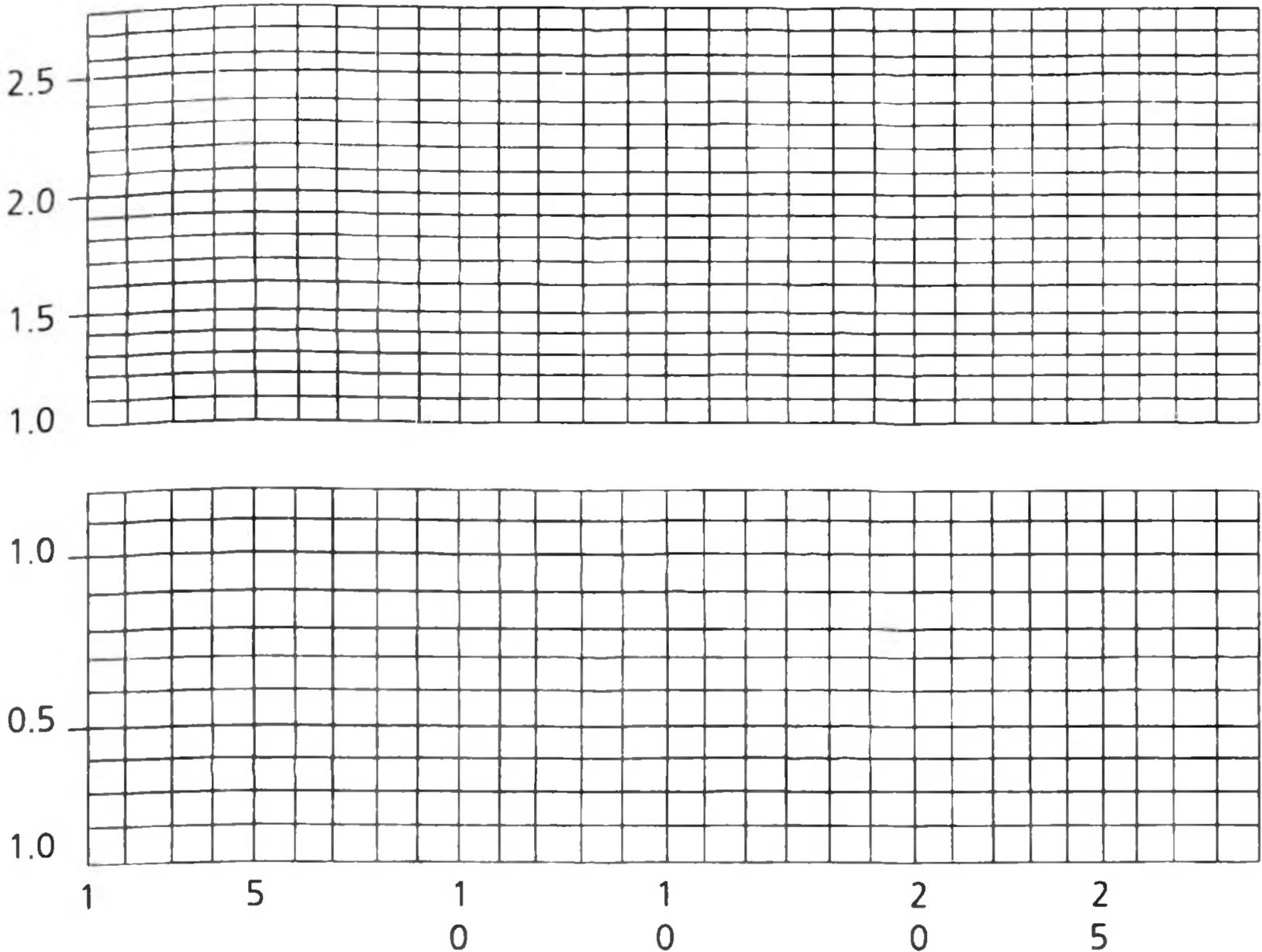
- Valor promedio
- Línea central

2. Forma b: tabla de control

FORMA **B**

EQUIPO _____

X - R TABLA DE CONTROL



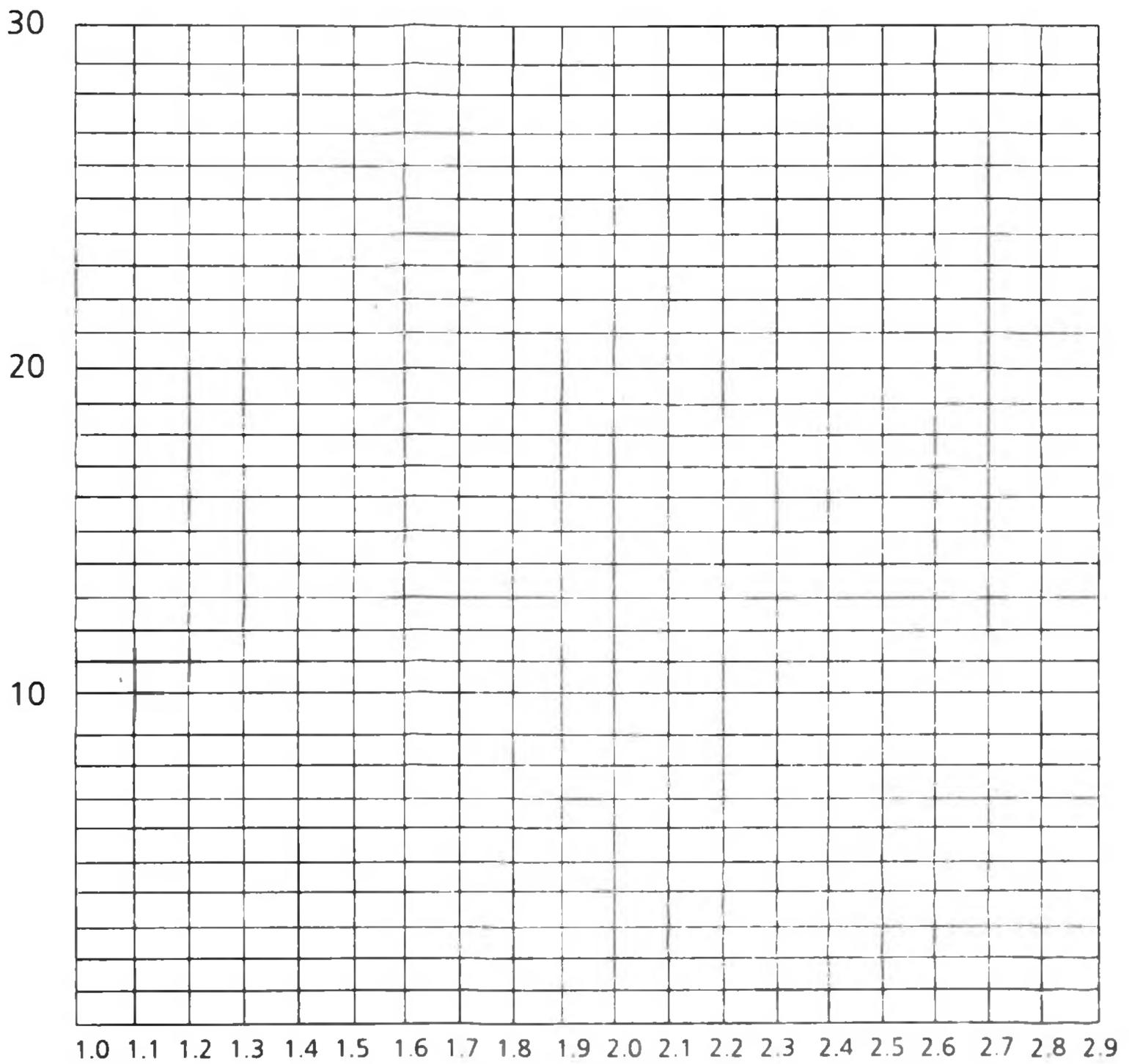
COMENTARIOS ACERCA DE LA TABLA DE CONTROL.

1. _____
2. _____
3. _____

3. Forma c: histograma

FORMA C

EQUIPO _____



COMENTARIOS ACERCA DEL HISTOGRAMA.

1. _____
2. _____
3. _____

4. Forma *d*: resumen de la situación

FORMA D

EQUIPO _____

RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	
1.	_____

2.	_____

3.	_____

NOTAS:

Mencionar cuáles son los puntos que modificarán para la segunda parte del ejercicio, es decir, el rediseño de sus helicópteros, para acercarse más a su objetivo de tiempo.

5. Forma e: estratificación*

FORMA **E**

EQUIPO _____

ESTRATIFICACIÓN*

	A CORTE ALA	B LARGO ALA	C LARGO CUERPO	D ANCHO CUERPO	E CORTE CUERPO	TIEMPO VUELO	NOTAS
1	1	11	8	2.0	0		
2	1	11	8	2.5	1		
3	1	11	8	2.0	1		
4	1	11	8	2.5	0		
5	1	13	8	2.0	1		
6	1	13	8	2.5	0		
7	1	13	8	2.0	0		
8	1	13	8	2.5	1		
9	1	13	9	2.0	0		
10	1	13	9	2.5	1		
11	1	13	9	2.0	1		
12	1	13	9	2.5	0		
13	2	11	8	2.0	1		
14	2	11	8	2.5	0		
15	2	11	8	2.0	0		
16	2	11	8	2.5	1		
17	2	11	9	2.0	1		
18	2	11	9	2.5	0		
19	2	11	9	2.0	0		
20	2	11	9	2.5	1		
21	2	13	8	2.0	0		
22	2	13	8	2.5	1		
23	2	13	9	2.0	1		
24	2	13	9	2.5	0		

* Escala dada en centímetros.

Preguntas de autoevaluación

Introducción

1. ¿Cómo define Ishikawa las siete herramientas básicas para la solución de problemas?
2. ¿Qué ocasiona los defectos, según Hitoshi Kume?
3. ¿Cuál es la función desarrollada por cada una de las siete herramientas?
4. ¿Cuáles son los nueve pilares o puntos que se deben considerar cuando se efectúa el CEP?

Las siete herramientas estadísticas básicas

Hojas de registro (*Check Sheets*)

5. ¿Para qué sirve la hoja de registro?
6. ¿Cuáles son los cuatro tipos de hojas de registro según H. Kume?
7. ¿Qué utilidad tiene esta herramienta para un diseñador de productos?

Diagrama de Pareto (Diagrama 20/80)

8. ¿Para qué sirve?
9. Menciona los dos tipos de diagramas de Pareto.
10. ¿Cómo es que el diagrama de Pareto identifica la(s) causa(s) más importantes de un problema?
11. ¿Qué utilidad tiene esta herramienta para el diseñador industrial en la fase de planeación de un producto?

Diagrama de causa y efecto (diagrama de Ishikawa o de Pescado)

12. Describe en qué consiste este peculiar diagrama y cuál es su aplicación.
13. Se recomienda agrupar las causas primarias en factores que comienzan con la letra “M”, ¿cuáles son éstas?
14. ¿En qué situaciones o tipo de problemas se le recomendaría a un diseñador industrial usar este diagrama?

Gráficos de control (Diagrama X–R)

15. ¿Cuándo y quién usó por primera vez los gráficos de control en la producción?
16. ¿En qué consiste la tabla de control denominada X–R?

17. ¿Cómo debe interpretarse una tabla de control?
18. ¿Por qué es necesario que un diseñador industrial sepa interpretar una tabla de control que se genera en el área de producción, y cómo debe aplicar la información que de ahí se obtiene?

Histograma

19. ¿Qué es un histograma?
20. ¿De qué manera se hace un histograma?
21. ¿Qué es una población y qué es una muestra?
22. ¿Cómo se debe leer o interpretar un histograma?
23. ¿Mencionar dos aplicaciones que le podría dar un diseñador industrial a la información obtenida de un histograma?

Diagrama de dispersión S

24. ¿En qué ocasiones se requiere saber si existe o no relación entre dos variables?
25. ¿Cuál es la utilidad de un diagrama de dispersión?
26. ¿Cómo se interpreta o lee un diagrama de dispersión?
27. Explica cómo podría utilizar un diseñador industrial esta herramienta.

Estratificación

28. ¿Qué significa estratificar y cuál es su utilidad?
29. Menciona diferentes criterios de estratificación por maquinaria, método, mano de obra, por variable, atributo, etcétera.

Normalización o estandarización de un proceso

30. ¿En qué consiste?
31. ¿Es amiga o enemiga de la creatividad, según N. Kano?
32. Menciona los pasos que deben seguirse para estandarizar o normalizar un proceso.

La ruta de la calidad (QC Story)

33. ¿En qué consiste?
34. ¿Cuándo comenzó a utilizarse?

35. Cita por lo menos cuatro diferencias entre un problema típico y un problema de calidad.
36. Menciona los siete pasos que se siguen en la ruta de la calidad.

Actividades sugeridas

El ejercicio de aplicación del CEP, es decir, la “Línea de producción de helicópteros”, pueden retomarlos equipos de cuatro o cinco personas, quienes llenarán los formatos marcados. Se les pedirá, también por equipo, un reporte gráfico (diagramas, notas, conclusiones, etcétera).

Se sugiere repetir el ejercicio varias veces, hasta llegar a un “helicóptero ideal”; el propósito es que, en cada nuevo intento, se afinen detalles, todo dentro de un espíritu de mejora continua (Kaizen).

Videos sugeridos

Algunos videos muestran las herramientas estadísticas básicas (una o varias de ellas), por ejemplo:

Número	1615	duración 53'	Ishikawa, <i>Control Total de la Calidad</i> . Video que presenta dibujos tipo historieta, basado en el libro de Ishikawa <i>¿Qué es el control total de la calidad?</i>
S/n		duración 29' c/u	<i>Total Quality Management (TQM)</i> . Dos partes, la primera presenta un resumen ejecutivo del TQM; la segunda, la aplicación de las siete herramientas básicas de la calidad, entre otros temas.

Número 263 duración 20'

Calidad total el cuadro completo. Muestra la aplicación de las herramientas, por ejemplo del diagrama de Pescado.

Bibliografía

- Ando, Yukihiro, "Introduction to the QC Process Chart", material de apoyo para el Seminar on Quality Control, celebrado en la Ciudad de México, del 25 al 29 de julio de 1994, organizado por AOTS-Japón y Nafinsa-México.
- Arrona Hernández, Felipe de Jesús, *Calidad, el secreto de la productividad*, México, Editorial Técnica, 1985.
- Council for Continuous Improvement, *Manual de herramientas básicas para la mejora continua*, México, Panorama Editorial, 1996.
- Kume, Hitoshi, *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*, Bogotá, Norma, 1992. [Título en inglés *Statistical Methods for Quality Improvement*, Tokyo, 3A Corporation-AOTS, 1985.]
- Walton, Mary, *Cómo administrar en el método Deming*, Bogotá, Norma, 1988.

*Diseño para la
manufactura
del siglo XVIII al siglo XX,
hacia el futuro*

Iniciar un nuevo orden de cosas

“Para los hombres es más fácil seguir que dirigir, copiar que inventar: El hombre acaso siempre marcha por veredas que han sido transitadas por otros, y se maneja en sus acciones por imitación... debe ser considerado que no hay nada más difícil de llevar a cabo, ni nada más lleno de dudas de éxito, o más peligroso de sobrellevar que el iniciar un nuevo orden de cosas”.

NICOLÁS MAQUIAVELO, *El Príncipe*

Evolución de la manufactura

Durante el siglo XX hemos sido testigos de una serie de acontecimientos sociales y tecnológicos que propiciaron la transformación de la sociedad; por ejemplo, el fin de la guerra fría que surgió al finalizar la Segunda Guerra Mundial y culminó con la caída del Muro de Berlín y el desmembramiento de la Unión Soviética en repúblicas. Países que estaban en vías de desarrollo pasaron de ser rurales a urbanos, modificando así sus hábitos de consumo y los de las sociedades industrializadas.

Este fin de siglo, para enfrentar un nuevo milenio, brinda el pretexto para reflexionar respecto al futuro que tendrá el diseño industrial, actividad que ha influido de manera determinante en la cultura. El mundo en el cual vivimos es cada vez más competitivo, tanto en términos locales como internacionales; la tecnología se desarrolla a un ritmo más acelerado, los gustos

de los consumidores demandan una mayor variedad de productos, lo cual provoca la reducción del tiempo de vida de los productos.

Así, la compañía que desee sobrevivir en este entorno económico mundial (dinámico, pues nada es estable) deberá tener entre sus características principales la rapidez y la flexibilidad. Necesariamente, deberá acortar al máximo su tiempo de respuesta hacia los cambios en el mercado, mediante un desarrollo eficaz de productos, en los que participen todas las áreas de manera concurrente: la información recabada por el área de mercadotecnia será analizada en forma conjunta por diseño e ingeniería de manufactura, tomando en cuenta la experiencia de las áreas de ventas, servicio y distribución.

Las compañías llamadas de “clase mundial” (*world class*) contarán con los recursos de manufactura, tecnología de punta y también con sistemas de producción flexibles e integrados. Es preciso que estas compañías desarrollen un nuevo tipo de cultura, que responda a las exigencias del futuro, y que pongan énfasis, sobre todo, en el desarrollo del recurso humano (activo más importante), por lo cual la capacitación y la preparación constantes serán vitales para que la empresa sea competitiva.

Antes de referirse al diseño para la manufactura, se presenta un breve panorama de lo que ha ocurrido desde el siglo XVIII hasta nuestros días; y de las perspectivas ante el siglo XXI, enfocado desde tres puntos de vista:

- a) Manufactura y calidad.
- b) Formas de organización.
- c) Diseño, usuario y entorno social.

Siglo XVIII y XIX

Manufactura y calidad. Surge la Revolución Industrial en Inglaterra y de allí se expande a otros países europeos y posteriormente a Estados Unidos. El descubrimiento, a fines del siglo XVIII, de la máquina de vapor, por James Watt, permitió la aplicación de la fuerza motriz al transporte (ferrocarril y barcos) y a la industria (como la textil). Por primera vez se realiza la fabricación en serie de productos de consumo que conlleva un aumento exponencial de la productividad. En EU surge el Sistema Americano de Producción

(SAP), que consiste en la estandarización y modularización de partes. Esto se aplicó principalmente en la fabricación de pistolas, rifles, segadoras mecánicas y posteriormente en la producción de automóviles.

Respecto a la calidad, el propósito básico era reducir el número de defectos de un producto; para tal efecto surgió en las fábricas la figura del capataz (*foreman*): un obrero con experiencia y don de mando, pero sin ningún tipo de preparación, sólo contaba con su criterio; su labor consistía en detectar las piezas malas y separarlas de las buenas.

Formas de organización. En 1776, el economista inglés Adam Smith escribió el libro *La riqueza de las naciones*, en el cual describe las fábricas de su país, la división y especialización del trabajo.

Diseño, usuario y entorno social. A finales del siglo XIX, los países industrializados registraron una explosión demográfica. Crece la población urbana, aunque la población rural continúa siendo mayor. El nivel de educación era muy bajo y los niveles de analfabetismo muy altos.

Los ferrocarriles, el telégrafo, el teléfono, el automóvil, la electricidad, entre otros avances, cambiaron la forma de vida de los habitantes de estos países. Existe una gran demanda de productos por parte de las clases alta y media, y poca oferta, lo cual origina un mercado de vendedores que imponen las condiciones de venta.

El diseño industrial es sólo “utilitario”; los productos para el hogar tienen forma de máquinas. Posteriormente surge la preocupación por la apariencia, pero no va más allá de lo exterior y superficial; así, al producto se le agregan decoraciones como las calcomanías.

Siglo XX

Manufactura y calidad. Frederick Taylor (EU) inicia los estudios de tiempos y movimientos para hallar la forma de simplificar el trabajo del sector obrero, en su mayoría iletrado, formado principalmente, por inmigrantes pobres de Europa en EU.

Henry Ford, en 1915, combina los estudios de producción en serie, aplica el taylorismo en la simplificación de actividades repetitivas y busca

la estandarización de piezas (SAP). Su principal aportación fue la aplicación de la línea de ensamble movable, que traía el trabajo al operario y, además, imponía un ritmo de trabajo. Las fábricas se dividieron en departamentos especializados y con una sola tarea; es decir, orientados al proceso, donde se combinaba el trabajo de muchos hombres. La compañía Ford diseñó su famoso modelo T, el cual fue el primer auto producido en serie. De 1915 a 1928, se fabricaron más de 15 millones de unidades. El señor Ford tenía como obsesión abaratar el costo de los autos para hacerlos accesibles al grueso de la clase media. Pudo reducir el costo de cinco mil a quinientos dólares.

Surgen los departamentos de calidad, formados por inspectores de calidad, que ya tenían una mejor formación que sus antecesores, los capataces. Los inspectores se dedican a detectar y rechazar los productos *fuera de especificación*, especialmente al final de la línea.

El doctor Shewart fue el primero en utilizar, a fines de la década de 1920, el Control Estadístico del Proceso (CEP) (Statistical Process Control, SPC), que consistía en la aplicación práctica de la estadística a los aspectos de producción; su objetivo era saber si un proceso estaba bajo control. El nivel de producción aumentó en la mayoría de las industrias por la gran demanda de productos. La inspección al cien por ciento se volvió impráctica, por lo que se comenzó a utilizar la técnica del muestreo, en la cual un pequeño número de piezas representaba el universo total de las piezas producidas. Las técnicas del CEP se aplicaron durante la Segunda Guerra Mundial en la producción de armamento en gran escala.

Formas de organización. Las líneas de producción están orientadas al proceso, tienen poca variedad de modelos y una alta producción, los obreros están especializados en repetir una sola actividad. El caso de la compañía Ford es ilustrativa de este punto, ya que durante los más de trece años que se produjo el Ford modelo T, prácticamente no sufrió cambios en su apariencia física, ni siquiera en su color. Es así que se le recuerda por su frase: “puede adquirir el modelo que quiera, siempre y cuando sea el modelo T, y de cualquier color, siempre y cuando sea negro”.

Diseño, usuario y entorno social. La clase media creció significativamente en los países industrializados y tuvo mayor poder adquisitivo, de tal manera que empezó a adquirir satisfactores para el hogar, como electrodomésticos, autos, etcétera.

La población se volvió cada vez más exigente y no se conformaba con lo que le ofrecían los fabricantes. Un ejemplo claro al respecto se tiene en la industria automotriz. Henry Ford abarató el costo del automóvil, estandarizó las operaciones y transformó su uso: de un juguete de ricos a un medio de transporte al alcance de la clase media. Sin embargo, Ford prestó oídos sordos a lo que demandaban sus consumidores quienes, una vez satisfecha la necesidad básica de transportación, querían algo diferente.

La compañía rival, General Motors, sí escuchó a los consumidores y respondió con lo que demandaban; para ello segmentó el mercado (principio básico de la mercadotecnia) por edades y estratos sociales. GM ofreció diferentes modelos, con una variedad de precios, colores y opciones; de esta manera le arrebató a Ford el liderazgo de la industria automotriz, desde fines de la década de los 20, posición que mantiene hasta la fecha.

El diseño industrial moderno apareció en EU a finales de la década de los 20 y principio de los 30; el diseño se utilizó, en principio, para diferenciar productos similares; así surgió el *styling*, que es la manipulación formal del objeto sin darle ningún valor agregado.

Otros acontecimientos históricos que también marcaron esta etapa del siglo XX son: en los países industrializados la población urbana rebasó a la rural, se desencadenaron las dos guerras mundiales: la primera se ubicó principalmente en Europa, la segunda abarcó, además, los continentes asiático y africano.

Siglo XX, 1945–1990

Manufactura y calidad. Después de la Segunda Guerra Mundial, el panorama económico era desolador, los países del Eje Berlín–Roma–Tokio sufrieron graves pérdidas, y aun los países ganadores resintieron los efectos del conflicto bélico, como sucedió con Inglaterra, que dominó el panorama económico mundial durante la segunda mitad del siglo XIX, y principios del XX. El país que más se benefició con las guerras mundiales —aun con las pérdidas humanas y materiales— fue Estados Unidos, ya que le sirvieron para consolidar su posición de hegemonía económica mundial; durante los casi 25 años posteriores a la segunda guerra fue la potencia número uno.

En la década de 1950 empezó la recuperación económica de los países europeos, apoyados, en parte, por EU a través del Plan Marshall. EU sufrió durante la década de 1930 la peor recesión económica de su historia, y los esfuerzos económicos de 1940 fueron enfocados hacia la industria bélica; esto provocó una demanda acumulada de bienes y servicios de casi dos décadas, pero al finalizar la guerra se desarrolló un *boom* de crecimiento sin precedentes.

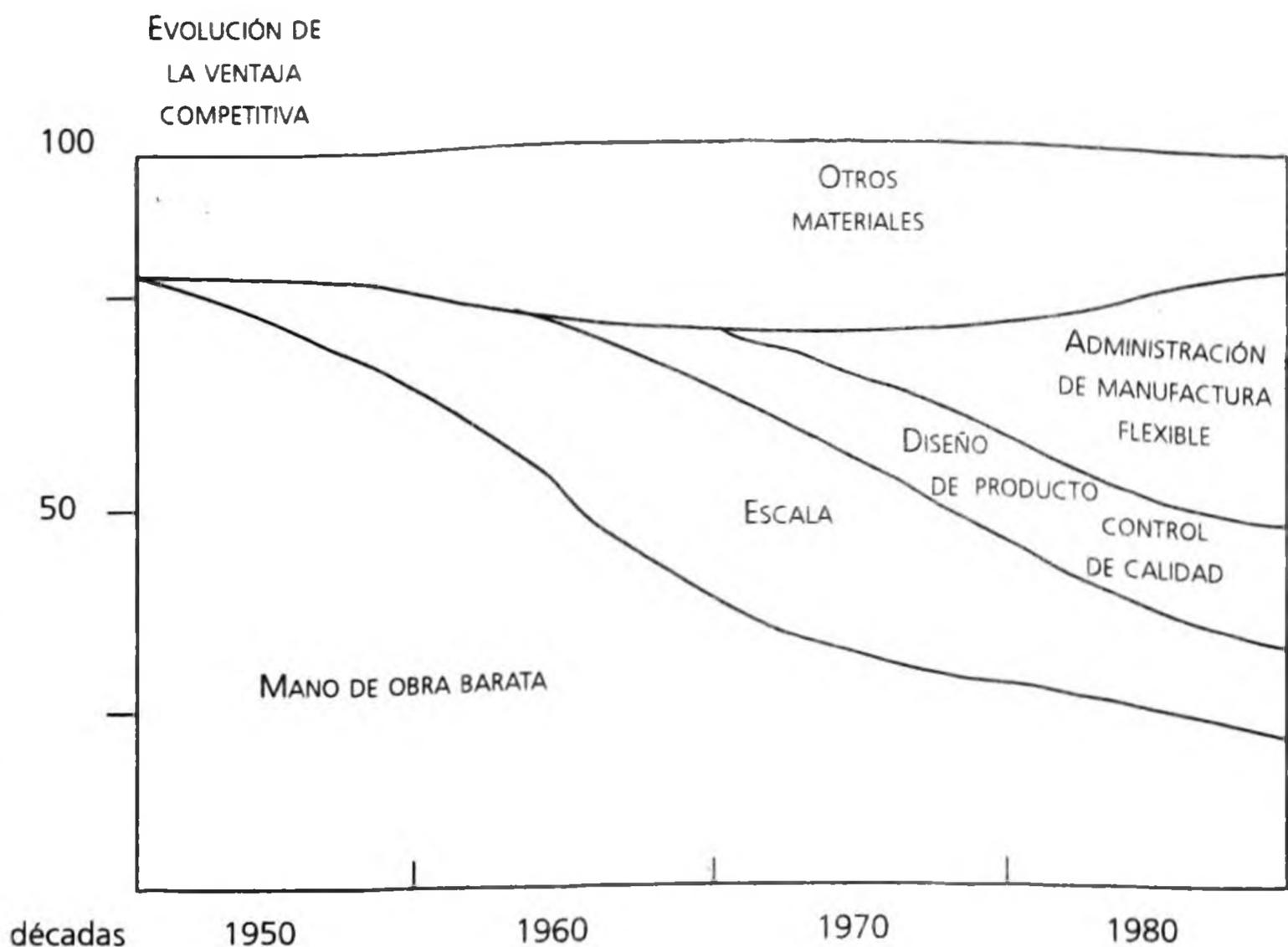
Los productores estadounidenses vivieron una buena época por la gran demanda de sus productos, tanto en su país como en todo el mundo; la leyenda *Made in USA* en el reverso de los productos era una garantía para no tener mucha competencia. Esta situación es lo que se conoce en economía como “mercado de vendedores”: la demanda de sus productos era tan alta que ponía a los vendedores en una situación ventajosa, mientras que los consumidores debían conformarse con poca variedad para escoger y con productos de baja o mediana calidad.

Del otro lado del Pacífico, la situación era totalmente diferente. Japón fue derrotado en la Guerra del Pacífico y para enfrentar la situación debía analizar qué hacer considerando que el país era pequeño en extensión territorial, sobrepoblado y pobre en recursos naturales. Utilizaron sus recursos humanos y acervo tecnológico, la única salida para mejorar era la exportación. En el exterior, el problema era la imagen de sus productos:

“baratos pero malos” (*cheap but bad*), así que lo primero que hicieron fue cambiar esta imagen.

Japón recibió a dos expertos estadounidenses en el tema de calidad: el doctor Deming, en 1950, y en 1954, al doctor Juran. Ellos visitaron el país periódicamente, se puede considerar que estas visitas fueron los detonadores de un movimiento de calidad que se ha extendido por todo el mundo. La calidad era determinante para el cambio de imagen que sufrieron los productos japoneses, que debía considerarse “baratos pero buenos” (*cheap but good*). (Para más detalles respecto a la evolución de la calidad en Japón, véase el capítulo 3.)

Figura 5.1. Evolución de la ventaja competitiva de los fabricantes japoneses



FUENTE: BOLWIJN P. T. , FLEXIBLE MANUFACTURING AMSTERDAM, ELSEVIER, 1986, P. 304.

El tema de la calidad ha evolucionado: de enfocarse hacia la detección de calidad al final de la línea, tarea de los inspectores, se pasó a la prevención; labor en la que no solamente participa el departamento de calidad sino que, a través de la capacitación constante y la motivación y búsqueda de la excelencia, participa toda la empresa. Tal es la filosofía del Total Quality Control (TQC) (Control o Administración Total de la Calidad), en el que participan todas las personas y todos los niveles y se “busca hacer bien las cosas desde la primera vez”; además, se debe tratar a la persona o departamento que recibe el producto o servicio como a un cliente, para formar una cadena de cliente–proveedor.

Tendencias. En el libro *Flexible Manufacturing* se menciona cómo ha cambiado el mercado mundial:

Si observamos el mercado, es esencial que nos demos cuenta de que las relaciones en esta área han cambiado fundamentalmente en las últimas décadas. La competencia no sólo se ha hecho más reñida, sino que también ha cambiado su carácter.

En 1950 y 1960 el precio fue el factor clave para competir, en 1970 se agregó la calidad y en 1980 la flexibilidad. Actualmente, las compañías tienen que satisfacer de una manera simultánea, las demandas cada vez más altas de eficiencia, calidad y flexibilidad.¹

Formas de organización. La tendencia actual es cambiar la forma como estuvieron organizadas las compañías durante la primera mitad del siglo y parte de la segunda; es decir, grandes fábricas, divididas en departamentos orientados al proceso (el departamento de troquelados, el de ensamblado), producción a gran escala y con poca variedad. La influencia de Frederick Taylor se manifestó con la división de actividades muy sencillas y repetitivas, en la cual a la gente se le trataba como a un par de manos y no como a un ente pensante, tampoco se le delegaba autoridad alguna.

¹ Bolwijn P. T. et al., *Flexible Manufacturing*, Amsterdam, Elsevier, 1986, p. 303.

Ha surgido una serie de sistemas de producción que pretende responder de manera más rápida a los cambios en el mercado, ya sean generados por movimientos de los competidores o en los gustos de los consumidores. Ha tenido que reducirse, sustancialmente, el tiempo de desarrollo de los productos.

El sistema Toyota de producción, llamado justo a tiempo (*just in time*), busca reducir al mínimo los inventarios, así como la producción de pequeños lotes y el cambio rápido de troquel (*Single Minute Exchange of Die, SMED*); también, que los departamentos se orienten hacia el proceso y que se formen células de producción, como “pequeñas fábricas” dentro de la empresa, orientadas al producto y no al proceso, donde las máquinas pueden ser todas diferentes y colocadas en forma de “U” o de “L”, los operarios son polivalentes y se les delega la responsabilidad de tomar decisiones en aspectos de calidad (a esto se denomina *Empowerment*).

Diseño, usuario y entorno social. La fuerte competencia, mundial y aun nacional, por colocar los bienes y servicios ha provocado que la relación entre vendedores y compradores cambie radicalmente. Actualmente, el consumidor es “rey”, comparada su situación con la que prevalecía después de la Segunda Guerra Mundial, pues existe mucha oferta de dónde escoger, de ahí el surgimiento del “mercado de compradores”.

El diseño se ha vuelto más racional y su preocupación ya no está enfocada únicamente hacia la forma (*styling*); ahora se toma en cuenta un uso racional de los recursos.

Siglo XX–XXI, hacia el futuro

Si tuviéramos una bola de cristal para adivinar el futuro, conoceríamos todo lo que a mediano y largo plazo va a ocurrir, pero como no es posible, los juicios sólo se basan en que, probablemente, continuarán las tendencias actuales de tipo económico, social, industrial, de calidad, de población, etcétera.

El doctor español Rafael Ferré Masip elaboró la tabla (que se presenta a continuación) de lo que percibe serán las características de la demanda de productos en el futuro y lo que se deberá hacer para satisfacerlas:

Cuadro 5.1. Características de la demanda de productos en el futuro

MERCADO	PRODUCCIÓN
<p>Mayor competencia internacional</p> <p>Producto personalizado</p> <p>Calidad con “cero defectos”</p> <p>Introducción de nuevas tecnologías</p> <p>Corto tiempo de vida de los productos</p>	<p>Mayor flexibilidad</p> <p>Reducción de los tiempos de reacción</p> <p>Reducción de los tiempos manufactura</p> <p>Reducción de gastos financieros y de personal</p> <p>Introducción de nuevas tecnologías</p>

FUENTE: FERRÉ, RAFAEL, *FABRICACIÓN ASISTIDA POR COMPUTADORA*, BARCELONA, MARCAMBO, 1987, p. 7.

En el libro *Flexible Manufacturing* se explica que los tres desarrollos más relevantes para la apariencia y funcionamiento de la fábrica del futuro son la tecnología, la competencia y el mercado. Las compañías necesitan desarrollar flexibilidad y rapidez para introducir nuevos productos de una manera más rápida y frecuente; la diversidad de los productos será mayor y, por tanto, será necesario reaccionar ante los cambios de volúmenes y variedades.

Si una compañía pretende calidad, eficiencia y flexibilidad, deberá lograr lo siguiente:

- Producir al recibir la orden.
- No tener inventarios, prácticamente.
- Niveles de calidad muy altos.
- Una productividad muy alta.
- Tiempos de operación largos.
- Producción de flujo continuo.
- Empleados motivados.

- Organización por “células de trabajo”, que son “fábricas dentro de las fábricas”.
- Delegación de autoridad.
- El nivel educativo de los operarios y empleados deberá ser alto.
- Poca división de trabajo.
- Formación de equipos interdisciplinarios.

Para que una compañía sea considerada de clase mundial, la estructura y el funcionamiento de la misma debe cambiar, de tal manera que los departamentos y/o áreas participen en forma coordinada y concurrente, con una alta precisión y una calidad mejorada:

- I+D Investigación, Desarrollo e Ingeniería deben desarrollar nuevos productos y procesos de una manera más rápida que en el pasado, valiéndose de los avances tecnológicos.
- La mercadotecnia debe ser más sensible ante las señales del mercado y canalizar, rápidamente, la información relevante hacia las áreas de I + D y/o de producción.
- Las ventas deben ofrecer una amplia variedad de productos, en el menor tiempo posible.

Ninguna función o departamento de la organización deben ser más o menos importante que las demás, y la relación y dependencia entre áreas debe aumentar. Es preciso que la fábrica del futuro busque la excelencia en manufactura, lo cual implica cambios en tecnología, trabajo, organización y administración

Esto responde a que los sistemas de manufactura flexibles serán más comunes en empresas medianas y pequeñas, al eliminar el trabajo manual y la automatización rígida. En la fábrica del futuro, la innovación de tipo tecnológico debe ir acompañada de cambios sociales.²

Como se ha visto, el mundo que nos espera como diseñadores es mucho más interdependiente de lo que había sido hasta ahora; la tendencia actual pretende una menor división del trabajo, mayor integración por función y por

² *Ibid.*, p. 303.

proyecto, además, el trabajo tendrá un valor agregado más alto. Para lograr ese objetivo, será indispensable formar grupos interdisciplinarios que inicien el trabajo con la detección de una necesidad, para continuar con el diseño y la manufactura.

Actualmente, la familia de normas ISO-9000, que son aceptadas en más de 90 países, exigen una serie de requisitos mínimos para las organizaciones que se dediquen al diseño y la manufactura (ISO-9001), o para las que no diseñan, pero sí manufacturan (ISO-9002). Este tema se trata un poco más adelante.

Diseño para la manufactura

¿Qué es el diseño industrial?

La definición, oficialmente reconocida por el International Council of Societies of Industrial Design (ICSID) (Consejo Internacional de Sociedades de Diseño Industrial), fue escrita por Tomás Maldonado:

El diseño industrial es una actividad proyectual que consiste en determinar las propiedades formales de los objetos producidos industrialmente. Por propiedades formales no hay que entender tan sólo las características exteriores, sino sobre todo, las relaciones funcionales y estructurales que hacen que un objeto tenga una unidad coherente, tanto desde el punto de vista del productor como del usuario, puesto que, mientras que la preocupación excesiva por los rasgos exteriores de un objeto determinado conlleva el deseo de hacerlo aparecer más atractivo, o a disimular sus debilidades constitutivas, las propiedades formales de un objeto —por lo menos tal como yo lo entiendo aquí— son siempre el resultado de la integración de factores diversos, tanto si son de tipo funcional, cultural, tecnológico o económico.³

³ Rafael. Ferré Masip. *Fabricación asistida por computadora*, Barcelona, Marcombo, 1987, p. 7.

Si se quiere saber más acerca de lo que debe hacer un buen diseñador, a continuación se presenta una serie de diez consejos de Dieter Rams, jefe de diseño de la prestigiosa compañía alemana Braun, que en las décadas de 1960 y 1970 instituyó lo que se conoce como *gutte form* o buen diseño.

El buen diseño:

1. Es innovador.
2. Da utilidad al producto.
3. Es estético.
4. Hace que un producto sea fácil de entender.
5. Es discreto.
6. Es honesto.
7. Vive largo tiempo.
8. Es coherente hasta en el menor detalle.
9. Protege el entorno.
10. Es tan poco diseño como sea posible⁴ [es decir, contiene los elementos mínimos para cumplir con el propósito del diseño].

¿Cuál es el valor económico de un nuevo producto?

Los diseñadores e ingenieros que participan en el desarrollo de nuevos productos deben cuidar que éstos tengan valor económico. Tal razonamiento se representa mediante la siguiente ecuación:

$$V = F (Q, C, T)$$

v = Valor económico.

Q = Buena calidad y en la cantidad adecuada.

C = Bajo costo.

T = Tiempo oportuno.

⁴ P. T. Bolwijn *op. cit.*, p. 305–306.

El ingeniero Taguchi, quien ha escrito varios libros sobre la ingeniería de calidad, propuso el “Círculo de la Calidad”, en el cual es posible aplicar la ecuación descrita. En el Círculo de Calidad los principales integrantes son tres: consumidores, diseñadores y productores:

Consumidor. Es el principio y el fin del círculo, ya que genera o tiene necesidades, deseos y expectativas que aunque pueden ser subjetivas, le servirán para evaluar los productos o servicios que le ofrezcan.

Diseñador. El diseñador interpreta la información subjetiva que le manda el mercado (consumidor) y la transforma en información objetiva, buscando dar respuesta a las necesidades, deseos y expectativas que recibió. El diseñador utiliza una herramienta muy valiosa, la técnica conocida como Despliegue de la Función de Calidad (QDF, Quality Function Deployment), que se encarga de llevar la “voz del cliente”.

El producto del trabajo del diseñador se refleja en las especificaciones del producto: dibujos, medidas, especificaciones de material, acabados, tipo de herramientas, procesos por aplicar. El diseñador debe mantener una estrecha comunicación con el fabricante, trabajar en forma concurrente desde la fase de la planeación del proyecto y no esperar a tener el diseño completo y definido para proporcionar la información al fabricante.

El autor japonés Masao Umeda afirma que el trabajo del diseñador debe reflejarse en los “buenos dibujos” y especificaciones:

El trabajo del departamento de I + D es representado por dibujos y especificaciones de buena calidad, que muestran los pasos para producir buenos productos.

Primero, el buen diseño debe cumplir con los requerimientos del cliente (es decir con lo estipulado en la planeación del producto).

Segundo, debe ser aceptado por el departamento de manufactura y otros departamentos que subsecuentemente utilizarán el diseño. Puede haber motivos de queja por parte de esas áreas si hay errores en los dibujos, si surge alguna dificultad para el maquinado, o bien si los costos son excesivos. Los buenos

dibujos deben ser aceptados con agrado por los clientes que están ubicados antes y después del proceso de diseño propiamente dicho.⁵

Productor. Es quien utiliza la información proporcionada por el diseñador en forma de especificaciones del producto, y la transforma en realidad: utiliza la maquinaria disponible, los materiales especificados, sus conocimientos de procesos, el *know-how* con que cuenta, así como las habilidades y la experiencia del personal disponible.

Una vez concluido el proceso de transformación de las materias primas y el ensamble de las partes, el producto estará listo para ser distribuido por los canales de la mercadotecnia; de esa manera podrá llegar al consumidor. Se deberá cumplir con las llamadas cuatro “P”.

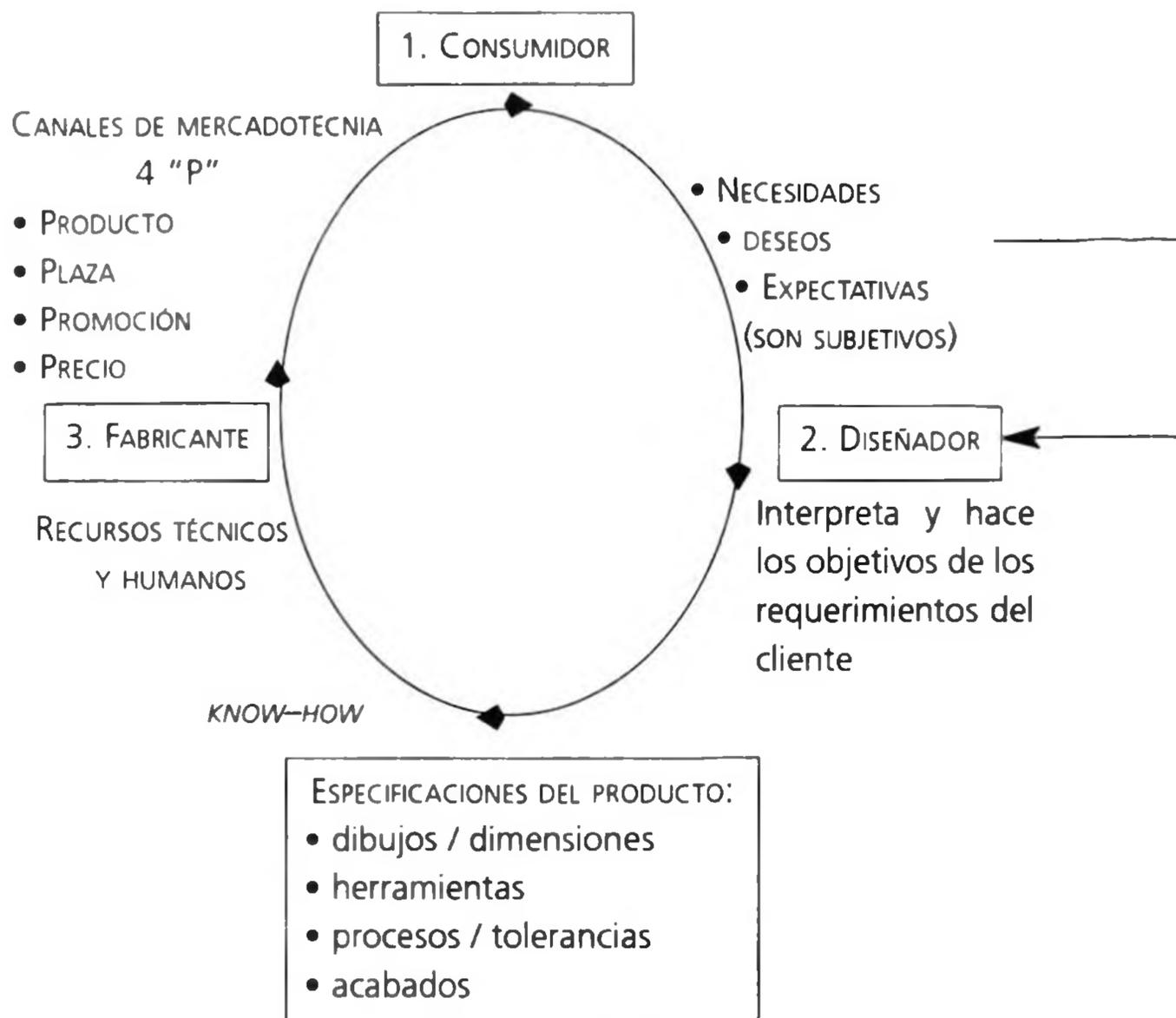
1. Producto.
2. Plaza.
3. Promoción.
4. Precio.

Consumidor. El producto se ofrece al cliente, éste lo analiza y lo compara con los que existen en el mercado y, si satisface sus necesidades y cumple con sus deseos y expectativas al comprarlo, brindará su voto de confianza, el cliente “vota” con su cartera.

Taguchi menciona que la definición más sencilla de alta calidad es “tener un cliente contento”.

⁵ Gerardo, Rodríguez Morales, *Manual de diseño industrial*, Ediciones Gustavo Gili, México, 1990, p. 15.

Figura 5.2. Círculo de Calidad de Taguchi*



¿Qué es diseñar para la producción?

Los autores Benjamin W. Niebel y Alan B. Draper, en su libro *Product Design and Process Engineering*, señalan en qué consiste diseñar, desde el punto de vista de la producción:

Para satisfacer los requerimientos del diseño para la producción, el producto debe ser lo suficientemente funcional, tener atractivo de venta y ser competitivo en precio. Para que un producto pueda ser manufacturado en forma económica, debe diseñarse de tal manera que se seleccionen los materiales y los procesos más apropiados.

El diseñador o ingeniero no puede hacer un trabajo efectivo de diseño hasta que tenga la información adecuada de cómo es que será producido el diseño. Cuando se toman en cuenta los materiales y los procesos, el diseñador debe

* Presenta algunas adaptaciones y modificaciones del autor

hacer los cambios o modificaciones necesarios a su diseño original, y esto incluye la forma, el color, el tamaño, los requerimientos de tolerancia, la textura, el peso y hasta el funcionamiento.⁶

Por supuesto, y como claramente lo indican las dos definiciones anteriores, para que un producto diseñado sea producido industrialmente, el diseñador debe saber de procesos de fabricación, de las ventajas y limitaciones de cada uno de ellos, de la maquinaria disponible y de la capacidad de los operarios y su experiencia. Es obligación del diseñador mantenerse al tanto de los cambios e innovaciones tecnológicas, para mejorar y facilitar la fabricación de un producto.

El autor español Rafael Ferré Masip, en su libro *El departamento de I + D organización y control*, explica las actividades del área de investigación y desarrollo (R&D Research and Development) y cómo se debe invertir una cantidad elevada en recursos humanos e instalaciones; así como en capital para transformar la idea original en un producto comercial en el mercado.

Las cuatro áreas principales son:

1. Mercado–comercial.
2. Producto–investigación y desarrollo (I + D).
3. Recursos–finanzas.
4. Proceso–producción.

Área comercial

- Definición del producto: las características principales que lo diferenciarán de los productos actuales.
- Justificar la oportunidad del nuevo producto.
- Evaluación del mercado: cifras de ventas, estrategias, ciclo de vida del producto.
- Recursos necesarios.
- Calendarios de actividades.

⁶ “Diez puntos sobre el buen diseño”. *Revista del Mueble*, mayo de 1989, número 2, año 1.

Área de investigación y desarrollo (I + D)

- **Producto:** son todos los datos técnicos completos de las especificaciones de tipo comercial definidas por marketing.
- **Criterios de diseño** en cuanto a materiales, coeficientes de seguridad, resistencia, durabilidad, protección y cualquier otro parámetro que tenga una incidencia en la calidad y fiabilidad del producto.
- **Recursos necesarios.**
- **Consideraciones legales.**
- **Consideraciones técnicas y de calidad.** Indicar las nuevas tecnologías, materiales, sistemas, procesos y atenciones especiales por considerar en los procesos productivos y de comercialización.
- **Identificar los puntos fuertes del proyecto,** que incorporen características diferenciadas respecto a la competencia.

Área de finanzas

- **Elaboración de índices económicos** que sirvan como criterios básicos para la evaluación del proyecto.
- **Rentabilidad estimada del producto.**
- **Detalle de inversiones por años y conceptos.**

Área de producción

- **Proceso de estudio y desarrollo de los métodos e instalaciones de fabricación,** y de todos los recursos necesarios para manufacturar el producto.
- **Criterios de fabricación:** indicar los nuevos materiales, procesos, sistemas y tecnologías que se precisa incorporar en la fabricación, para obtener las especificaciones del producto establecidas.
- **Definir qué piezas se fabricarán internamente y cuáles se subcontratarán.**
- **Estimación de costos del producto.**
- **Personal requerido para la elaboración de los nuevos procesos de fabricación y el diseño de herramientas, sistemas y medios de fabricación.**⁷

⁷ Masao, Umeda, *Seven Key Factors for Success on TQM*, Tokyo, Japanese Standards Association, 1993, pp. 201-203.

La decisión de lanzar un nuevo producto al mercado es determinante para el correcto funcionamiento de la compañía, y hasta para su sobrevivencia, en un mundo cada vez más competitivo y de consumidores más exigentes, lo cual provoca que el tiempo de vida de los productos sea cada vez menor. Diseñar un producto de calidad es vital desde las primeras etapas de la planeación, momento en que se define el producto y se crean los primeros modelos (ya sean volumétricos, de apariencia o detalles de mecanismos), que son analizados y corregidos; después se fabrican los prototipos para verificar detalles y se corrige la documentación; hasta entonces estará listo y se turnará la información al área de manufactura. Todo se corrige durante la producción piloto.

La compañía Toyota, una de las más exitosas en Japón por la calidad de sus productos (especialmente sus autos), creadora del sistema de producción “justo a tiempo” (*Just in Time*) (técnica que ha revolucionado la manera de trabajar de las empresas manufactureras), ha declarado una lucha sin tregua contra el desperdicio; pretende, entre otras metas, “cero inventarios”. La empresa estudió detalladamente dónde se originaban sus problemas de calidad, así encontró la relación 40/30/30; ésta significa que 40% de los problemas se origina en la etapa de diseño, por especificaciones pobres o incompletas de ingeniería y por malos diseños; 30% tiene su origen en la etapa del proceso de fabricación; finalmente, 30% de los problemas son ocasionados por piezas y materiales proporcionados por proveedores externos.⁸

Según la investigación de Toyota, la parte del proceso donde se generan más errores de calidad (40%) es la primera, etapa en la cual los diseñadores participan más activamente. Es conocida la frase de los fabricantes estadounidenses para indicar que, si el diseño o las materias primas utilizadas en la fabricación de un producto no son buenos, tampoco los resultados lo serán: *Gigo, Garbage in = Garbage out*.

⁸ Benjamin, W. Niebel, y Alan B., Draper. *Product Design and Process Engineering*, Nueva York, McGraw Hill, 1974, p. 15.

Lo anterior significa que un diseñador industrial debería recibir en su preparación universitaria, además de los conocimientos generales de diseño, una fase práctica de entrenamiento en la industria. Durante ésta, los diseñadores entrarían en contacto con especialistas de diferentes áreas y conocerían de primera mano las consecuencias de un mal diseño, entre ellas los costos de calidad que implica para la compañía.

¿Qué es el diseño para manufactura y ensamble? (Design for Manufacturing and Assembly, DFMA)

John Ettlíe y Henry Stoll, en su libro *Managing the Design–Manufacturing Process*, definen DFMA de la siguiente manera:

Todo el rango de políticas, técnicas, prácticas y actitudes que propicia que un producto sea diseñado con el costo de manufactura óptimo, con el máximo de calidad de manufactura, con el mayor logro de soporte durante el ciclo de vida (confiabilidad, mantenimiento y servicio).

Los conceptos de dfma, ingeniería simultánea o concurrente (el diseño del proceso de manufactura y del producto al mismo tiempo) y otras formas de diseño sistemático que provocan que el ingeniero (diseñador) considere, desde el principio, todos los elementos del ciclo de vida del producto, desde su concepción hasta su desecho.⁹

Para el desarrollo de un producto, el diseño presenta tres etapas fundamentales: generación del concepto, ingeniería del producto e ingeniería de proceso. Un diseño se considera completo cuando las tres etapas han sido especificadas.

Respecto al producto, puede describirse de diferentes formas: desde el punto de vista de quienes lo comercializan, diseñan o manufacturan:

⁹ Rafael, Ferré Masip. *El departamento de I + D: organización y control*, Barcelona. Marcombo. 1990. pp. 69–75.

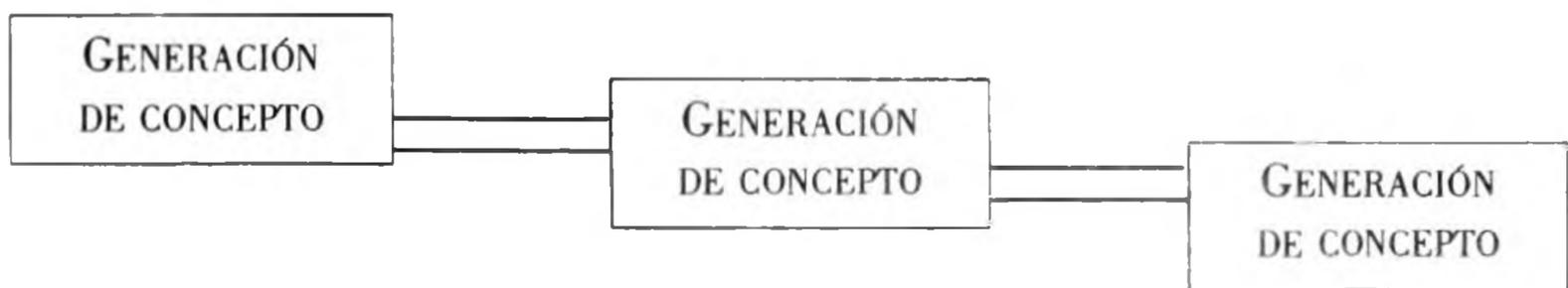
Mercadotecnia: desarrolla una descripción funcional que muestra al producto en términos de lo que el consumidor necesita, de acuerdo con sus problemas, expectativas y deseos.

Ingeniería del producto: la descripción se presenta en los dibujos técnicos, la lista de materiales y otros datos que especifican al producto en términos de su información geométrica, tolerancia y tipos de materiales. Esta información se apoya en prototipos y en los datos contenidos en sistemas CAD.

Ingeniería de procesos: la información respectiva es generada por el área de manufactura y define, entre otros elementos, el diagrama de flujo, el *layout* de la planta, el diseño del equipo y de la herramienta y, en general, toda la información que se necesita para la fabricación de las partes.

La tendencia actual consiste en que, en lugar de que se sucedan en forma secuencial, las tres funciones se traslapen y permitan un intercambio de ideas continuo (véase la siguiente gráfica).¹⁰

Figura 5.3. Secuencia traslapada del desarrollo de productos



El enfoque basado en equipos multidisciplinarios ha demostrado ser una herramienta poderosa para mejorar el desarrollo de un producto. El diseñador que toma en cuenta cómo fabricará un producto desde el principio, mejorará costo, calidad y envío del mismo. Las interacciones entre función, forma y soluciones de fabricación son discutidas por el equipo multidisciplinario, y las soluciones se dan por consenso.

Para que el proceso de diseño se lleve a cabo de manera fluida es recomendable aplicar la *Computer Integrated Manufacturing* (CIM), es decir, la

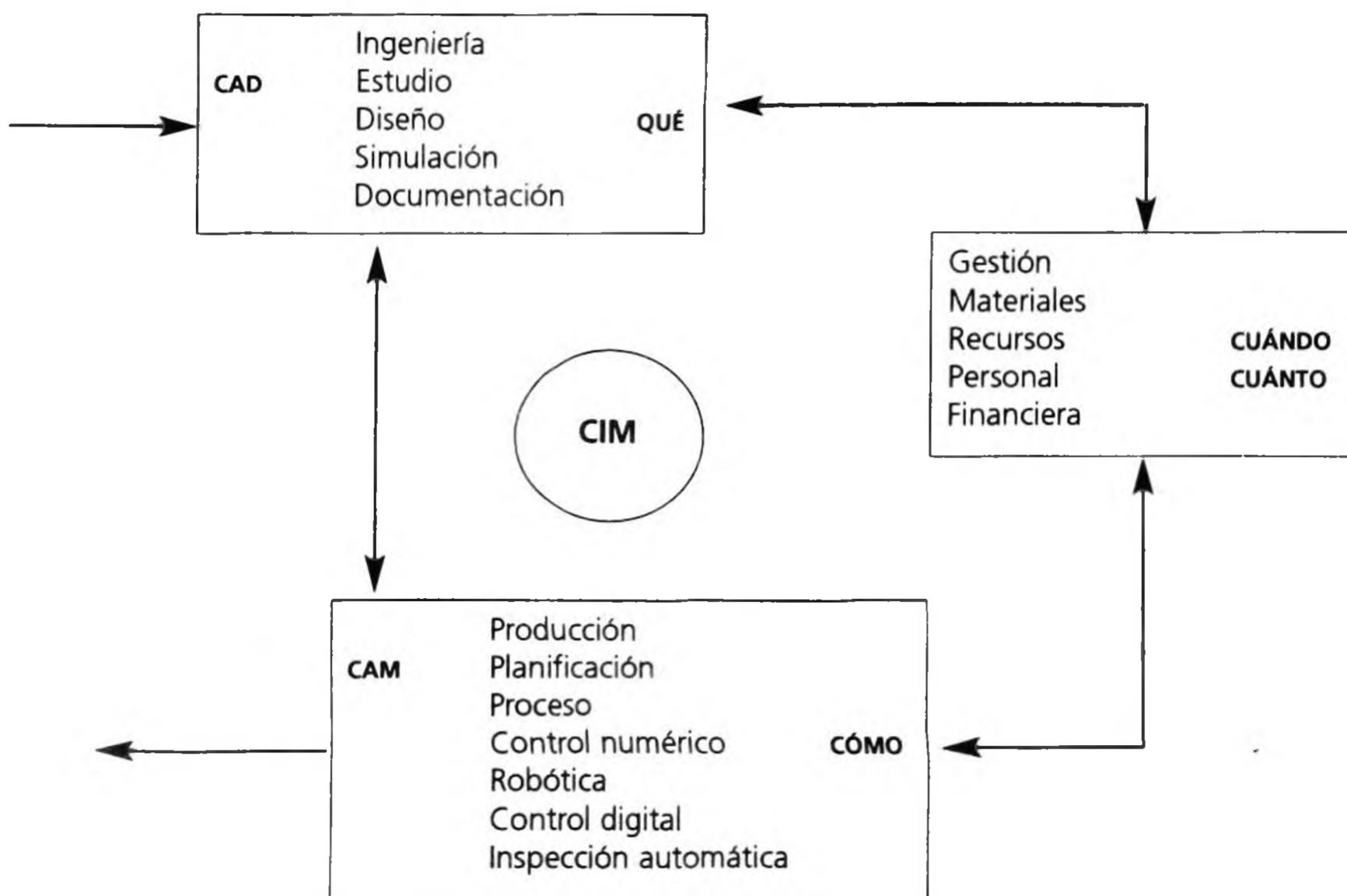
¹⁰ Curso de once videos sobre (Justo a Tiempo) *Just in Time*. Sistema Toyota de Producción. producidos por Jack Warne.

Manufactura Integrada por Computadora, ésta pretende una aplicación integrada de la computadora en todas las áreas de la producción, lo cual implica compartir la información de una única base.

Rafael Ferré Masip muestra en la siguiente gráfica cómo interactúan los sistemas CAD-CAM, como parte de CIM. “En ingeniería se establece qué producto fabricamos. Para diseñar, desarrollar y especificar los nuevos productos se utilizan los sistemas Computer Aided Design (CAD) y Computer Aided Engineering (CAE)”.

En producción se define cómo fabricar; para ello se utilizan las técnicas del Computer Aided Manufacturing (CAM) o Manufactura Asistida por Computadora.¹¹

Figura 5.4. Sistema de Manufactura Integrada por Computadora (CIM)



FUENTE: RAFAEL FERRÉ, OP. CIT.

¹¹ John E. Etlie, y Henry, Stoll, *Managing the Design-Manufacturing Process*, Nueva York, McGraw-Hill, 1990, p. 79.

Diseño para manufactura y ensamble (DFMA). El DFMA busca minimizar el contenido de la información de manufactura, dentro de los límites impuestos por la funcionalidad y el desempeño. Son tres sus objetivos fundamentales:

- a) Minimizar el número total de partes.
- b) Simplificar el diseño para asegurar que todas las partes sean fáciles de fabricar, ensamblar, manipular y darles servicio.
- c) Estandarizar, en la medida de lo posible, para favorecer algunos aspectos de productividad, entre ellos intercambiabilidad, interoperabilidad, interfaces simplificadas, consolidación efectiva de partes y funciones, disponibilidad de componentes, etcétera.

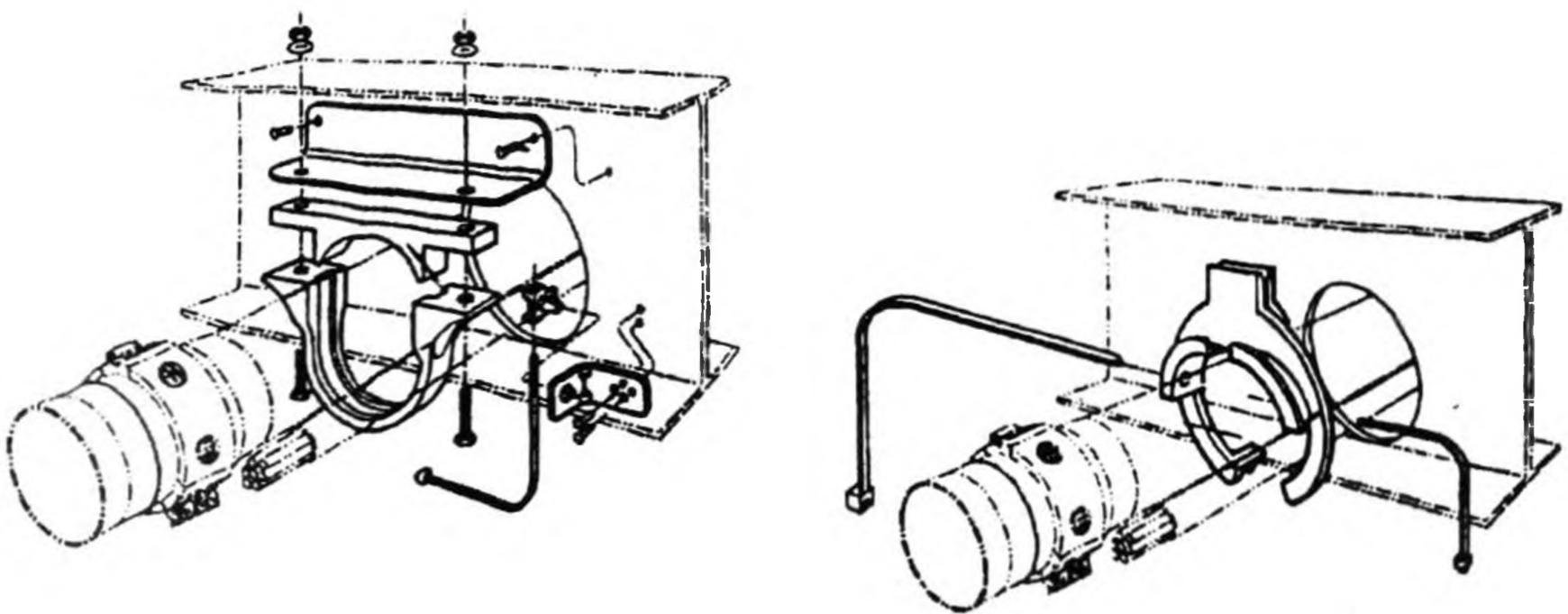
Es importante señalar que un componente o parte resulta idónea para ser eliminada cuando no se requiere que tenga movimiento, aunque esté separada para facilitar el ensamble, el ajuste subsecuente de las partes, o bien para su servicio o reparación. Otra forma viable para reducir el número de partes consiste en diseñar bloques o módulos “multiusos”; es decir, partes que se puedan intercambiar por una variedad de productos de modelos diferentes.

Diez recomendaciones del DFMA para diseñar partes:

1. Minimizar las direcciones de ensamble y reorientaciones. Ensamblar sobre el eje de la “Z”.
2. Minimizar las variaciones entre partes, por ejemplo, no usar tornillos de diferentes tamaños y formas.
3. Evitar los sujetadores sueltos, ya que aumentan la complejidad del ensamblado, agregan partes y crean riesgos de calidad.
4. En la medida de lo posible, fabricar partes que permitan una manera sencilla de ensamblarse, pues proporcionan fácil acceso, ángulos de salida generosos y radios para favorecer la inserción y guía.
5. Fabricar partes que se manipulen y orienten de manera sencilla; al proporcionar su simetría y otros elementos, fáciles de reconocer, se evitarían piezas demasiado grandes o muy pequeñas.
6. Eliminar o simplificar los ajustes cuando sea posible. Identificar dimensiones críticas que requieran agujeros elongados para permitir el ajuste entre partes. Si es posible, incorporar los cambios en una sola parte.

7. Planear el interfase y el *layout* de las conexiones eléctricas, tubos flexibles y cables de control que se planteen en las primeras fases del diseño, para minimizar el número de componentes flexibles, simplificar el ensamble, facilitar el servicio y, en resumen, evitar problemas de integración que puedan presentarse durante el proceso.
8. Evitar imprevistos en el diseño; será necesario proporcionar sujetadores de cables, eliminar conectores y piezas sueltas.
9. Evitar incertidumbres en el diseño; no permitir opciones de diseño que requieran de un operador especializado o de uno que necesite habilidades especiales para manufacturar, operar o dar servicio.
10. Desarrollar un producto que por su diseño facilite darle servicio y mantenimiento. Diseñar de tal manera que los componentes de vida corta, como fusibles, filtros, sellos y otras partes que puedan fallar, sean visibles para inspección y factibles de reponerse; asimismo, el producto deberá contar con suficiente espacio para que, mediante herramientas o las manos, permita su mantenimiento de manera sencilla, así como ajustar o medir, sin necesidad de remover piezas.¹²

Figura 5.5. Herramientas para la aplicación del DFMA



FUENTE: STEVEN ASHLEY, "CUTTING COSTS AND TIME WITH DFMA",
EN *MECHANICAL ENGINEERING*, MARZO DE 1995, P. 76.

¹² *Ibid.*, pp. 80-87.

En la parte superior de la figura 5.5 se muestra el trabajo desarrollado por los ingenieros de Douglas Aircraft, quienes rediseñaron el tubo de escape y el soporte de los harneses (cables) del modelo MD-90, utilizando las recomendaciones del DFMA. El número de partes disminuyó de 15 a 3; las operaciones de 210 a 8, y el tiempo de ensamble de 46 a 3 minutos; el peso se redujo de 2.1 a 0.8 onzas, y el costo de \$64.01 a \$4.74 dólares.

Herramientas para la aplicación del DFMA

Cuando una compañía quiere institucionalizar la filosofía del DFMA, estas herramientas de diseño y análisis, originalmente utilizadas en forma independiente, adquieren mayor valor en un ambiente de ingeniería concurrente. El sinergismo originado por el uso simultáneo de tales herramientas puede cambiar la forma tradicional como se venían empleando (véase el cuadro 5.2).

Cuadro 5.2. Herramientas para la aplicación del DFMA

HERRAMIENTA DFM	DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS
Design for Assembly (DFA) (Diseño para ensamble)	Método sistemático para simplificar un diseño, reduciendo el número de partes y asegurando que las partes restantes sean fáciles de ensamblar.	Rápidamente efectivo y fácil de aprender. DFA es el punto más fácil para empezar con DFM.
Computer-Aided-DFM.	Herramientas basadas en la computadora que ayudan a integrar el producto y el proceso. Incluye una gran variedad de herramientas desde la simulación de la variación hasta el modelado de sólidos.	Ahorra tiempo y puede simplificar el esfuerzo. Facilita la optimización de la pregunta ¿qué tal si...? Desarrolla espíritu de equipo.
Quality Function Deployment (QFD). (Despliegue de la función de calidad).	Un nuevo método que permite traducir determinadas necesidades del consumidor en requerimientos técnicos para cada paso del proceso de producción.	Proporciona un enlace con los requerimientos del consumidor, además de una base práctica para la mejora continua.

Método de Taguchi.	Busca definir una combinación robusta de los valores de los parámetros de diseño, a través del uso de diseños factoriales, fraccionales y de arreglos ortogonales.	Basado en conceptos de ingeniería, de calidad, muy poderosos. Mueve la calidad en la arena del diseño.
Resolución de problemas estadísticos.	El estudio simultáneo de varios factores y sus interacciones.	Estos métodos sirven para ofrecer buena calidad en los productos.
Tecnología de grupo.	Técnica para explotar las similitudes de las partes, basados en su forma geométrica y en similitudes en su proceso de producción.	Facilita la estandarización y la racionalización. Ataca la proliferación de partes y ahorra tiempo.
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Análisis de efecto y falla.	Una manera metódica de estudiar las causas y efectos de las fallas antes que el diseño finalice.	Ayuda a prevenir fallas y defectos en los productos antes de que lleguen al consumidor.
Value Engineering. Ingeniería de valor.	Aplicación sistemática de técnicas reconocidas para identificar la función y establecer un valor para cada función. Proporciona la función necesaria al costo más bajo.	Ofrece una manera organizada de evaluar el impacto del costo de las decisiones de diseño.

Control de factores

- 1. Control de materiales.** Para lograr la calidad deseada de manufactura es necesario obtener materiales de la calidad requerida, que no se deterioren durante su traslado o almacenaje. Se trata de aplicar el sistema “justo a tiempo” para reducir al mínimo los inventarios, y seguir el principio *First in–First out* (FIFO): el primero que entre será el primero en salir.
- 2. Control del equipo y las facilidades.** Conforme se automatiza la producción de bienes se dependerá en mayor medida del uso de la máquina y del equipo. Es así que se ha implementado el *Total Productive Maintenance* (TPM) (Mantenimiento Productivo Total), el cual cubre todas las etapas: planeación, compra, instalación, uso, equipo, etcétera; el objetivo es que el equipo siempre esté disponible.

El TPM ha permitido estabilizar la calidad y controlar el aumento de la eficiencia.

3. Control de los métodos de operación y procesos especiales. Los métodos están hechos para que cualquier operario obtenga los mismos resultados al utilizar la misma máquina a la misma velocidad. Lo ideal es que los operarios participen describiendo el método, que indicará la manera de aplicar las medidas de seguridad.

Los métodos de operación, también llamados estándares de trabajo, deben tener un formato fácil de usar. Se debe establecer un sistema para que se inicie, se apruebe, se emita y se distribuya.

4. Control de ambiente. El ambiente de producción se puede dividir en: *a)* El ambiente involucrado con el producto: determina directamente la calidad de éste; incluye la temperatura, humedad, iluminación, vibración, ruido, polvo. *b)* El ambiente en que se desarrolla el trabajador: se refiere a mejorar el confort (que los trabajadores puedan sentirse bien estando en su lugar de trabajo), procurar, por ejemplo, zonas verdes, áreas de descanso o de recreo.

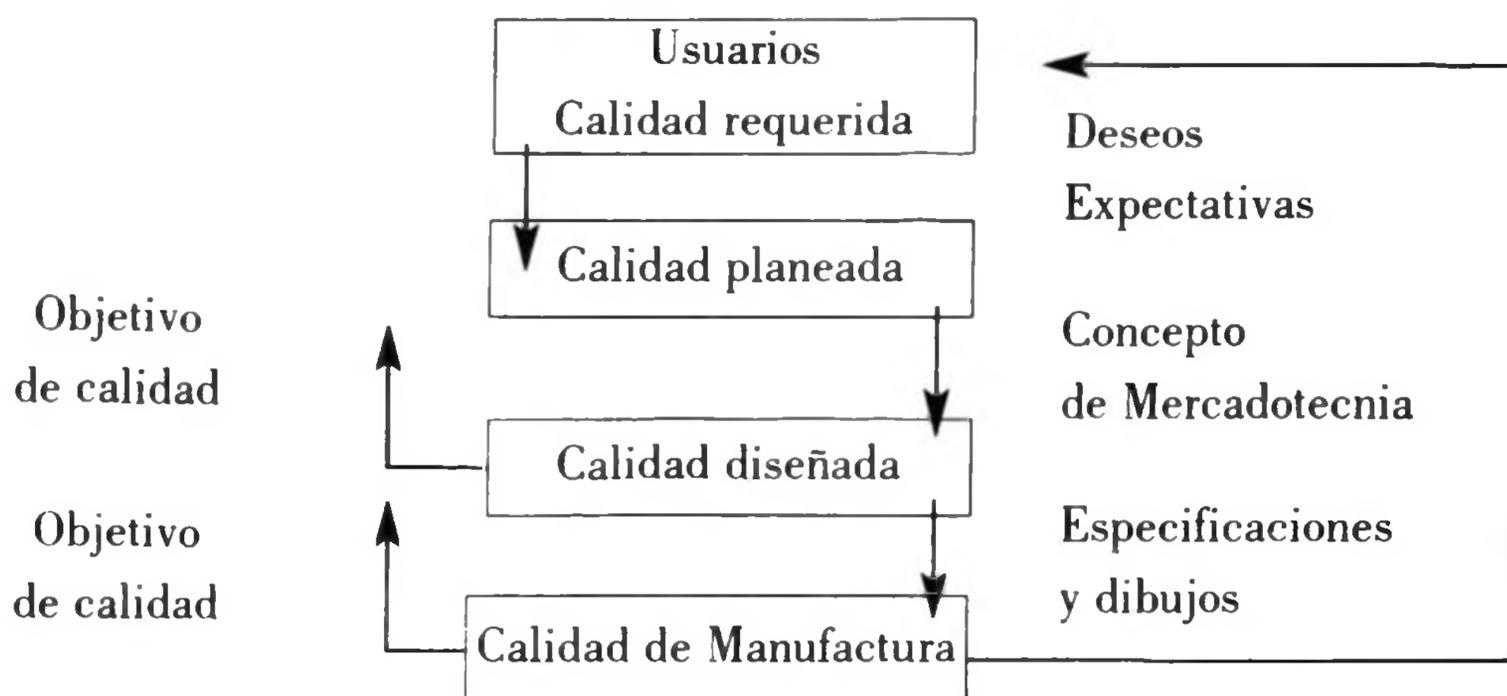
5. Administración del personal. Los puntos anteriores se refieren a los factores que determinan la calidad de un producto; el elemento humano, el cual los integra, es el más importante. Lo idóneo sería contar con un lugar de trabajo confortable, donde el personal se desarrollara y aplicara sus habilidades individuales.

6. Capacidad del Proceso y su utilización. La Capacidad del Proceso (CP), como capacidad cualitativa del mismo, se refiere a la integración de los materiales, equipo y otros factores. Un ejemplo es el maquinado: si la pieza cumple o no dimensionalmente con lo especificado en los planos, es una indicación de la CP. Se puede afirmar que cuando un proceso cumple con lo esperado, se debe a la correcta administración de los factores que participan en la manufactura.

Las dimensiones, después de que una pieza ha sido maquinada, tienen dispersión; ésta presenta una distribución normal. En términos generales, se puede decir: si $CP = 1$, la Capacidad del Proceso no es suficiente; mientras que si la $CP > 1.33$, entonces es suficiente.

A continuación se muestran los procedimientos para asegurar la calidad (señalados por el autor Masao Umeda), con los pasos recomendados para producir buenos productos. En primer término, el diseño debe cumplir con los requerimientos del cliente (es decir, con los especificados en la planeación del producto). Segundo, debe ser aceptado por el departamento de manufactura y otros departamentos subsecuentes que usen el diseño.

Figura 5.6. Procedimientos para asegurar la calidad



FUENTE: MASAO UMEDA, *SEVEN KEY FACTORS FOR SUCCESS ON TQM*, p. 203.

Existe un gran número de variables que afectan la calidad del producto o servicio. El efecto que cada variable ejerce sobre el producto puede calificarse desde insignificante hasta muy importante, dependiendo del tipo o aplicación del producto. Algunas variables son:

- Identificar con exactitud los requerimientos del cliente y sus expectativas.
- El adecuado diseño del producto.
- Control de cambios en el diseño o en los requerimientos del cliente.
- Tomar las medidas adecuadas para evitar que se dañe el producto después de terminada la producción.
- Variaciones en las materias primas.
- Variaciones en el equipo de proceso.

Costos de calidad

El costo de la calidad no se puede saber, sino hasta asociarlo con los problemas de calidad. El costo total para asegurar la calidad de un producto o servicio se puede dividir en dos categorías principales: costos de conformidad (constan de prevención y estimación) y costos de no conformidad (constan de falla interna y falla externa).

Costos de conformidad: son mucho menores en proporción de 1 a 10, o hasta 1 a 100, si se compara con los costos de no conformidad.

a) **Costos de prevención:** actividades diseñadas para minimizar los costos de estimación y de falla; algunas actividades son:

- Revisiones de diseño.
- Costos asociados con el control de documentos.
- Control del proceso.
- Propuestas para mejorar el proyecto.

b) **Costos de estimación:** resultan al determinar la aceptabilidad de un producto y controles en el lugar; entre sus actividades se cuentan:

- Monitoreo del proceso.
- Pruebas e inspecciones.
- Auditorías e inspecciones.

Costos de no conformidad: pueden llegar a ser desde 10 hasta 100 veces más altos que los costos de conformidad, según el impacto que tengan, ya sea dentro o fuera de la empresa.

a) **Costos por fallas internas:** resultan por problemas que suscitados antes de que el producto o servicio sea enviado al consumidor; las actividades que le conciernen son, entre otras:

- Costos de reproceso.
- Desperdicio.
- Volver a probar los productos.
- Tiempo de no conformidad.
- Tiempo que la maquinaria está parada.

b) Costos por fallas externas: de los costos antes mencionados, éstos llegan a ser los más altos, hasta en una proporción de 1 a 1000 respecto a los costos de conformancia. Son costos que ocurren después de que el producto ha sido enviado al consumidor:

- Costos asociados con la corrección o reemplazo de un producto defectuoso.
- Por solicitar que devuelvan los productos que ya han sido vendidos (*Product recall*).
- Gastos por productos que regresan.

Conclusión

El tiempo de desarrollo de un producto se ha reducido dramáticamente por la presión que ejercen los competidores, esto, aunado al rápido desarrollo de la tecnología (en el caso del área de cómputo se menciona que los productos se vuelven obsoletos a los seis meses de haber salido al mercado), ha provocado una serie de cambios en toda la organización.

La competencia en el mercado nacional fue más intensa desde que, en 1985, México se integró al GATT, lo que permitió la importación de productos que antes estuvieron prohibidos. Desgraciadamente, a poco más de dos décadas de distancia, la respuesta de gran parte de la industria nacional ha sido o sucumbir ante la competencia extranjera o volverse importadores y distribuidores; muy pocas compañías han podido luchar al “tú por tú” por defender y aumentar sus mercados.

El diseñador industrial debe ser aliado del industrial mexicano en este periodo de transición, tener una relación más estrecha con las pequeñas y medianas empresas, conocer su problemática y posibilidades, así como sus procesos de fabricación, etcétera.

Tanto la organización como el diseñador que responden a estos retos deben ser flexibles, capaces de trabajar en equipos multidisciplinarios que laboren en forma concurrente, deben contar con sistemas computacionales

del tipo Manufactura Integrada por Computadora (CIM), que cuente con CAD—CAM—CAE.

En otro aspecto, se señalaron en este capítulo algunas de las herramientas como el DFMA; asimismo se incluyó una lista de recomendaciones para simplificar el número de piezas, se sugiere pensar cómo fabricar la pieza desde que se está diseñando, e intentar que se ensamble de abajo hacia arriba, aprovechando la gravedad.

Un aspecto fundamental respecto al diseñador industrial es reflexionar acerca de la educación que actualmente le brinda la Universidad. Al alumno se le enseña cómo resolver problemas de diseño, pero no se enfatiza lo suficiente en cómo va a producir; ésta es una omisión grave. Los alumnos —de acuerdo con mi experiencia— terminan la carrera de diseño industrial sin conocimientos sólidos de los procesos de fabricación. En la mayoría de los casos sin ninguna experiencia de diseño de productos reales y tras haber visitado muy pocas fábricas, lo cual no les permite conocer el trabajo en la industria.

Es necesario dar solución a este problema en un futuro inmediato, por bien no sólo de los alumnos, sino de la profesión y de la industria manufacturera nacional, que necesita más y mejores productos para competir en los mercados globalizados.

La relación entre diseño y calidad tal vez no sea muy clara para la mayoría de los alumnos, pero es fundamental afirmar que la participación del diseñador industrial en la etapa de planeación es crucial, basta recordar el ejemplo de la compañía Toyota en cuanto a la relación 40/30/30 en la generación de errores de calidad, en el que 40% (el porcentaje más alto) significa que la mayoría de los errores se genera en la etapa del diseño.

Preguntas de autoevaluación

Evolución de la manufactura

1. De los siglos XVIII y XIX, mencionar los factores más importantes en cuanto a manufactura y calidad, formas de organización y diseño, usuario y entorno social.
2. Del periodo de 1900–1945, citar los factores más relevantes respecto a manufactura y calidad, formas de organización y diseño, usuario y entorno social.
3. Mencionar los mismos aspectos de la pregunta 2, ahora para el periodo de 1945–1990.
4. Explicar las características que, presumiblemente, tendrán en el siglo XXI el mercado y la forma de producción.
5. ¿Con qué elementos debe contar una compañía para lograr calidad, eficiencia y flexibilidad?

Diseño para la manufactura

6. ¿Cómo definirías el diseño industrial?
7. Lee las diez recomendaciones de Dieter Rams acerca de lo que debe ser el buen diseño y comenta, en clase, con qué aspectos estás de acuerdo y con cuáles no.

Valor económico de un producto

8. ¿Cuándo se dice que un producto tiene valor económico?
9. Describe el Círculo de Calidad de Taguchi, con todos sus elementos

Diseñar para la producción

10. ¿Qué significa diseñar para la producción?
11. ¿Cuáles son las actividades del Área de Investigación y Desarrollo (I + D)?
12. La compañía Toyota explica que el origen de los problemas de calidad está en una relación que llamaron 40/30/30, ¿explicar en qué consiste?

Diseño para la manufactura y ensamble (Design for Manufacture and Assembly, DFMA)

13. ¿Qué es el DFMA o DFM?
14. Mencionar las actividades que ocurren:
 - a) Durante la generación del concepto de un nuevo producto.
 - b) Durante la ingeniería del producto.
 - c) Durante la ingeniería del proceso.
15. ¿Cuándo un componente o parte de él es idóneo para eliminarse de un producto?
16. Menciona las diez recomendaciones del DFMA para diseñar un producto.
17. ¿Qué herramientas se usan para la aplicación del DFMA?
18. ¿Qué factores deben controlarse para obtener la calidad deseada de manufactura?
19. ¿Qué procedimientos deben tomarse en cuenta, según Masao Umeda, para asegurar la calidad?

Costos de calidad

20. Define los costos de calidad.
21. ¿Cuáles son los costos de conformidad? Menciona los diferentes tipos de costos de conformidad.
22. ¿Cuáles son los costos de no conformidad? Mencionar los costos por fallas internas y externas.
23. Explica la relación entre un buen o mal diseño y los costos de calidad.

Actividades sugeridas

1. Aplicar el Círculo de Taguchi a un producto (una computadora, una bicicleta, etcétera) considerando todas las fases, desde la detección de la necesidad, deseo e interpretación de datos por el diseñador, hasta la fabricación y envío del producto al mercado a través de los canales de la mercadotecnia.
2. Ejercicio de aplicación del DFMA; organizar a los alumnos en equipos de dos personas y pedirles un producto de mediana complejidad, de 12 a 15 piezas diferentes. Deberán analizarlo aplicando las recomendaciones del DFMA. Hacer dibujos con las sugerencias para reducir piezas. Concluir y determinar cuántas piezas se ahorraron y cómo se simplificó el ensamble.
3. Analizar un producto comercial y describir los costos de calidad, tanto internos como externos, que se generarían por un producto mal diseñado.
4. Un ejemplo de aplicación del QDF (Despliegue de Función de Calidad), también llamado “la voz del cliente”) son los análisis realizados por la *Revista del Consumidor*, con los cuales evalúan productos similares con criterios especificados tanto por el cliente, como por las normas que rigen esos productos en el mercado (algunos productos evaluados: tenis, *walkman*, aparatos de sonido, aspiradoras). Hacer un estudio similar con tres productos que compitan en el mismo rango, haciendo evaluaciones numéricas.

Videos sugeridos

Número	2060	duración 60'	<i>QFD los cinco secretos del cliente, despliegue de la función de calidad.</i>
Número	1935	duración 30'	<i>El poder del cambio, 1a. parte (Administración y calidad). Diferentes casos de compañías que han enfrentado el cambio.</i>
Número	1947	duración 16'	<i>El poder del cambio, 2a. parte (Administración y calidad). Reinventando las organizaciones, compañías que buscan una organización tipo modular y flexible para que responda al cambio rápidamente.</i>
S/n		duración 35'	<i>Benchmarking esatratégico y táctico. Video argentino que muestra la técnicas de comparación aplicada entre compañías, para aprender de las mejores en alguna actividad que la compañía se ha fijado como objetivo.</i>
Número	1949	duración 21'	<i>...Y se perdió el reino. Fábula de calidad, que narra cómo por un clavo mal colocado en la herradura de un caballo, se pierde un reino.</i>
Numero	1865	duración 85'	<i>Quality Issues for Engineers (Ingeniería de calidad). Video producido por el Institute for Electrical and Electronics Engineers. Aplicaciones prácticas del benchmarking y reingeniería para aumentar la competitividad de una empresa, reduciendo el tiempo de desarrollo de un producto.</i>

Bibliografía

- Bolwijn P. T., Boorsma, J., Van Breukelen, Q. H., Brinkman, S., y Kumpe, T., *Flexible Manufacturing*, Amsterdam, Elsevier, 1986.
- Council for Continuous Improvement, *Manual simplificado de despliegue de la función de calidad*, México, Panorama Editorial, 1996.
- Ettlie, John y Stoll, Henry, *Managing the Design–Manufacturing Process*, Nueva York, McGraw–Hill, 1990.
- Ferré Masip, Rafael, *Fabricación asistida por computadora*, Barcelona, Marcombo, 1987.
- , *El departamento de I + D: organización y control*, Barcelona, Marcombo, 1990.
- Niebel, Benjamin W. y Draper, Alan B., *Product Design and Process Engineering*, Nueva York, McGraw–Hill, 1974.
- Rodríguez Morales, Gerardo, *Manual de diseño industrial*, México, Gustavo Gili–UAM Azcapotzalco, 1990.
- Ryan, Nancy E., *Los métodos Taguchi y el DFC*, México, Panorama Editorial, 1995.
- Umeda, Masao, *Seven Key Factors for Success on TQM*, Tokyo, Japanese Standards Association, 1993.

Hemerografía

- “Diez puntos sobre el buen diseño”, en *Revista del Mueble*, núm. 2, año 1, México, mayo de 1989.
- Ashley, Steven, “Cutting Costs and Time with DFMA”, en *Mechanical Engineering*, marzo de 1995.

Anexos

*ISO-9000, una visión general**

Eduardo Cadena Gómez**

Uno de los estándares de calidad más populares actualmente es ISO-9000. Sin embargo, la percepción que se tiene de ellos y el uso que se les ha dado ha generado gran polémica; se cuestionan sus beneficios, aplicabilidad y obligatoriedad. Los objetivos del presente artículo son explicar qué es ISO-9000 y qué se requiere para obtener el certificado, así como ilustrar sobre los pros y contras de la adopción de esta norma internacional.

Antecedentes

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO)¹, conformada por representantes de los cuerpos normalizadores de aproximadamente cien países, fue establecida oficialmente el 23 de febrero de 1947 con el fin de promover la estandarización internacional, para facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios, así como el desarrollo científico y tecnológico. [1]

Por ejemplo, hay normas ISO que abarcan desde las abreviaturas de los sistemas de medición hasta la especificación de protocolos de transferencia, pasando por especificación de tornillos, lentes, contenedores marítimos, medios magnéticos, hojas de papel, cables, elementos estructurales, pruebas de seguridad, simbología, medio ambiente, etcétera.

* Revista *Soluciones Avanzadas*, México, abril de 1996.

** Eduardo Cadena Gómez es ingeniero mecánico industrial de la UDLA, certificado en Ingeniería de Calidad por la ASQC. Actualmente es gerente de aseguramiento de calidad de servicios en informática. Sus áreas de interés son: aseguramiento de calidad de software procesos y técnicas de pruebas, evaluación y mejoramiento de procesos de desarrollo de software y administración de requerimientos.

E-mail: ecadena@serinf.com

¹ Aunque la palabra ISO tiene las mismas letras que las iniciales en inglés de la International Organization for Standardization, no es un acrónimo. Se tomó del griego *Isos*, que significa igualdad y se utiliza como prefijo para todas las normas publicadas por este organismo.

[1] ISO Compatible Technology, Worldwide ISBN 92-67-10191-1.

Objetivos

Cuando el comité técnico TC176, encargado de la normalización de Aseguramientos y Administración de Calidad, inició sus trabajos en 1980, se enfrentó al gran reto de alcanzar un consenso entre las diferentes filosofías y conceptos de calidad existentes. Dentro de sus objetivos estaba desarrollar un código mínimo de prácticas de administración, aplicable a todo tipo de empresas, de Aseguramiento y Administración de Calidad.

Esta lista de prácticas representaba lo que una empresa está obligada a hacer como mínimo para poder responder a los requerimiento de un mercado competitivo. Desde este punto de vista, también significaba una base para establecer acuerdos sobre las responsabilidades de proveedores y compradores respecto a la calidad de los bienes o servicios intercambiados. [2]

La Norma ISO-9004

La meta fue alcanzada con la norma ISO-9004, guía para Sistemas de Aseguramiento de Calidad. En esta norma se listaron los elementos de un sistema de administración de calidad, con la intención de que las empresas la aplicaran internamente y de manera voluntaria para establecer o fortalecer sus propios sistemas de calidad.

En esta norma se define qué debe realizar un Sistema de Calidad, con base en la filosofía de Aseguramiento de Calidad y documentado en un Manual de Calidad. Este sistema incluirá todas las políticas, procesos y procedimientos necesarios para asegurar la calidad. También indica que para garantizar la calidad de los productos y servicios se debe estructurar un Plan de Calidad que incluya todas las inspecciones, pruebas y verificaciones necesarias a lo largo de su ciclo de vida, es decir, desde su concepción y diseño hasta su instalación y servicio, así como su proceso de producción. Las definiciones de Sistema, Aseguramiento, Manual, Plan, Política y

[2] R. N. Shaugnessy. "The future of ISO-9000". *ISO-9000 News*. octubre, 1994.

Auditoría de Calidad utilizadas en el contexto de la norma ISO-9000 se listan en la tabla 1.²

En un Sistema de Aseguramiento de Calidad, lo que supone es que si se tienen planeadas y documentadas todas las acciones necesarias para que un producto o servicio se haga con calidad, si estas acciones se hacen efectivamente tal como están documentadas, existe la confianza de que el producto o servicio será de la calidad planeada.

Tabla 1. Conceptos de Aseguramiento de calidad

Sistema de Calidad	Estructura organizacional, compuesta por responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos necesarios para lograr la calidad de acuerdo a las políticas de la empresa.
Política de Calidad	Los objetivos generales de una empresa respecto a la calidad, expresados formalmente por la dirección de la misma.
Aseguramiento de Calidad	En todas las actividades para tener la confianza de que una entidad podrá cumplir con los requerimientos aplicables de calidad.
Manual de Calidad	Documento donde se formalizan y describen las políticas y el sistema de calidad de la empresa.
Auditoría de Calidad	Un examen metódico e independiente para determinar si las actividades de calidad son realizadas de acuerdo a lo planeado y si cumplen sus objetivos.
Plan de Calidad	Un documento especificando las prácticas, recursos y secuencia de actividades relativas a la calidad de un producto, proyecto o contrato.

Las auditorías de calidad proporcionan la seguridad de que el sistema existe y es utilizado tal y como fue planeado. De no ser así, deben aplicarse las acciones correctivas necesarias para que así sea.

² Adoptado de la norma ISO-8402. Vocabulario: Administración y Aseguramiento de Calidad.

La familia de normas ISO-9000

Las normas ISO-9001, 9002 y 9003 especifican los requerimientos necesarios para establecer la confianza en la calidad de un proveedor.

La aplicación de cada una depende del alcance de la relación cliente-proveedor. La ISO-9001, la más extensa de las tres, abarca desde el diseño del producto o servicio hasta su entrega y soporte al cliente. La ISO-9003, la menos extensa, considera únicamente las actividades de inspección y prueba del producto antes de entregarse al cliente. Los requerimientos de las normas para aplicación a proveedores ISO-9001 a 9003 están contenidos también en las guías para sistemas de calidad ISO-9004, como se muestra en la tabla 2.

Como documentos auxiliares se tienen la ISO-9000 y la ISO-8402. La primera no es sino una guía muy breve de selección que nos indica cuál de las normas anteriores debemos utilizar; la segunda es una recopilación de definiciones de términos relativos a la calidad. Relacionadas a la misma familia se encuentran las normas ISO-10011, partes 1, 2 y 3, que establecen los requerimientos para las auditorías de los sistemas de calidad. Por último, se encuentra la norma ISO-10013, ésta es una guía que indica cómo se debe documentar el sistema en el Manual de Calidad.

Todas las normas anteriores han sido traducidas en México por el *Cotensiscal*³ y oficializadas con carácter voluntario por la Dirección General de Normas. Estas normas se encuentran disponibles en cualquiera de estas instituciones.

³ Comité Técnico de Normalización de Sistemas de Calidad, sesiona mensualmente en las instalaciones del Instituto Mexicano del Petróleo.

NOTA: La novena versión de las normas ISO 9000 aparecerá a finales del año 2000: para mayor información consultar la siguiente página en Internet: www.iso.ch.

Tabla 2.

PUNTO	CRITERIO	9004	9001	9002	9003
4.1	Responsabilidad directiva	√	√	√	√
4.2	Sistema de calidad	√	√	√	√
4.3	Revisión de contratos	√	√	√	
4.4	Control de diseño	√	√		
4.5	Control de documentos	√	√	√	√
4.6	Control de adquisiciones	√	√	√	
4.7	Control de productos suministrados por los clientes	√	√	√	
4.8	Identificación de productos y rastreabilidad	√	√	√	√
4.9	Control de procesos	√	√	√	
4.10	Inspección y pruebas	√	√	√	√
4.11	Equipo de inspección, medición y pruebas	√	√	√	√
4.12	Estatus del producto en función a inspección y pruebas	√	√	√	√
4.13	Control de productos fuera de especificación	√	√	√	√
4.14	Acciones preventivas y correctivas al sistema de calidad	√	√	√	
4.15	Manejo, almacenamiento, empaque y envío	√	√	√	√
4.16	Registros de calidad	√	√	√	√
4.17	Auditorías internas de calidad	√	√	√	
4.18	Programas de entrenamiento	√	√	√	√
4.19	Control del servicio al cliente	√	√	√	√
4.20	Aplicación de técnicas estadísticas	√	√	√	√
4.21	Costos de calidad	√			

Organizaciones públicas y privadas promotoras de la calidad en México

- Asociación Mexicana de Administración de Calidad Total, A. C. (AMACAT).** Tels.: 52 (5) 203-7543.
fax: 52 (5) 254-1737. e-mail: 103703.61@compuserve.com
- Asociación Mexicana de Calidad, A. C.** Tels.: 5254-7450 y 51.
- Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico, A. C. (ANCE).** Tels.: 5520-9158.
5520-8928. 5520-9026. fax: 5520-8800.
- Asociación de Ex Becarios de AOTS Mexico-Japón, A. C. /México Kenshu Center.** Tel.: 52 (5) 682-8156.
fax: 52 (5) 682-8167. página web: <http://www.aots.or.jp>
- Banco Nacional de Comercio Exterior, S. N. C. (BANCOMEXT).** Tels.: 5422-9045. 5422-9000 ext. 9550 y 9501.
fax: 5422-9078 y 70. e-mail: jtellez@bancomext.gob.mx.
página web: <http://mexico.businessline.gob.mx/esp/pat97.html>
- Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA).** Tel.: 52 (5) 563-1511. fax: 52 (5) 563-1511.
- Centro Nacional de Metrología (CENAM).** Tels.: (42) 15-5333. 35 y 36. 16-6576. 16-3309. 15-3784.
faxes: (42) 15-3904. 16-2626. e-mail: servtec@cenam.mx. página web: <http://www.cenam.mx>
- Centro Chihuahuense para la Calidad y la Productividad.** Tel.: 52 (14) 14-6130.
- Centro de Calidad (ITESM).** Tel.: 52 (8) 328-4072. fax: 52 (8) 358-0771.
- Centro de Productividad de Monterrey CPM (CINTERMEX).** Tel.: 52 (8) 369-0266. fax: 52 (8) 369-0273.
e-mail: cpm@infosel.com.mx
- Centro de Productividad Industrial ITESM, Edo. de México.** Tel.: 52 (5) 326-5601. fax: 52 (5) 326-5805.
- Centro para la Calidad Total y la Competitividad (CONCAMIN).** Tel.: 52 (5) 592-0807.
e-mail: luigiv@mail.internet.com.mx
- Centro Promotor de Diseño-México.** Tels.: (015) 662-9790. 662-9915. 662-5035. fax 5662-4160.
- Concurso Nacional de Círculos de Control de Calidad, A. C.** Tel.: 52 (5) 341-6554. fax: 52 (5) 341-3030.
e-mail: 104552.3634@compuserve.com
- Consejo de Productividad y Competitividad del Estado de México.** Tels.: 52 (72) 14-2636.
e-mail: ceprocmx@netspace.com.mx
- Dirección General de Normas (DGN).** Tels.: 5729-9300 exts. 4157 y 4134. e-mail: cidgn@secofi.gob.mx.
páginas web: www.secofi.gob.mx. <http://www.secofi.gob.mx/dgn1.html>
- Fundación para la Calidad Total en el Sureste (COPARMEX).** Tel.: 52 (99) 25-9033. fax: 52 (99) 25-9043.
- Fundación Mexicana para la Calidad Total, A. C. (FUNDAMECA).** Tel.: 52 (5) 259-2511. fax: 52 (5) 570-3989.
- Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa, A. C. (FUNTEC).** Tels.: 5591-0002. 5591-0088. 5591-0091. fax: 5592-6882. e-mail: funtec@funtec.org
- Instituto Guanajuato para la Calidad, A. C. (CITEJ).** Tel.: 52 (461) 5-1920. fax: 52 (461) 5-1930.
e-mail: acampos@lince.itcelaya.crateq.mx
- Instituto Avanzado para la Calidad Total.** Tels.: 5639-6863 y 5639-7117. fax: 5639-7081.
- Instituto Mexicano de Control de Calidad (IMECCA).** Tel.: 52 (5) 545-2593. fax: 52 (5) 254-1047.
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).** Tel.: (015) 624-0400 ext. 4748 y 4749.
página web: <http://www.impi.gob.mx>
- Instituto Tamaulipeco para la Elevación de la Productividad y la Calidad.** Tel.: 52 (131) 209-93.
fax: 52 (131) 209-47
- Sociedad Mexicana de Calidad de la Atención a la Salud, A. C.** Tel.: 52 (5) 277-8043.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (SECOFI).** Tels.: 5729-9213 y 5729-9110 ext. 4031.
faxes: 5729-9359 y 5729-9210, página web: www.secofi.gob.mx
- Unidad de Transferencia de Tecnología (UTT)** Tels.: (015) 563-3400, ext. 388-392. fax: 611-2151.
e-mail: canail@ibm.net. página web: <http://200.23.74.10>

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1. EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO DE LA CALIDAD	11
<i>Antes de la Revolución Industrial</i>	11
<i>La calidad en México</i>	16
CAPÍTULO 2. TEORÍA DE LA ORGANIZACIÓN	25
<i>Enfoque estructuralista</i>	26
<i>Enfoque humano</i>	28
<i>Enfoque de sistemas</i>	34
<i>Movimiento hacia la calidad total</i>	35
<i>¿Quién es responsable de la calidad?</i>	46
CAPÍTULO 3. EL CASO DE JAPÓN	53
<i>Antecedentes históricos</i>	56
<i>Desarrollo económico después de la Segunda Guerra Mundial</i>	59
<i>Diseño, calidad y tecnología de los productos japoneses</i>	61
<i>El diseño japonés</i>	67
<i>¿Cómo surgió el “milagro japonés”?</i>	68
<i>El enfoque humano de la calidad</i>	71
CAPÍTULO 4. LAS SIETE HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	81
<i>Las siete herramientas estadísticas</i>	81
<i>Las siete herramientas básicas</i>	88
<i>¿Por qué es difícil utilizar tablas de control?</i>	111
<i>Conclusiones</i>	112
<i>Ejercicio de aplicación práctica del CEP</i>	113
CAPÍTULO 5. DISEÑO PARA LA MANUFACTURA	133
<i>Evolución de la manufactura</i>	133
<i>Diseño para la manufactura</i>	144
<i>Conclusión</i>	162
ANEXOS	169

NOTA: En cada capítulo se incluye: una sección de preguntas de autoevaluación, una lista de videos relacionados con el tema y la bibliografía.

Visión general del tema de la calidad y el diseño industrial (con un enfoque japonés), de Jorge Rodríguez Martínez, se terminó de imprimir en el mes de marzo en los talleres de Litho Offset Aresa SA de CV, Javier Martínez V., núm. 218, Col. Escuadrón 201, México, DF, y se encuadernó en los talleres de Encuadernación Técnica Editorial, SA, Calzada San Lorenzo 279-45, Col. Granjas Estrella, Unidad Industrial Iztapalapa, México DF,

Se tiraron mil ejemplares más sobrantes para reposición.



2913193

TS156
R6.3

2913193
Rodriguez Martinez, Jorge
Vision general del tema d

y el Taller de Realización II (Producción–Calidad) de la carrera de diseño industrial, de la cual surgió la idea de realizar este libro. Ha colaborado en la impartición de diplomados de calidad en la UAM, IPN y el ITESM, y en técnicas de administración japonesas en el México Kenshu Center.

La palabra calidad forma parte de nuestro lenguaje diario; con ella juzgamos los productos o servicios que consumimos, también sirve para que otras personas evalúen el resultado de nuestro trabajo dentro de una cadena cliente-proveedor. La calidad reflejada en productos que no sólo satisfacen las necesidades y expectativas del consumidor, sino que las exceden, es resultado del trabajo, disciplina y entusiasmo de miles de personas; quizás el mejor ejemplo de un país que asociamos con la buena calidad de sus productos es Japón.

En México, las empresas que quieren participar en la globalización deben tener como primer requisito calidad, y como segundo, el ofrecer productos bien diseñados, que estén pensados para el usuario. Muchas organizaciones transnacionales que tienen operaciones en México cumplen con lo primero, lo mismo que las compañías nacionales altamente exportadoras, las cuales han logrado hacer de México uno de los trece países que más exportan en el mundo.

Pero es urgente un llamado a los diseñadores e ingenieros de producto para que planeen la calidad desde el inicio, para que los productos mexicanos tengan personalidad propia, ofrezcan un valor agregado (facilidad de servicio, asesoría, cumplimiento de fechas, etcétera) y no se asocien únicamente con el resultado de una operación de maquila barata. Para lograr ese objetivo conviene recordar la frase de Kaouru Ishikawa: "La calidad son productos y servicios que son económicos, útiles y siempre satisfactorios al consumidor".

El objetivo del libro es despertar la inquietud del futuro diseñador por hacer mejor su trabajo; para lograr que el "momento de la verdad", del primer contacto de nuestro producto, primero con el fabricante y después con el usuario, sea una grata experiencia, carente de problemas.

