

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL



Serie de Calidad y Estadística Industrial

Desarrollo histórico de la calidad

SEGUNDA EDICIÓN

OCTAVIO ESTRADA CASTILLO

Serie de Calidad y Estadística Industrial

Desarrollo histórico de la calidad

Octavio Estrada Castillo



NOTA: Mural *Inventando el futuro*,
de Arnold Belkin, 1990.
Biblioteca Enzo Levi, Facultad de Ingeniería, UNAM

Acrobat Reader
Haz Click

ESTRADA CASTILLO, Octavio.
Desarrollo histórico de la calidad. Segunda Edición.
Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Ingeniería, 2023, 113 p.

ISBN 978-607-30-7599-2

DESARROLLO HISTÓRICO DE LA CALIDAD. SEGUNDA EDICIÓN.

Segunda edición electrónica
de un ejemplar (10 MB) en formato PDF
Publicado en línea: 15 de mayo de 2023

D.R. © 2023, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Avenida Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04510

FACULTAD DE INGENIERÍA
<http://www.ingenieria.unam.mx/>

ISBN 978-607-30-7599-2

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México. Prohibida la reproducción o transmisión total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Hecho en México.

UNIDAD DE APOYO EDITORIAL
Cuidado de la edición: Patricia Eugenia García Naranjo
Diseño y formación editorial: Nismet Díaz Ferro

Foto de portada: Nismet Díaz Ferro
Foto de la portadilla (obra completa): Luis Enrique Vite Rangel

Prólogo

Desde 1988 he estado inmerso en la práctica profesional de la Ingeniería, particularmente, en la industria manufacturera, y en específico, en el área de Calidad y Estadística Industrial. Paralelamente, he hecho una trayectoria académica como profesor en la Facultad de Ingeniería de la UNAM desde hace más de 35 años. He impartido más de 25 asignaturas diferentes de matemáticas, física, computación, probabilidad, estadística, investigación de operaciones y calidad. Me ha tocado laborar en el sector público federal también.

Siempre he tenido la inquietud de escribir textos sobre las asignaturas en las que he participado, pero generalmente he tenido cargos académico-administrativos en la administración central de la UNAM o en la propia Facultad, que no me dejaban dedicarme a esta noble y gratificante labor. Ahora que me integro completamente como profesor de carrera en el área de calidad, investigación de operaciones y estadística industrial, he llevado a la praxis este deseo. Este es el primer libro de una serie sobre Calidad y Estadística Industrial, que tendrá, al menos, los siguientes títulos:

- I. Desarrollo histórico de la calidad.
- II. Metodología y herramientas para la solución de problemas y para la mejora continua.
- III. Fundamentos de probabilidad y aplicaciones con R, Minitab y Excel.
- IV. Fundamentos de estadística y aplicaciones con R, Minitab y Excel.
- V. Muestreo de aceptación y aplicaciones con R, Minitab y Excel.
- VI. Control estadístico de procesos y aplicaciones con R, Minitab y Excel.
- VII. Normatividad vigente sobre sistemas de calidad.
- VIII. Metrología, certificación de producto y certificación de software.
- IX. Teoría del muestreo.
- X. Estadística no paramétrica.
- XI. Diseño de experimentos.
- XII. Regresión y correlación.
- XIII. Confiabilidad.

- XIV. Estadística Multivariable.
- XV. Procesos Estocásticos.

El propósito de estos libros es proporcionar la teoría necesaria, la metodología, las herramientas, ejemplos y aplicaciones prácticas de cada uno de los temas, de una manera formal, dinámica, amena y didáctica. Quisiera remarcar que en estos libros hablo de mis conocimientos y experiencia en el apasionante tema de la calidad, la probabilidad y la estadística y que traté de apegarme lo más posible a citar a los autores originales de estas ideas, pero no debe olvidarse que se trata de un texto dirigido a alumnos, por lo cual no lleno de citas el texto para hacerlo más didáctico.



OBJETIVO DE ESTE LIBRO:

Conocer el concepto actual de calidad; su desarrollo histórico, sus aplicaciones y perspectivas en una cultura de mejora continua en el desempeño de una organización.

Índice temático

| | |
|---|----|
| Prólogo..... | IV |
| Objetivo del libro | V |
| Índice temático..... | VI |
| 1 Introducción | 1 |
| 2 Prehistoria y protohistoria (1.5-2.5 millones hasta 4000 aC)..... | 2 |
| 3 Edad antigua (4000 aC-476 dC)..... | 4 |
| 4 Edad media (476-1453) | 13 |
| 5 Edad moderna (1453-1789) | 21 |
| 6 Edad contemporánea (1789-hasta ahora) | 25 |
| 6.1 Independencia de los Estados Unidos de Norteamérica (1775-1783) | 26 |
| 6.2 Revolución francesa (1789-1799) | 28 |
| 6.3 Revoluciones industriales (1760-1840) | 29 |
| 6.4 Contribuciones de Frederick Winslow Taylor (1856-1915) | 32 |
| 7 Evolución del enfoque de calidad a partir de 1920 | 35 |
| 7.1 Contribuciones de Walter Andrew Shewhart (1891-1967)..... | 36 |
| 7.2 Contribuciones de George Elton Mayo (1880-1949) | 36 |
| 7.3 Contribuciones de William Edwards Deming (1900-1993) | 39 |
| 7.4 Premio Deming de Japón (Premio nacional de calidad de Japón, 1951) | 40 |
| 7.5 Contribuciones de Kaoru Ishikawa (1915-1989) | 41 |
| 7.6 Contribuciones de Joseph Moses Juran (1904-2008)..... | 47 |
| 7.7 Contribuciones de Peter Ferdinand Drucker (1909-2005) | 54 |
| 7.8 Contribuciones de Armand Vallin Feigenbaum (1920-2014)..... | 56 |
| 7.9 Contribuciones de Philip Bayard Crosby (1926-2001) | 60 |
| 7.10 Contribuciones de Genichi Taguchi (1924-2012)..... | 63 |
| 7.11 Contribuciones de Shigeru Mizuno (1926-) | 65 |
| 7.12 Contribuciones de Yoji Akao (1928-2016) | 66 |
| 7.13 Contribuciones de Shigeo Shingo (1909-1990)..... | 67 |

| | |
|---|-----|
| 7.14 Premio Malcolm Baldrige de EUA, 1987..... | 68 |
| 7.15 Evolución del concepto de calidad en México | 69 |
| 7.16 Premio nacional de calidad de México, 1989 | 70 |
| 7.17 Premio europeo a la calidad, 1991 | 73 |
| 8 Enfoque actual de calidad | 74 |
| 9 Calidad, productividad, competitividad, rentabilidad e imagen de mercado | 78 |
| 10 Costos de calidad e indicadores para medirla | 80 |
| 11 Cultura de calidad | 85 |
| 11.1 Calidad y desarrollo sustentable | 86 |
| 11.2 Ética en calidad | 89 |
| 12 Glosario básico de calidad | 95 |
| Ejercicios | 100 |
| Bibliografía | 104 |

1. Introducción

El ingenio es la facultad del ser humano para inventar con prontitud o solucionar algo con facilidad. El concepto está asociado a la intuición, la creatividad, la maña y el talento. ¿Por qué el ingenio se desarrolló en el hombre y no en los animales?, para responder a esta pregunta se hará un análisis muy breve de la historia y su relación con el concepto de calidad.

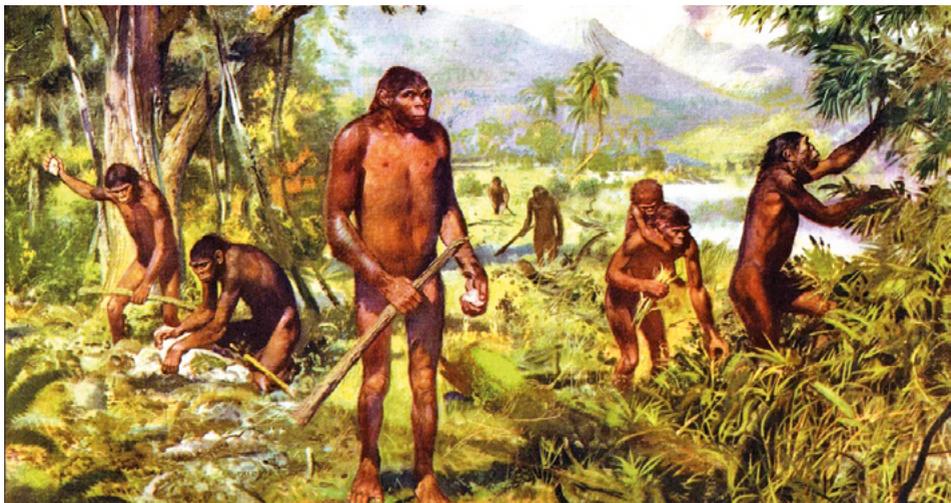
El ser humano es de los pocos animales que nace sin características notables para protegerse de los fenómenos de la naturaleza y del ataque de los animales. Sus cinco sentidos básicos vista, oído, olfato, gusto y tacto no están desarrollados de forma tan notable como los depredadores. Tampoco posee garras, no tiene suficiente velocidad, no posee veneno, no tiene suficiente fuerza física, de tal manera que para defenderse de los otros animales tuvo que echar mano de los utensilios que le brindaba la naturaleza y tuvo que desarrollar su ingenio, su capacidad de inquirir, de discernir, de reflexionar. Así es como a lo largo de los siglos va adquiriendo y desarrollando esa facultad de pensar.

El desarrollo del ser humano se puede dividir en dos épocas: la Prehistoria, es decir, desde la aparición de la humanidad hasta el invento de la escritura, y la Historia, la cual tiene lugar desde que se cuenta con elementos escritos, y que a su vez está dividida en cuatro edades:

- a. Antigua (aproximadamente 4000 aC-476 dC).
- b. Media (476-1453).
- c. Moderna (1453-1789).
- d. Contemporánea (1789 hasta nuestros días).

2. Prehistoria y Protohistoria (1.5-2.5 millones de años hasta 4000 aC)

FIGURA 1. Representación gráfica del hombre en la prehistoria



NOTA: El hombre en la prehistoria. (sf).

Recuperada de <https://www.calacademy.org/events/general-lectures/leakey-lecture-curtis-marean>

La Prehistoria, la cual se inicia con la aparición de la primera especie del género homo (*Homo habilis*), datado hace unos 2.5 y 1.5 millones de años, entre principios y mediados del pleistoceno por el este de África, en donde surge un primate con un significativo incremento en el tamaño de su cerebro en comparación con su posible ancestro, el *Australopithecus* y que termina hasta el invento de la escritura, aproximadamente 4 000 años aC.

La primera parte de la Prehistoria es el Paleolítico (la edad de la piedra antigua), y en ella el hombre prehistórico, menos dotado físicamente que las grandes bestias para satisfacer los requerimientos más elementales de subsistencia, se ayudaba de ramas o piedras que tomaba de su medio ambiente, tal como las encontraba para usarlas como herramientas.

En el Neolítico (la edad de la piedra nueva), el ser humano al ir evolucionando aprendió a tallar las piedras o la madera, perfeccionando dichos instrumentos y adecuándolos al uso que les iba a dar para satisfacer sus propias necesidades. En la figura 2 se muestran evidencias del tallado que hacían.

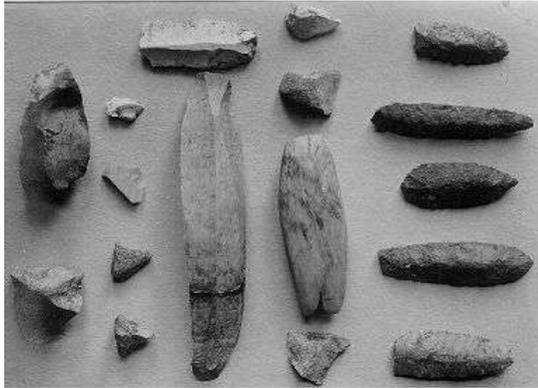


FIGURA 2. Evidencia de piedra tallada

NOTA: Historia. (sf).

<https://www.timetoast.com/timelines/historia-72aba41c-a3b2-43f3-96b0-069fd9a5c928>

La Protohistoria es la época de transición entre prehistoria e historia; en lo que respecta a Europa, se ha establecido que comenzó aproximadamente en el II milenio aC hasta la generalización de la utilización del hierro en el 700 aC; durante esta etapa se produce una mayor división del trabajo entre los hombres.

3. Edad Antigua (4000 aC – 476 dC)

La Edad Antigua es una época histórica que coincide con el surgimiento y desarrollo de las Primeras Civilizaciones (Egipto, Grecia, Roma, etcétera), también conocidas como Civilizaciones Antiguas. De acuerdo con la historiografía, el inicio de este período data a partir de la invención de la escritura, alrededor de 4000 años aC, hasta la caída o derrumbe del Imperio Romano de Occidente, por las invasiones bárbaras del siglo V, con una duración aproximada de 5 500 años.

Con la invención de la escritura, la simple apropiación de lo producido por la naturaleza, la recolección, la caza y la pesca, han cedido su lugar a trabajos productivos. Los hombres se dedican fundamentalmente a la agricultura y a la ganadería.

La rueda es considerada como uno de los primeros inventos que cambiaron la vida de la humanidad. Los sumerios fueron los creadores de este magnífico invento, allá por el 3 500 aC. La gran idea surgió a partir de unir barras de madera, un círculo y un eje central. Después de este gran acontecimiento, en la antigua Mesopotamia surgieron los primeros caminos (carreteras).

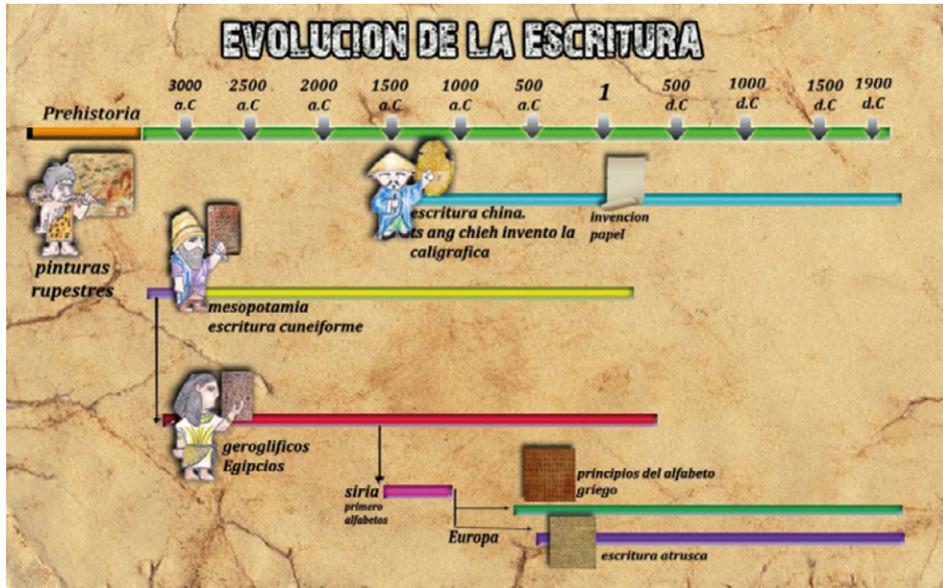
FIGURA 3. Rueda antigua

NOTA: Rueda. (sf). Recuperada de http://4.bp.blogspot.com/_3gaaiW8XGLk/TBonwSkGgKI/AAAAAAAAAAc/kQvkbDD33b4/s1600/ruedaaa.jpg



Durante este período surge y se desarrolla la vida urbana, con sociedades estratificadas, con poderes políticos centralizados en reyes, con religiones politeístas, desarrollo del comercio y del sistema de cobranza de impuestos y la creación de sistemas jurídicos, así como de un fuerte desarrollo cultural y artístico.

FIGURA 4. Evolución de la escritura

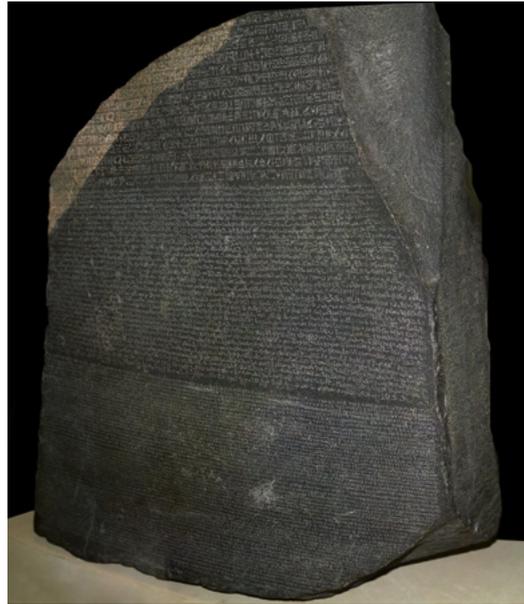


NOTA: La escritura en la historia de las civilizaciones. (2014). <http://conexionacademica.blogspot.mx/2014/08/la-importancia-de-la-escritura.html>

La piedra de Rosetta es un fragmento de una antigua estela egipcia de granodiorita inscrita con un decreto publicado en Menfis en el año 196 aC en nombre del faraón Ptolomeo V. El decreto aparece en tres escrituras distintas: el texto superior en jeroglíficos egipcios, la parte intermedia en escritura demótica y la inferior en griego antiguo. Gracias a que presenta esencialmente el mismo contenido en las tres inscripciones, con diferencias menores entre ellas, esta piedra facilitó la clave para el entendimiento moderno de los jeroglíficos egipcios.

FIGURA 5. La piedra de Rosetta

Nota: [La piedra de Rosetta exhibida en el Museo Británico]. (2020).
https://es.wikipedia.org/wiki/Piedra_de_Rosetta



Algunas contribuciones que destacan la importancia que tenía para ellos la noción de calidad en ese entonces, se pueden ejemplificar con el Código de Hammurabi, compilación de leyes y edictos auspiciada por Hammurabi, rey de Babilonia (hacia el año de 1800 aC), y constituye el primer código de leyes conocido de la Historia.

FIGURA 6. Estela donde se hallan grabadas las 282 leyes del Código de Hammurabi

Nota: M. Pilar Rivero. (sf). El Código de Hammurabi.
<http://clio.rediris.es/fichas/hammurabi.htm>



La Gran Muralla China, la muralla más grande que existe de todo el mundo, va desde Shanhaiguan en el este, hasta Jiayuguan en el oeste; atraviesa seis provincias y regiones autónomas y un municipio del norte de China: Hebei, Beijing, Shanxi, Mongolia Interior, Ningxia, Shaanxi y Gansu. Tiene una longitud superior a los 6000 kilómetros, con 4.6 a 9.1 metros de ancho en su base estrechándose hasta 3.7 metros en la parte más alta, con una altura media de 7.6 metros sin tener en cuenta el parapeto almenado.

Al inicio de su construcción, gobernaba el emperador Shi-Hoang-Ti (221-209 aC), el cual construyó cerca de 1 900 kilómetros durante su reinado, con la participación de aproximadamente 400 000 personas. La Gran Muralla siguió creciendo durante más de 1 500 años.

Planear, en palabras de Russell L. Ackoff (1919-2009), es imaginar un futuro deseado y la forma de alcanzarlo. Actualmente, cuando se habla de planeación estratégica (a largo plazo), muchos autores establecen un horizonte de tiempo de cinco años; al analizar nuestra historia y reflexionar sobre el tiempo que llevó la construcción de la Gran Muralla, surge la necesidad imperiosa de abrir nuestra mente a un mayor período de tiempo.

FIGURA 7. Imagen de la Muralla China de los siglos XV y XVI



NOTA: La gran muralla china: la mayor obra de ingeniería del mundo. (2016). http://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/la-gran-muralla-china_8272/1

La antigüedad clásica le ha legado a la humanidad muchas obras de arte, de una belleza realmente extraordinaria, que habla del grado de calidad rayano en la excelencia que alcanzaron; para muestra basta citar las siete maravillas del mundo antiguo, las cuales verdad o leyenda, cabe aclarar, se refieren a la cultura occidental y por ello no se cita a la Gran Muralla como una maravilla del mundo antiguo, de hecho, las siete maravillas del mundo antiguo fueron un conjunto de obras arquitectónicas y escultóricas que los autores griegos, especialmente los del período helenístico, consideraban dignas de ser visitadas. Respecto al motivo de que fueran siete, se debe a los griegos, que lo consideraban como el número primo perfecto. Por lo anterior, se citarán muy brevemente, en orden cronológico en cuanto a su construcción.

Las Pirámides de Egipto. En el Delta del Nilo se sitúan las tres pirámides más famosas de Egipto; las pirámides de Keops, Kefren y Micerinos, construidas aproximadamente entre 2750 y 2500 aC. La más famosa de las tres pirámides es la que lleva el nombre del faraón Keops, quien la mandó construir, medía 146 metros de altura, su base cuadrada tenía una superficie de 54,289 m² y fue construida de granito y gres. Es la única maravilla del Mundo Antiguo que actualmente se encuentra en pie, aunque ha desaparecido su cúspide (piramidión) y su revestimiento por efectos de la erosión del viento.

FIGURA 8. Las pirámides de Giza



NOTA: Pirámides de Egipto. (2020). https://es.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%A1mides_de_Egipto

Los Jardines Colgantes de Babilonia (actual Irak), fueron construidos por el rey Nabucodonosor en el 600 aC. Los jardines estaban realizados en piedra sobre bóveda y consistían en terrazas superpuestas a 15 metros de altura una de la otra, alcanzando una altura máxima de 90 metros. Perduraron hasta no más allá de 126 aC, cuando la ciudad fue destruida definitivamente por los persas. Se tienen escasas evidencias de su existencia.

FIGURA 9. Jardines Colgantes de Babilonia



NOTA: Jardines Colgantes de Babilonia. [Una pintura idealizada del siglo XVI por Martin Heemskerck. Al fondo puede distinguirse la Torre de Babel]. (2020). https://es.wikipedia.org/wiki/Jardines_Colgantes_de_Babilonia

El Templo de Artemisa, en Efeso, fue erigido en el año 350 aC, medía 123 metros de largo por 67 metros de ancho y fue realizado en mármol blanco. Rodeado de 127 fabulosas columnas de 18 metros, que pesaban cerca de 150 toneladas cada una de ellas.



FIGURA 10.
Modelo del Templo
de Artemisa

NOTA: Templo de Artemisa (Éfeso). [Modelo del Templo de Artemisa, Parque de las miniaturas, Estambul, Turquía]. (2020). [https://es.wikipedia.org/wiki/Templo_de_Artemisa_\(%C3%89feso\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Templo_de_Artemisa_(%C3%89feso))

El Templo de Júpiter Olímpico fue construido entre el 468 y el 460 aC por Libón de Elis en la zona meridional de Altus, emplazado en una plataforma escalonada, cobijó una de las estatuas de culto de más admiración entre los hombres del mundo antiguo: El Zeus de Fídias. El templo de Júpiter fue incendiado por fanáticos cristianos en el reinado de Teodosio II.

FIGURA 11. Templo de Zeus
Olímpico

NOTA: Templo de Zeus
Olímpico (Atenas). (2020).
[https://es.wikipedia.org/
wiki/Templo_de_Zeus_
Ol%C3%ADmpico_\(Atenas\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Templo_de_Zeus_Ol%C3%ADmpico_(Atenas))



El Mausoleo de Halicarnaso, la tumba de Mausolo, rey de Caria. Fue construido en el año 353 aC. Plinio cita como constructores del mausoleo a Scopas, Bryacis, Timoteo, Leocarnes y Phitios.



FIGURA 12. Reconstrucción a escala del Mausoleo

NOTA: Mausoleo de Halicarnaso. [Una de las muchas revisiones de este, en Minatürk, Estambul]. (2019). https://es.wikipedia.org/wiki/Mausoleo_de_Halicarnaso

El Coloso de Rodas. Cares de Lindo, erigió en el año 284 aC la estatua más grande conocida por los antiguos. Fue realizada en bronce y representaba a Apolo, dios del sol. Su altura era de 32 metros, se tardó en construir 12 años y costó 300 talentos (en el Nuevo Testamento un talento tenía una equivalencia de 21600 gramos de plata, lo que equivalía a 5400 denarios o salarios mínimos de aquella época).



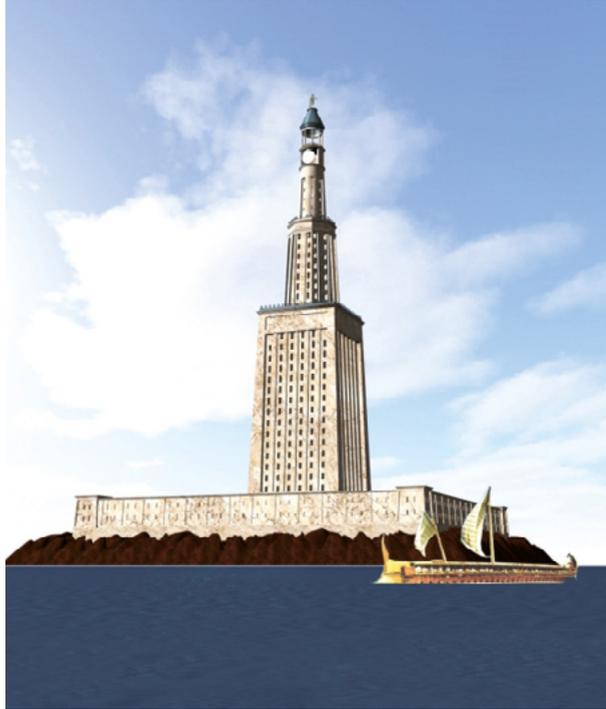
FIGURA 13. Representación de la ciudad de Rodas

NOTA: Coloso de Rodas. [Representación de la ciudad de Rodas en la época, con la posible localización del Coloso]. (2020). https://es.wikipedia.org/wiki/Coloso_de_Rodas

El Faro de Alejandría fue construido por Tolomeo II, en el año 280 aC sobre la isla de Pharos en Alejandría, situado en un arrecife que alcanzaba los 1600 metros de longitud, ocupaba 900 m² de superficie y medía 120 metros de altura.

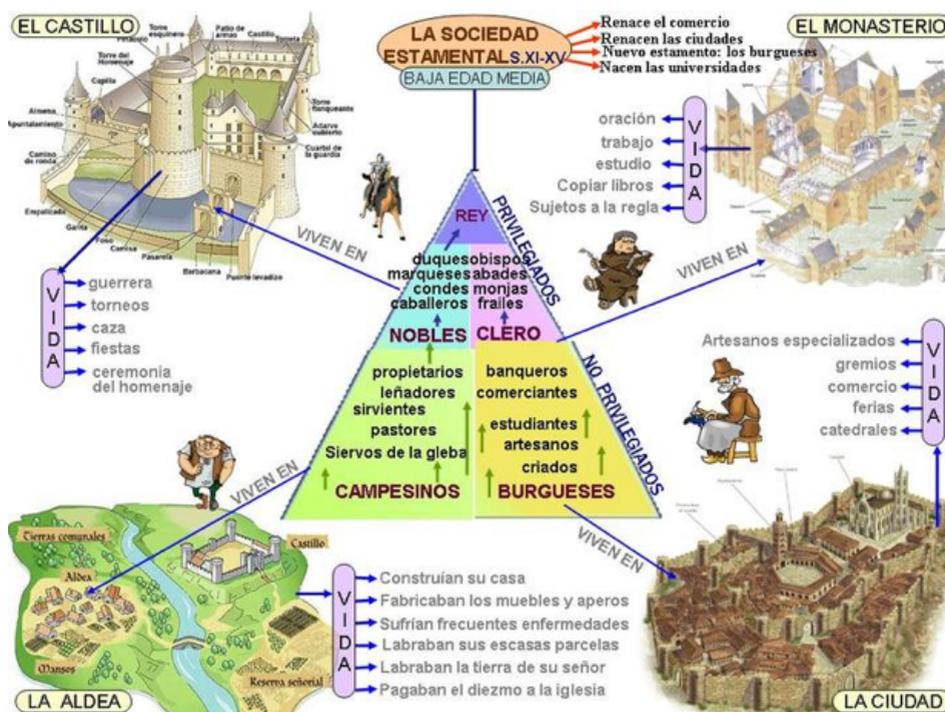
FIGURA 14. Faro de Alejandría

NOTA: Faro de Alejandría. [Reconstrucción gráfica del faro de acuerdo con un estudio emprendido en 2006]. (2020). https://es.wikipedia.org/wiki/Faro_de_Alejandr%C3%ADa



4. Edad Media (476-1453)

FIGURA 15. Esquema de la Edad Media



NOTA: La sociedad estamental. (sf). <https://menchuduquer.files.wordpress.com/2016/09/sociedad-estamentaria-baja-edad-media.jpg>

Es el término convencional que se utiliza para el período de la historia europea, que abarca desde el colapso de la civilización romana en el siglo V hasta fines del siglo XV. Para dividir este extenso período se distingue la Alta Edad Media, entre los siglos V y XII, y la Baja Edad Media del siglo XIII al XV. La sociedad medieval estaba organizada con base en un sistema feudal (entrega de bienes a cambio de servicios).

Se ha llegado a afirmar que esta época era del obscurantismo, que hubo poco avance de la ciencia; sin embargo, a finales del siglo XVIII, los historiadores europeos empezaron a valorar esta época de un modo distinto. Descubrieron que fue el momento en que se formaron las naciones, influidos por los nacionalismos emergentes y las ideas del romanticismo. Una excelente obra que demuestra que hubo avances sustanciales en esta época es el texto de Régine Pernoud, «Para acabar con la Edad Media» de editorial Siruela, 2010. La autora demuestra la falsedad de las acusaciones de ignorancia, barbarie, misoginia, intolerancia, etcétera, que se suelen lanzar contra la Edad Media.

Durante toda la Edad Media y ‘en parte’ hasta mediados del siglo XVIII, la producción se realizaba en el taller artesanal donde participaban un maestro, varios oficiales y aprendices; por ello al hacer sus pedidos los comerciantes se encargaban de proporcionar materias primas a los artesanos.

A medida que los mercados empezaron a crecer, se requirió de una producción más rápida y ágil; para poder abastecerlos se llevó a cabo la reunión de varios talleres artesanales en las denominadas «manufacturas», establecimientos que facilitaron la división del trabajo. Después fue relativamente fácil sustituir a un trabajador o trabajadores que realizaban una misma operación por una máquina. Así, la manufactura creó las condiciones técnicas para el empleo de las máquinas.

La primera revolución industrial data del medioevo. La sociedad medieval reemplazó el trabajo manual, y a veces el trabajo forzado de esclavos, por el trabajo de las máquinas. La primera manifestación de la conversión de la energía se dio con los molinos: de agua, de viento y los accionados por las mareas.



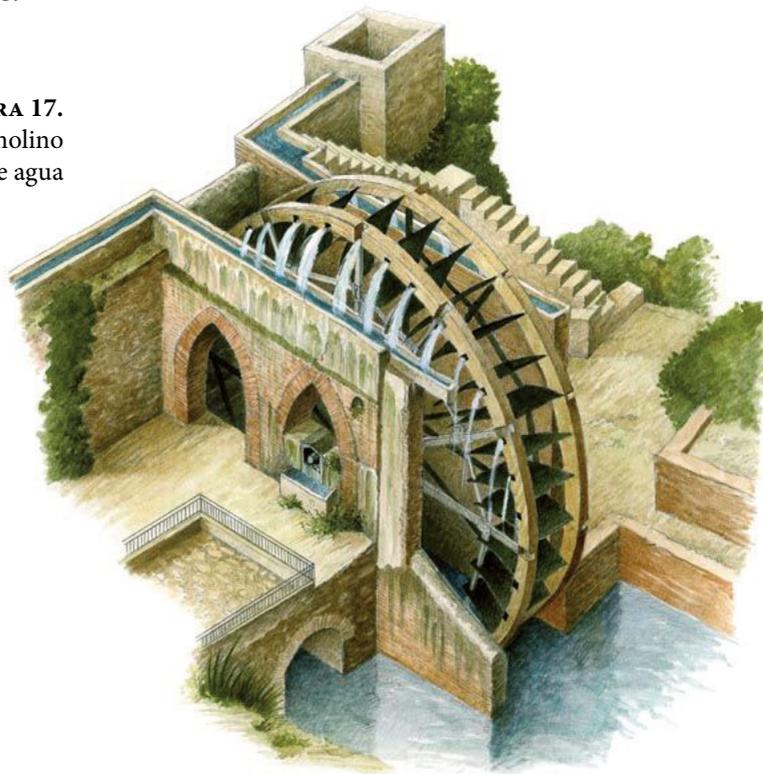
FIGURA 16. Imagen de un molino de viento

NOTA: Greivin Sánchez Solano. (2015). 10 eventos más relevantes en el avance y desarrollo de la tecnología. <https://www.timetoast.com/timelines/10-eventos-mas-relevantes-en-el-avance-y-desarrollo-de-la-tecnologia>

En el medioevo la energía hidráulica tenía la misma importancia que el petróleo en el siglo XX. Cuatro operaciones industriales necesitaban de la energía hidráulica: machacar el grano, tamizar la harina, abatanar los paños y curtir las pieles. También es muy posible que la fuerza hidráulica haya sido utilizada para activar los fuelles para calentar las tinas de cerveza.

Los primeros molinos de agua fueron construidos por ingenieros probablemente hacia fines del siglo II aC. Marco Vitruvio Polión (c. 80-70 aC-15 aC) arquitecto, escritor, ingeniero y tratadista romano, fue el primero en descubrir este mecanismo.

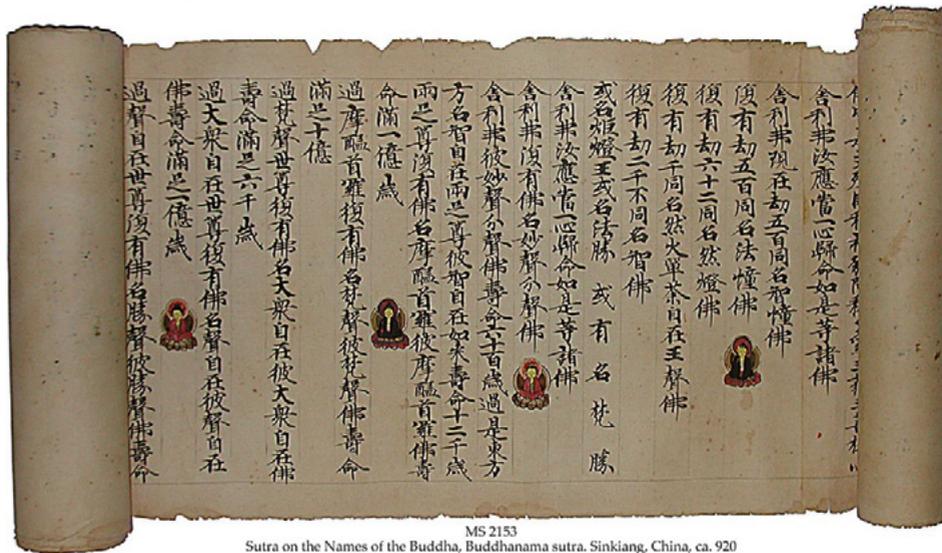
FIGURA 17.
Imagen de un molino
de agua



NOTA: Molino de agua. (s.f.). http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1193792626703_539082678_14134/MOLINO%20DE%20AGUA.jpg

Cerca del siglo II los chinos fueron los primeros que desarrollaron el primer papel de seda, pero esto duró hasta el siglo VII cuando los del reino de Damasco y musulmanes de la península arábica crearon el papel que se conoció como «papel de Damasco» que estaba hecho principalmente de algodón. Este gran invento revolucionario fue pilar para que años más tarde se pudiera crear la imprenta.

FIGURA 18. Imagen de papel de Damasco



NOTA: Pinyin chinese. (2014). <https://languagebug.co.uk/wp-content/uploads/2014/09/Pinyin-Chinese-Alphabet.jpg>

Un árbol de levas es un eje rotatorio que mueve una o más levas y se destina a distribuir movimientos que deben estar sincronizados. Los ingenieros de la antigüedad como Herón de Alejandría conocían las propiedades del árbol de levas. A partir del siglo X, la leva ha permitido la mecanización de toda una serie de operaciones industriales que antes se hacían a mano o a pedal.



FIGURA 19. Imagen de un antiguo árbol de levas de un herrero

NOTA: Inventos de la edad media. (sf). <http://slideplayer.es/slide/5407726/>

Los embalses o presas también fueron inventados en esta época.

FIGURA 20. Ejemplo de embalse

NOTA: Beaver Ponds Loop -
Yellowstone National Park. (sf).
[https://www.pinterest.com/
pin/217791331949590583/](https://www.pinterest.com/pin/217791331949590583/)



La explotación de las riquezas mineras, como la extracción de la piedra en el medioevo, también se logró tecnificar en esta época.

Normalmente se piensa en la Edad Media como un periodo de estancamiento, caracterizado por la falta de progreso social. Sin embargo, algunas de las más grandes creaciones arquitectónicas de la Humanidad, las catedrales, datan de esa época. Además, dos máquinas inventadas en ese periodo han tenido un enorme impacto en el progreso subsiguiente: el reloj de contrapeso y la imprenta, inventada por Gutenberg en 1450.

FIGURA 21. Imprenta



NOTA: Gutenberg, Johannes. (sf). [https://k60.kn3.net/taringa/F/7/5/C/9/5/
luiserescobar1/2A8.jpg](https://k60.kn3.net/taringa/F/7/5/C/9/5/luiserescobar1/2A8.jpg)

Gutenberg intercambió las clásicas tablillas por moldes de madera con todas las letras del alfabeto, que posteriormente rellenoó con plomo. Una vez que las letras fueron sujetadas con un soporte móvil de su invención, la resistencia y la rapidez de la impresión lo convirtieron en el invento que revolucionaría el mundo de la cultura al permitir la difusión masiva de la literatura que, hasta entonces, había estado al alcance de solo unos pocos. Esta fue una verdadera revolución, ya que gracias a este gran invento se facilitó la reproducción de muchos materiales escritos de los que solo se podía obtener una copia hecha a mano, lo cual tardaba muchísimo tiempo. Uno de los libros que se vio beneficiado de forma sorprendente fue la Biblia, ya que se pudieron imprimir varios ejemplares y así poder extender la religión a varias partes del mundo.

Otras grandes aportaciones de esta época fueron las de Georgius Agrícola (1494-1555) y Galileo Galilei (1564-1642) que establecieron las bases científicas de la ingeniería.

El arco utilizado en la construcción de las grandes catedrales fue un invento del medioevo.

FIGURA 22. El arco en las catedrales



NOTA: Josep Renalias. (2008). Catedral de Wells. https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Catedral_de_Wells_-_Arc_tisora.JPG

Dentro del ámbito cultural, prosperaron nuevas instituciones educativas como las escuelas catedralicias y monásticas, como la Universidad de Bolonia Italia, la cual data de 1088 y que es considerada la universidad más antigua del mundo occidental.



FIGURA 23. Universidad de Bolonia Italia

NOTA: El nacimiento de la universidad. (2016). http://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/el-nacimiento-de-la-universidad_7629



Aunque cabe señalar que, según la Unesco, la primera universidad de la que existe registro de entrega de títulos fue la de Qarawiyyin, en Marruecos. Esta institución fue fundada en 859 por Fatima al-Fihri (800-880), una mujer musulmana del Norte de África.

En cuanto la actividad comercial, las ciudades se vuelven centros de comercio de la producción artesanal y a principios del siglo XI, vuelve a cobrar importancia el intercambio de mercancías; sin embargo, hay un hecho que da como resultado el gran auge del comercio: las cruzadas, las cuales fortalecieron las relaciones entre naciones cristianas, además de dar paso a nuevas técnicas de producción y al progreso técnico y comercial. Por otra parte, el descubrimiento de América estimuló también este auge.

Algunos autores establecen el fin de la Edad Media en 1492 con el descubrimiento de América, otros autores lo establecen en 1453 con la caída del Imperio bizantino, fecha que tiene la singularidad de coincidir con la invención de la imprenta y con el fin de la guerra de los Cien Años.

FIGURA 24. Las cruzadas



NOTA: Las cruzadas. Origen, historia y consecuencias. (2020); Edad contemporánea. (sf). <https://sobrehistoria.com/las-cruzadas-origen-historia-consecuencias/>; <https://mihistoriauniversal.com/edad-contemporanea/descubrimiento-de-america/>

5. Edad Moderna (1453-1789)

A partir del siglo XVI, se produce una concentración cada vez mayor del poder que da lugar al absolutismo.

FIGURA 25.
Imágenes del Palacio
de Versalles

NOTA: Visita Palacio de Versalles. (sf).
[http://www.versailles-visit.com/
palacio-de-versalles-visita-libre.html](http://www.versailles-visit.com/palacio-de-versalles-visita-libre.html)



En esta época, se desarrolla el movimiento intelectual y artístico llamado Renacimiento, porque reaparecen formas y costumbres de la cultura grecorromana, aunque mezcladas con los elementos aportados por el cristianismo y por los pueblos germánicos. Grandes fueron las aportaciones científicas, artísticas, y culturales hechas en esta época por personajes como: Galileo (1564-1642), Leonardo Da Vinci (1452-1519), Miguel Ángel Buonarroti (1475-1564); Maquiavelo (1469-1527), Miguel de Cervantes Saavedra (1547-1616), Michel Eyquem de Montaigne (1533-1592), William Shakespeare (1564-1616), Erasmo de Rotterdam (1466-1536), Dürero (1471-1528).

A propósito de Miguel Ángel, valdría la pena leer a un notable biógrafo estadounidense, Irving Stone (1903-1989), en su obra «La agonía y el éxtasis», de 1965, en la cual hace ver su grandeza y acaba uno por entender como un genial escultor se convierte en un magnífico pintor. Es muy conocida su maravillosa escultura denominada el David, la cual se ilustra en la figura 26. Esta escultura se encuentra en la Galería de la Academia, en Florencia. Si se contempla desde el punto de vista antropomórfico, resulta ser que está desproporcionada en algunas de sus partes, el brazo derecho parece muy alargado por la descomunal mano derecha, como se puede apreciar en la figura 27, y aparentemente es un defecto de dicha escultura; sin embargo, hay que recordar a quien representa, David, el legendario rey de los judíos quien con una piedra arrojada con una honda mata a Goliath el gigante. La genialidad de esta exquisita obra se debe a lo que precisamente se critica. Miguel Ángel crea en esta escultura a un ser sobrenatural con una enorme fuerza, que es representada por la descomunal mano derecha; el David se encuentra en estado de concentración antes de arrojar la piedra, nótese que en su mano izquierda sostiene la honda.



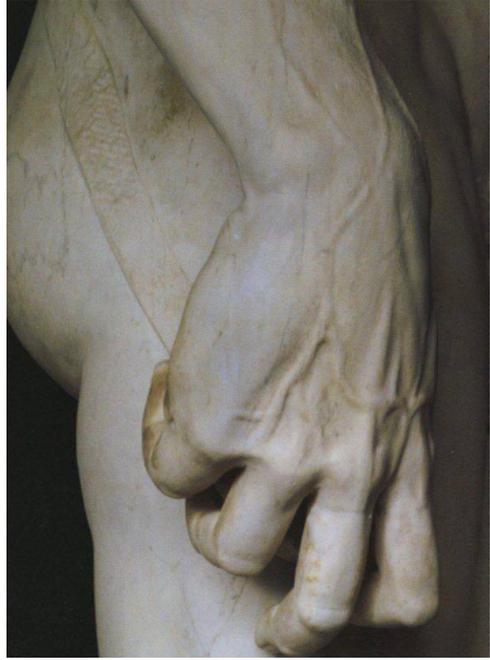
FIGURA 26. Imagen del David de Miguel Ángel en la Galería de la Academia

NOTA: David (Miguel Ángel). (2019).

[https://es.wikipedia.org/wiki/David_\(escultura_de_Miguel_%C3%81ngel\)](https://es.wikipedia.org/wiki/David_(escultura_de_Miguel_%C3%81ngel))

FIGURA 27. Detalle de la escultura del David de Miguel Ángel, de 1504.

NOTA: Alexandre Ribeiro. (2016). O Dread Que Matou Golias. <http://www.rimasebatidas.pt/holly-hood-dread-matou-golias-primeira-parte/>



Otra increíble obra de Miguel Ángel Buonarrotti son los frescos de la bóveda de la Capilla Sixtina, que se ilustran en la figura 28.

FIGURA 28. Imagen de los frescos de la bóveda del techo de la Capilla Sixtina



NOTA: Bóveda de la Capilla Sixtina. (2020). https://es.wikipedia.org/wiki/B%C3%B3veda_de_la_Capilla_Sixtina

El *Cuestionamiento al poder y eficacia de las indulgencias*, de Martín Lutero (publicado en latín: *Disputatio pro declaratione virtutis indulgentiarum*), más conocido como *Las 95 tesis*, fue una carta de Martín Lutero dirigida a la Iglesia de Roma, en la que desacredita la doctrina papal sobre las indulgencias. Esta publicación —clavada por Lutero, de acuerdo con la tradición, en las puertas de la Iglesia del Palacio de Wittenberg el 31 de octubre de 1517— comenzó un debate teológico que desembocó en la Reforma (https://es.wikipedia.org/wiki/Reforma_protestante) y el nacimiento de varias tradiciones dentro del cristianismo, tales como el luteranismo, el presbiterianismo y el anabaptismo.

Desde luego, las manifestaciones de la cultura en este período, no solo se dan en el Occidente; en la India, el Taj Mahal es un mausoleo al amor que significa «la corona del palacio» y fue construido en mármol principalmente, a partir de 1632 por el emperador Shah Jahan para su esposa, la emperatriz Aryumand Banu Began, a la que conocían también como Mumtaz-i Mahal, lo que significa «perla del palacio» o «elegida del palacio».

FIGURA 29. Imagen del Taj Mahal



NOTA: Taj Mahal. (sf).

https://www.tourinews.es/uploads/s1/12/88/54/taj-mahal_4_732x400.jpeg

6. Edad Contemporánea (1789 - hasta ahora)

La mayoría de los historiadores coinciden en señalar el año de 1789 como el año en que concluyó la Edad Moderna y comenzó la Edad Contemporánea. El tránsito de una a otra se significó por la existencia de tres grandes movimientos de muy recio impacto: la Revolución Industrial, la Revolución Francesa y la Independencia de los Estados Unidos de Norteamérica.

En esta época se consolidan los estados nacionales, la producción deja de ser en su mayoría para el consumo local y se orienta a una economía de amplio intercambio y los talleres con su trabajo manual ceden el lugar a fábricas equipadas con máquinas.

FIGURA 30. Línea del tiempo de la edad contemporánea



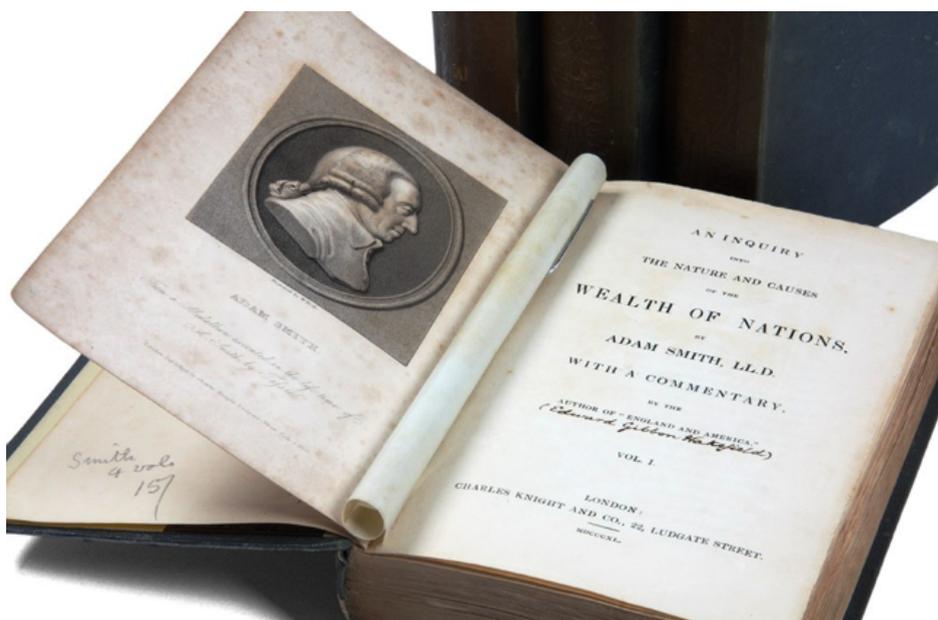
Recuperado de <http://coachingtrevol.blogspot.com/2018/05/blog-post.html>

y que la política gubernamental en relación con la actividad económica debería obedecer a la doctrina del *laissez faire*: permitir a los individuos (en este caso a los negocios) que actuaran como mejor les pareciera.

Estos ideales interesaron al economista escocés Adam Smith (1723-1790), quien publicó uno de los libros más importantes en la historia de la economía: *An Inquiry into the Nature and Causes of Wealth of Nations* (Investigaciones sobre la naturaleza y las causas de la riqueza de las naciones), este volumen es un argumento a favor de la libertad de las personas para dedicarse al comercio, la manufactura u otras actividades económicas sin control o intromisión innecesarios por parte del gobierno.

Todos estos planteamientos dan principio al capitalismo y encajaron perfectamente con las nociones norteamericanas de un nuevo tipo de gobierno basado en derechos individuales como «la vida, la libertad y la búsqueda de la felicidad». Para los ciudadanos de la joven nación, la libertad de actividad económica parecía ir de la mano con la libertad de culto, palabra y prensa.

FIGURA 32. Investigaciones sobre la naturaleza y las causas de la riqueza de las naciones



NOTA: An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations ...with a commentary by the author of «England and America». (sf).
<https://www.hordern.com/pages/books/4108044/wakefield-family-adam-wakefield-smith-edward-gibbon/an-inquiry-into-the-nature-and-causes-of-the-wealth-of-nations-with-a-commentary-by-the-author-of>

6.2. Revolución Francesa (1789-1799)

FIGURA 33. La libertad guiando al pueblo, pintura de Eugène Delacroix, 1830



NOTA: La Libertad guiando al pueblo. (2020).

https://es.wikipedia.org/wiki/La_Libertad_guiando_al_pueblo

Debido a la marcada división de clases que existía en la sociedad francesa y al descontento de los campesinos por su pésima situación laboral y económica, estos comienzan a formar rebeliones principalmente hacia los señores feudales exigiendo tierra y abolición total de los derechos feudales, lo que da inicio a la Revolución Francesa. En 1789 es aprobada la «Declaración de los derechos del hombre y del ciudadano» y en 1792 es abolida la monarquía dando lugar al nacimiento de la República.

La Declaración establecía la igualdad de todos los hombres ante la ley, afirmando que los hombres nacen libres e iguales en derechos. Según la Declaración, los derechos naturales del hombre son: la propiedad, la libertad, la seguridad y la resistencia a la opresión. Se consagraron las libertades de prensa, de opinión y de religión, un reparto más proporcional de los impuestos y la inviolabilidad de la propiedad, salvo expropiación por utilidad pública.

La obra de la Revolución en materia educativa dejó una profunda huella, al establecerse en 1791 en la Constitución el siguiente precepto: «se creará y

organizará una instrucción pública, común para todos los ciudadanos, gratuita en todas las enseñanzas indispensables para todos los hombres». Se introduce el sistema métrico decimal el cual facilita el comercio y las actividades industriales.

6.3. Las Revoluciones Industriales (1760-1840)

FIGURA 34. Mural de Diego Rivera en Detroit, 1932



NOTA: Carlos Marentes. (2010). Diego Rivera: Los murales industriales de Detroit. <https://carlos-marentes.com/2010/07/05/diego-rivera-los-murales-industriales-de-detroit/>

El concepto de «Revolución Industrial» fue acuñado en el marco de las ciencias históricas por Arnold Toynbee (1889-1975), para designar los enormes cambios experimentados por la sociedad occidental durante los siglos XVIII y XIX y que dieron origen a la actual forma de vida en los países con avanzado nivel de industrialización. Muchos historiadores de la economía consideran este proceso como el punto de inflexión más relevante en la historia de la humanidad. La vida individual y social se modificó radicalmente.

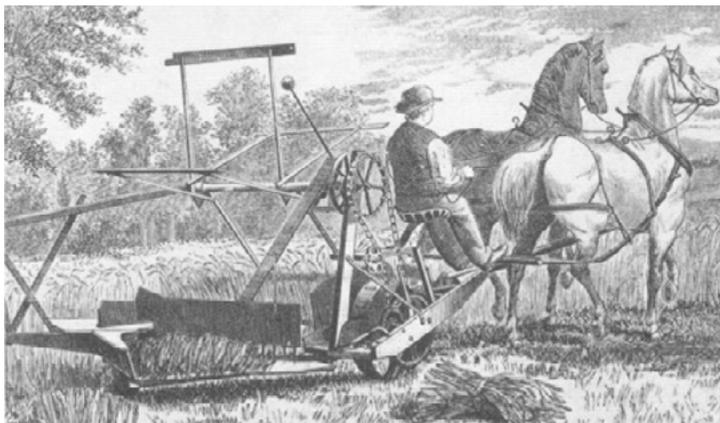
La producción que se llevó a cabo durante toda la edad media, hasta una buena parte del siglo XVIII, se realizaba en el hogar o en un taller artesanal en el cual participaban un maestro, varios oficiales y aprendices; los comerciantes eran quienes se encargaban de proveer de materias primas a los artesanos;

sin embargo, las necesidades fueron cambiando ya que los mercados fueron creciendo y con ello el requerimiento de una producción más rápida y ágil. Surgieron entonces las fábricas en donde se crearon las condiciones técnicas para el empleo de las máquinas y muchos trabajadores fueron desplazados, esto trajo como consecuencia el hecho de que muchos artesanos se vieron obligados a contratarse a cambio de un salario y tuvieron que adquirir bienes para poder sobrevivir, ya que no podían producir para consumo propio.

Así llega la Revolución Industrial, en los siglos XVIII y XIX, esta revolución fue una renovación socio-económica, la cual fue testigo de: la aplicación de maquinaria en el campo, la aplicación de maquinaria en la industria textil, la introducción de la máquina de vapor, y el triunfo del sistema de producción fabril.

Esta transición de la producción artesanal a la industria comienza a darse, a partir del siglo XVIII, sobre todo en Inglaterra, la cual encabezó la aceleración del desarrollo de la agricultura en el proceso llamado Revolución Agrícola.

FIGURA 35. Revolución Agrícola



NOTA: José Luis Trujillo Rodríguez. (2012). La revolución agrícola. Primera revolución industrial. <http://joseluitrujillorodriguez.blogspot.com/2012/11/la-revolucion-agricola-primer.html>

En 1733 es inventada la lanzadera por John Kay (1704-1780) y en 1764 la hiladora por James Hargreaves (1720-1778) y simultáneamente se pone en operación una máquina hiladora movida por fuerza hidráulica. Este hecho elevó considerablemente la producción; más tarde, con la máquina de vapor inventada por James Watt (1736-1819), aparece el barco de vapor que tuvo aplicación en transporte terrestre. George Stephenson (1781-1848) fue el responsable del

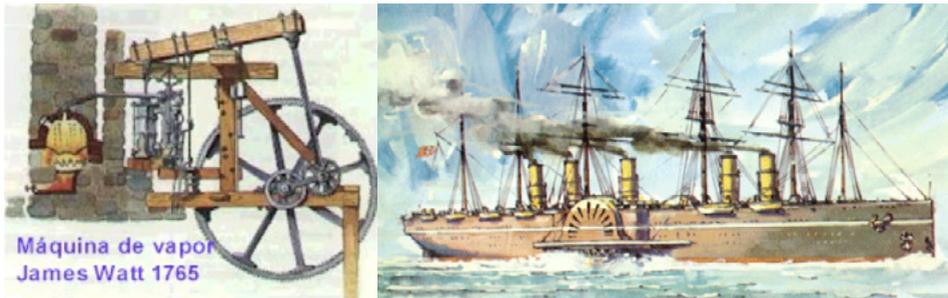
desarrollo de la locomotora y en menos de cien años (de 1760 a 1840 aproximadamente) se transforma profundamente el sistema de producción y distribución de mercancías, surge el proletariado como resultado de la industrialización y el capitalismo, el cual sufre del llamado liberalismo económico introducido por Adam Smith, ya que los empresarios fijaban los sueldos a su conveniencia y el gobierno no podía intervenir, dejando a los trabajadores en una situación económica precaria.

FIGURA 36. Lanzadera de Kay e Hiladora de Hargreaves



NOTA: Flying shuttle. (sf); <https://www.pinterest.es/pin/382313455860888171/>; James Hargreaves (2019). [Modelo de la spinning jenny en un museo de Wuppertal, Alemania]. https://es.wikipedia.org/wiki/James_Hargreaves

FIGURA 37. Máquina de Vapor de Watt y Barco de Vapor



NOTA: La revolución industrial (2016). <http://lahipotesisdea.blogspot.com/2016/03/la-revolucion-industrial.html>; Barco de vapor. (2009). <http://proapopa.blogspot.com/2009/07/barco-de-vapor.html>

Adam Smith en su obra *The Wealth of Nations* (1776) expone el clásico ejemplo de la división del trabajo en una factoría: en que los distintos operarios realizan

mínimas operaciones con el cable metálico del que deben elaborar un alfiler, resultando hasta 18 tareas distintas; un operario aislado, según Smith no podría llegar a los 20 diarios, pero la fábrica elaboraba 4,800 diarios. El incremento de productividad se deriva así más de la organización del trabajo, que de la habilidad individual.

El sistema productivo denominado «fábrica» cambia dramáticamente la forma en que el obrero puede ganarse la vida. El operario industrial se especializa en áreas de trabajo cada vez más restringidas, pero al mismo tiempo sufre un empobrecimiento de cualificación respecto al anterior artesano que debía realizar todo un producto, pues solo tiene que ejecutar tareas muy parciales.

6.4 Contribuciones de Frederick Winslow Taylor (1856-1915)



FIGURA 38.
Frederick Winslow Taylor

NOTA: Ruiza, M., Fernández, T. y Tamaro, E. (2004). Biografía de Frederick Winslow Taylor. https://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/taylor_frederick.htm

Uno de los pioneros en el campo de la psicología experimental aplicada a los problemas de la industria, fue Frederick Winslow Taylor. Siendo estudiante, Taylor jugó béisbol y descubrió que el método de tirar la pelota por debajo del hombro, de uso general entonces, era inefectivo y propuso lanzarla por encima del hombro. Cuando otros jugadores protestaron contra el nuevo estilo, argumentando que no estaba permitido por las reglas del juego, contestó que, en todo caso, las reglas deberían ser cambiadas, con el resultado de que el método de Taylor acabó por ser universal. Algunos años más tarde, Taylor llegó a ser ingeniero en jefe de la empresa Midvale Iron Works. En esta posición, observó de nuevo que el modo tradicional de hacer las cosas era a menudo deficiente y que costaba dinero. Razonó que en tanto se podía tener una idea clara de la cantidad de trabajo que podía esperarse de una máquina, no se poseía un conocimiento comparable de los límites de eficiencia de los trabajadores; planteó

que si fuese posible estimar cuánto trabajo podía producir un obrero capaz, en una operación dada, trabajando eficientemente, se tendría entonces un estándar muy útil, por medio del cual se podría estimar la eficiencia de otros empleados al ejecutar el mismo trabajo. A partir de esto se podría entonces incrementar la eficiencia y la producción de cada trabajador y la organización científica del trabajo permitiría lograrlo sin un incremento proporcional del gasto de energía. Con este objetivo, Taylor formuló tres principios básicos:

- 1) Seleccionar a los mejores hombres para el trabajo.
- 2) Instruirlos en los métodos más eficientes y los movimientos más económicos, que debían aplicar a su trabajo.
- 3) Conceder incentivos en forma de salarios más altos para los mejores trabajadores.

Estos postulados fueron puestos a prueba inicialmente en un famoso experimento efectuado por la Bethlehem Steel Company.

El primer ingeniero de eficiencia consiguió reducir de 500 a 140 el número de operarios necesarios para cargar furgones, con una elevación de un 60% en los salarios diarios, y un ahorro para la empresa de unos 75000 dólares anuales.

Las investigaciones de Taylor y de su sucesor Frank B. Gilbreth (1868-1924) sirvieron de base a lo que se conoce actualmente como estudios de tiempo y de movimiento.

El Enfoque de Administración Científica del Trabajo, cuyo máximo representante fue Frederick Winslow Taylor se aplicó y dio resultados muy sonados en la fabricación del modelo T de Henry Ford (1863-1947).

FIGURA 39. Henry Ford y su modelo T

NOTA: Ce n'est pas l'employeur qui paie les salaires, mais le client. (2017). <http://financedemarche.fr/citations/ce-nest-pas-l'employeur-qui-paie-les-salaires-mais-le-client>



El modelo T se presentó el 1º de octubre de 1908. Incorporaba un motor de 20 CV, un motor de cuatro cilindros, alcanzaba una velocidad máxima de 45 millas por hora (72.4 Km/h), recorría de 13 a 21 Km por galón de gasolina (entre 3.4 y 5.5 Km/litro) y pesaba 1,200 libras (casi 545 kg). Fue el noveno de los coches de fabricación en serie de Henry Ford. Se construyeron y vendieron más de 15 millones de Modelos T.

El comienzo de la fabricación en serie en la cadena de montaje, ideada por Henry Ford, llevó a la reducción del precio de los coches y a establecer salarios de 5 dólares al día, en un momento en que el trabajador medio americano ganaba menos de esa cantidad en una semana, favoreciendo así el crecimiento de la clase media en América.

El coche salió al mercado al precio de 850 dólares. El Modelo T se vendería más tarde por tan solo 260 dólares, sin extras, gracias a la reducción de costos y al consiguiente beneficio para los clientes. «Lizzie» fue el más popular de los numerosos apodos con que se conoció al Modelo T. En 1914, Ford, junto con 13,000 trabajadores, fabricó alrededor de 300000 coches, mientras que las 299 compañías de la competencia, con 66350 trabajadores, fabricaron alrededor de 280000 vehículos.

7. Evolución del Enfoque de Calidad a partir de 1920

FIGURA 40. Edificio de los Laboratorios Bell en 1920

NOTA: Laboratorios Bell. (2013). https://lh3.googleusercontent.com/kAVDwU02uz4l8Jsme2u_bHNE4svXofStriq527027TXJRF5LWzX1Of2pVl000zFHasyP-A=s85



La producción de artículos manufacturados a gran escala, la pérdida por retrabajos y desechos y la competencia motivaron que los centros de investigación de Estados Unidos empezaran su labor en este campo. El cambio más importante, y con el que surge prácticamente el control de calidad moderno, fue el llevado a cabo entre 1920 y 1940 por la Bell System y la Western Electric (su brazo de fabricación) al instituir un departamento de ingeniería de inspección, encargado de enfrentar los problemas resultantes por la producción de artículos defectuosos y la falta de coordinación interdepartamental. Entre los miembros del staff de este departamento estaban los doctores George D. Edwards (1890-1974), Walter A. Shewhart (1891-1967), Harold F. Dodge (1893-1976) y poco después se les incorporó el Dr. Joseph M. Juran (1904-2008). Por aquel entonces los trabajos de este grupo tuvieron poca repercusión sobre la industria.

7.1. Contribuciones de Walter Andrew Shewhart (1891-1967)



FIGURA 41. Walter Andrew Shewhart

NOTA: ¿Quién es Walter Andrew Shewhart? (2016). <http://control2016calidad.blogspot.com/2016/09/quien-es-walter-andrew-shewhart.html>

En 1924, Walter A. Shewhart introduce el concepto de control estadístico de calidad de procesos y poco más tarde, en la década de 1930/40, comienza ya la aplicación de este concepto en la industria con el uso de las gráficas de control creadas por él mismo. Otro de los logros más notables del Dr. Shewhart fue su famoso Ciclo de Mejoramiento PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), el cual establece una metodología para resolver los problemas de calidad de una empresa y conduce al mejoramiento continuo que posteriormente fue conocido como Ciclo PHVA de Deming, debido a que este último fue quien lo difundió en Japón.

Los resultados de sus investigaciones los plasmó en su célebre libro *Economic control of quality of manufactured product*. Editorial D. Van Nostrand Company. 1931.

7.2. Contribuciones de George Elton Mayo (1880-1949)

El fracaso de ciertos experimentos efectuados en la fábrica Hawthorne de la General Electric Company, en Chicago, entre 1924 y 1927, en donde se suponía que el trabajador debía ser estudiado como una unidad aislada, semejante a una máquina cuya eficiencia podía medirse científicamente; y que los principales factores que afectaban su eficiencia eran los movimientos inútiles o ineficaces al hacer el trabajo; la fatiga; y, por último, los inconvenientes del medio físico, tales como la falta de luz, la calefacción inadecuada, el exceso de humedad, etcétera,

dio como origen a una corriente de pensamiento conocida como Psicología Industrial.

Lo que las investigaciones en Hawthorne demostraron es que existe «algo mucho más importante que los horarios, los salarios, o las condiciones físicas de trabajo, algo que incrementaba la producción sin importar los cambios en las condiciones físicas» (D. C. Form y W. H. Miller, *Industrial Sociology*, 1951).

El hombre responsable de los experimentos en Hawthorne fue George Elton Mayo, profesor de investigaciones industriales en la Escuela de Negocios para Graduados de Harvard. Mayo nació en Adelaida Australia y estudió psicología en la universidad de su ciudad natal. Llegó a los Estados Unidos como becario de la Fundación Rockefeller y en 1926 fue nombrado jefe del Departamento de Investigaciones Industriales de Harvard, posición que conservó hasta su retiro en 1947.

FIGURA 42.
George Elton Mayo

NOTA: Iñaki Vélaz. (2012). Elton Mayo y los orígenes de la Escuela de Relaciones Humanas. <https://s3a2.me/2012/05/14/elton-mayo-y-los-origenes-de-la-escuela-de-relaciones-humanas/>



Los profesores Miller y Form en su obra *Industrial Sociology*, de 1951, resumen las conclusiones que provienen de las investigaciones del Dr. Mayo en los siguientes puntos:

1. El trabajo es una actividad de grupo.
2. El mundo social del adulto está organizado principalmente por el trabajo.
3. La necesidad de reconocimiento, seguridad y conciencia de pertenecer a un grupo es más importante para determinar el estado y la productividad de los obreros que las condiciones físicas de trabajo.
4. Las quejas no son necesariamente descripciones objetivas de hechos; a menudo son síntomas de trastornos relacionados con la condición de los individuos.

5. El trabajador es una persona cuya efectividad y actitudes están condicionadas por las demandas sociales del interior y del exterior de la fábrica.
6. Los grupos informales dentro de la fábrica tienen gran influencia social sobre los hábitos de trabajo y las actitudes del operario individual.
7. El paso de una sociedad establecida a una adaptativa (del viejo tipo de vida comunal a la sociedad atomizada de individuos aislados; de la sociedad eotécnica a la paleotécnica) tiende continuamente a alterar la organización social de la fábrica y de la industria en general.
8. La colaboración en los grupos no se produce por accidente; debe planearse y desarrollarse.

En la actualidad resulta claro que el factor más importante que determina la producción es la actitud emocional del operario hacia su trabajo y sus compañeros. «Ningún grupo puede actuar con eficiencia si falta la confianza; ningún grupo puede actuar con confianza si no se halla ligado por opiniones, afectos e intereses comunes». Cada miembro de la sociedad, sin importar lo bajo de su nivel, debe sentir en todo momento que tiene una condición o posición bien definida en su comunidad y que desempeña una función que, aunque en forma ligera, precisa los fines que dan razón de ser a dicha sociedad. Ninguna sociedad puede sobrevivir, a menos que proporcione a sus miembros un sentido de participación en la vida común.

Inglaterra, cuna de la estadística moderna, también desarrolla el control de calidad muy pronto y adopta, ya en 1935, las normas británicas 600 basadas en el trabajo estadístico de K. Pearson (1857-1936). Más tarde se adoptaron la totalidad de las normas Z-1 norteamericanas como normas británicas 1008. Durante la guerra, Inglaterra también formuló y aplicó otras normas. Muchos de los métodos estadísticos investigados y empleados por las potencias aliadas resultaron tan eficaces, que estuvieron clasificados como secretos militares hasta la derrota de la Alemania nazi.



FIGURA 43. Logo

NOTA: American Society for Quality. (2019). https://en.wikipedia.org/wiki/American_Society_for_Quality

En 1946 se crea la American Society for Quality Control (actualmente ASQ), cuyo primer presidente fue George D. Edwards (1890-1974); en esa época la falta de competencia provoca, en Estados Unidos, el detenimiento casi total del progreso del concepto de calidad aplicado a las empresas.

7.3. Contribuciones de William Edwards Deming (1900-1993)

FIGURA 44. William Edwards Deming

NOTA: <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-calidad-grupal>



El Dr. William Edwards Deming, quien hizo su maestría en Física y Matemáticas en la Escuela de Minas del Colorado y su doctorado en Física en Yale, conoció al Dr. Shewhart en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y de él aprendió los fundamentos de la disciplina de calidad. Deming logró hacerse de amistades en Japón y, por la labor que desempeñaba, contactó a la JUSE y a través de ellos empezó a impartir una serie de seminarios, en los que abordaba principalmente tres puntos:

- 1) Cómo mejorar la calidad mediante el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).
- 2) La importancia de captar la dispersión en las estadísticas.
- 3) El control de procesos mediante el empleo de gráficas de control y cómo implantar dicho control.

Deming resume su enfoque en una serie de 14 principios:

1. Instituir en la empresa el propósito sólido y permanente de mejorar la calidad de productos y servicios.

2. Adoptar una nueva idea, contraria al convencimiento de que los errores y los productos defectuosos son normales en la producción.
3. Eliminar la dependencia de la inspección masiva.
4. Poner fin a la práctica de operar sobre la base de precios.
5. Mejorar constantemente los métodos y el nivel de los servicios.
6. Implantar la formación en el trabajo. El entrenamiento debe ser replanteado con base en estándares de calidad, y no de cantidad.
7. Instituir métodos modernos de supervisión.
8. Romper el miedo.
9. Romper las barreras entre áreas.
10. Eliminar «slogans», exhortaciones y metas exclusivamente cuantitativas para la fuerza de trabajo. El fijar metas sin atender a la forma de alcanzarlas, tiene un efecto más negativo que positivo.
11. Eliminar estándares y cuotas de trabajo sobre cantidad. Los estándares solo toman en cuenta la cantidad y no la calidad, asegurando una producción en defectos y desperdicios que nunca se reducen.
12. Remover las barreras puestas al orgullo y la satisfacción del trabajador.
13. Instituir un vigoroso programa de entrenamiento en control estadístico.
14. Crear la estructura que fomente la aplicación cíclica de los 13 puntos anteriores.

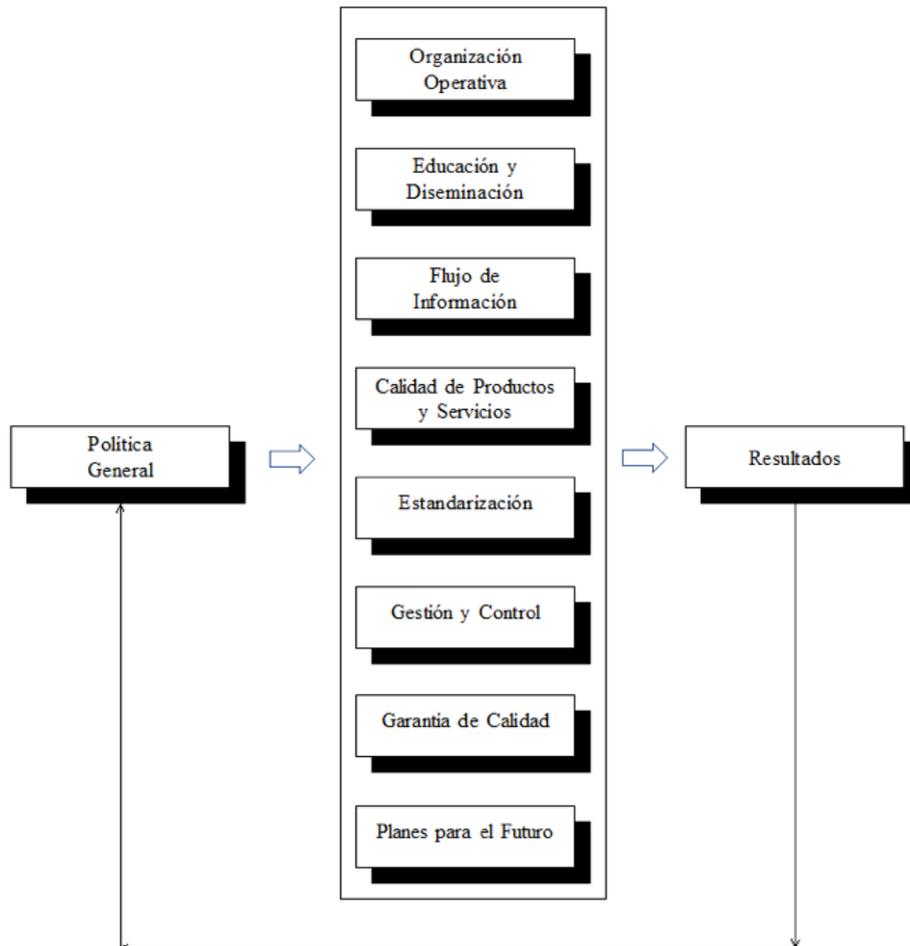
En 1945 se crea la Asociación Japonesa de Normas, seguida del Comité de Normas Industriales Japonesas en 1946. La ley de Normalización Industrial se promulga en 1949 y la ley de Normas Agrícolas Japonesas (NAJ) en 1950. Al mismo tiempo, se instituye el sistema de la marca NIJ con base en la Ley de Normalización Industrial Japonesa.

7.4. Premio Deming de Japón (Premio Nacional de Calidad de Japón, 1951)

El premio Deming fue instituido en 1951 por la Junta Directiva del JUSE como agradecimiento y reconocimiento a la amistad del Dr. Deming y a sus logros en pro de la causa del control de calidad industrial. El esquema y las categorías del Premio Deming se muestran en la figura 45.

Las enseñanzas del Dr. Shewhart y del Dr. Deming fueron asimiladas rápidamente por el Dr. Kaoru Ishikawa (1915-1988) de la Universidad de Tokio, el cual fue un activo impulsor del desarrollo de la calidad en el Japón.

FIGURA 45. Esquema y categorías del Premio Deming de Japón



7.5. Contribuciones de Kaoru Ishikawa (1915-1989)

FIGURA 46. Kaoru Ishikawa

NOTA: Daniel Planas Cortés. (2016).
Diagrama Ishikawa.
<http://automationrevolution.blogspot.com/2016/06/diagramaishikawa.html>



El Dr. Kaoru Ishikawa se graduó en la Universidad de Tokio en 1939 en química aplicada. En 1948 fue profesor de ingeniería en dicha universidad, donde inició estudios sobre métodos estadísticos. Desde 1949 fue miembro de la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (JUSE) y desde entonces participó en la promoción del control de calidad. Su principal contribución se puede contemplar en el desarrollo de una estrategia de calidad netamente japonesa, que abarca no solo el involucramiento amplio desde los niveles bajos hasta los directivos, sino también el inicio y fin del ciclo de vida del producto.

El Dr. Ishikawa impulsó el desarrollo de una cultura de calidad en el Japón; los medios empleados fueron la edición de revistas y boletines, formación de comités, involucramiento de asociaciones, conferencias, círculos de calidad e integración de métodos estadísticos en los programas de ingeniería de las universidades japonesas. De manera conjunta con la JUSE se le atribuye la creación de los círculos de calidad, considerados como una de las contribuciones más importantes para el auge de Japón en el control de calidad. Su logro más sobresaliente es el diagrama causa-efecto utilizado para ilustrar gráficamente las posibles causas de problemas, también conocido como diagrama de Ishikawa. Otra de sus aportaciones fue la difusión y aplicación de las siete herramientas estadísticas básicas, utilizadas en todos los niveles de la empresa.

El enfoque de control de calidad a lo ancho de la empresa (CWQC), diseñado por Ishikawa, busca el apoyo total de la administración y principalmente de los niveles directivos. Como miembro del comité evaluador para el premio Deming, Ishikawa desarrolló un sistema de auditoría riguroso que determina qué compañías califican para el premio. La auditoría incluye la participación de los altos ejecutivos de las empresas concursantes. Ishikawa tuvo un papel sobresaliente en el sistema de control de calidad para el desarrollo de nuevos productos, con lo que nació el concepto de aseguramiento de la calidad.

La calidad de productos industriales la designa como «calidad dura» y la de industrias de servicio, «calidad blanda». El control lo entiende como el proceso de comprobar si el trabajo se está haciendo de acuerdo con las políticas, órdenes, planes y normas, y si no es así, adoptar acciones correctivas. El control de calidad lo establece como la manera de alcanzar eficientemente el desarrollo, diseño, producción, comercialización y prestación del servicio de productos y servicios con una eficacia de costo y utilidad óptimas que los clientes comprarán con satisfacción. En este sentido explica que para llevar a cabo el control total de calidad se establece que:

- » Todos los departamentos deben participar encabezados por sus jefes.
- » Todos los empleados deben estar implicados.
- » El control de calidad se debe poner en práctica en conjunto, la calidad debe ir delante, pero al mismo tiempo los costos, la entrega y la seguridad.

El Dr. Ishikawa hace referencia a la importancia del axioma de que el control de calidad total consiste en hacer lo que se debe de hacer, dicho axioma actúa lentamente y mejorará gradualmente la constitución de una empresa si se efectúa durante un periodo largo de tiempo.

Los medios que él establece para garantizar la calidad son:

- a) inspección;
- b) control del proceso;
- c) control del desarrollo de nuevos productos.

Asimismo, menciona que las tareas del control de calidad son:

- a) Planear: determinar las metas y objetivos y los métodos para alcanzarlas;
- b) Hacer: dar educación y capacitación y realizar el trabajo;
- c) Verificar los efectos de la realización;
- d) Actuar: emprender la acción apropiada.

También, establece cuatro aspectos importantes de la calidad:

- a) C (Calidad): características de calidad en su sentido estricto, pureza, resistencia, dimensiones, aspecto, etcétera;
- b) C (Costo): características relacionadas con el costo, precio, control de costos y control de beneficios;
- c) E (Entrega): características relacionadas con las cantidades y los tiempos de espera, volumen de producción, de ventas, pérdidas por cambio, inventarios, etcétera;
- d) S (Servicio): problemas que surgen después de haber expedido los productos, características de seguridad y ambientales, fiabilidad de los productos, periodo de compensación, etcétera.

El Dr. Ishikawa hace hincapié en el manejo estadístico de datos y recomienda el uso de las siete herramientas básicas de calidad.

Pone énfasis en la capacitación y educación del personal, desde el presidente de la empresa hasta los operarios de la línea de producción, ventas y empleados de tiempo parcial: «el control de calidad empieza y termina con la capacitación».

Los compromisos de la alta dirección, según este autor son:

- a) Establecer políticas en materia de control de calidad, reunir información respecto de la calidad, fijarse la prioridad de calidad como política y determinar las metas a largo plazo;
- b) Asumir el liderazgo en calidad e impartir educación en combinación con los planes a largo plazo;
- c) Verificar el cumplimiento de programas, remarcar la responsabilidad sobre garantía de calidad, establecer su propio sistema de gerencia interfuncional y tomar la iniciativa.

Sobre círculos de calidad opina que son grupos pequeños de trabajo que desarrollan actividades de control de calidad voluntariamente dentro del mismo taller, llevan a cabo el autodesarrollo y desarrollo, control y mejoramiento con la participación de todos los miembros. Los objetivos de los círculos de calidad, según Ishikawa, son: contribuir a la mejora y desarrollo de la cultura corporativa; crear lugares de trabajo agradables que hagan que la vida sea más valiosa y donde se respete al ser humano; ejercitar las capacidades de las personas y sacar a la luz su potencial ilimitado.

Según Kaoru Ishikawa, en su célebre libro «What is total quality control, the japanese way», de 1985, existen diferencias entre las actividades del control de calidad japonés y el de EUA y Europa occidental, remarcando las siguientes observaciones:

1. El profesionalismo en Estados Unidos, el cual provoca una visión limitada. La gente tiene capacidades muy grandes y el profesionalismo no suele reconocerlas. En Japón, el personal va ascendiendo en la medida que se va rotando en todos los puestos, por lo cual, cuando llega a gerente tiene una visión integral de su trabajo.
2. Japón es una sociedad vertical pero débil horizontalmente. Si una división de mercado desea emprender sus propias actividades de control de calidad, la manera de hacerlo no consiste en mandarle especialistas, solo tendrá éxito si el jefe de la división está dispuesto a estudiarlo y aplicarlo.

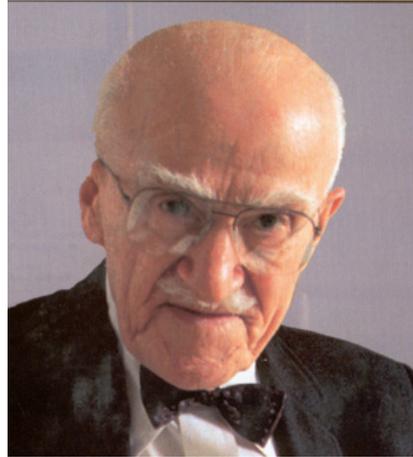
3. Los sindicatos laborales. En occidente los sindicatos laborales tienen una organización funcional (existen empresas con demasiados sindicatos), en cambio, en Japón la mayoría de los sindicatos abarcan toda la empresa.
4. El método Taylor y el ausentismo. Deficiencias:
 - a. No reconoce las capacidades ocultas de los empleados.
 - b. Hace caso omiso del factor humano y los trata como máquinas.
 - c. Los empleados demuestran escaso interés por su trabajo.
 - d. Trabajan para vivir por obligación, y el ausentismo es desenfrenado.
 - e. No es posible esperar productos confiables y de buena calidad.
5. Elitismo y diferencia de clases en Occidente:
 - » Discriminación y diferencia en los graduados de ciertas universidades.
 - » En Francia los jefes de sección y división constituyen una raza diferente de los supervisores.
 - » Los ingenieros de la Universidad de Yakarta pretendían sin ninguna experiencia convertirse en gerentes inmediatamente y no ensuciarse las manos.
6. El sistema de pagos en EUA se basa en los méritos sin tener en cuenta la edad. El dinero satisface condiciones mínimas para sobrevivir, provoca una búsqueda perenne de riqueza y proporciona satisfacción material; sin embargo, el dinero no cubre la satisfacción de un trabajo bien hecho, ni la felicidad que viene de cooperar con otros y recibir su reconocimiento, ni tampoco el gozo de la superación personal.
7. El índice de rotación de empleados, los despidos y el empleo vitalicio. En Occidente el índice de cambio o rotación de empleados es muy alto, en Japón la contratación es familiar y vitalicia (empresas grandes y bien manejadas).
8. Diferencias de escritura. El KANJI es geroglífico e ideográfico y por lo tanto es muy difícil memorizar todos los caracteres, por tal razón tienen que esforzarse más y demostrar un gran interés por la educación.
9. Naciones homogéneas, multirraciales y trabajadores extranjeros. Japón es una nación que tiene una sola raza y un solo idioma.

10. La educación. A finales del período Tokugawa (1603-1867) se enseñaban las tres materias básicas: escritura, lectura y aritmética y se predicaba el amor por la educación. Por la sobrepoblación de Japón, los exámenes de admisión a las universidades exigen un nivel muy alto de conocimientos. Por otra parte, las personas que ingresan en el mercado laboral saben leer y escribir y tienen buenas aptitudes matemáticas.
11. La religión: Confucianismo. a) Mencius: el hombre es bueno por naturaleza; b) Hsuntzu: el hombre es malo por naturaleza. Según Ishikawa, en el Cristianismo el hombre es malo por naturaleza. Con este enfoque no se puede confiar en la gente. Por ejemplo: en EUA 15% de los obreros son inspectores, en Japón solo un 1%.
12. Relaciones con los subcontratistas. Las empresas de los países occidentales pretenden producir todas las piezas que componen un producto en la propia fábrica, ya que desconfían del proveedor. Como dicha producción es pequeña no le permite a la empresa mantener bien capacitado al personal ni operar eficientemente. En cambio, en Japón las empresas grandes colaboran conjuntamente con sus proveedores.
13. Democratización del capital. En Japón, los dueños manejan su empresa, lo cual no sucede en Occidente; los dueños contratan al gerente de la empresa y esperan que logre utilidades a corto plazo; el efecto sobre el gerente es hacerlo demasiado sensible a las utilidades presentes olvidándose de la perspectiva a largo plazo.
14. El papel del gobierno. El gobierno debe brindar estímulo al sector privado pero nunca controlarlo. Los burócratas del mundo entero viven enamorados del control. Desde 1960 Japón entró en la era de la liberalización comercial.

7.6. Contribuciones de Joseph Moses Juran (1904-2008)

FIGURA 47. Joseph Moses Juran

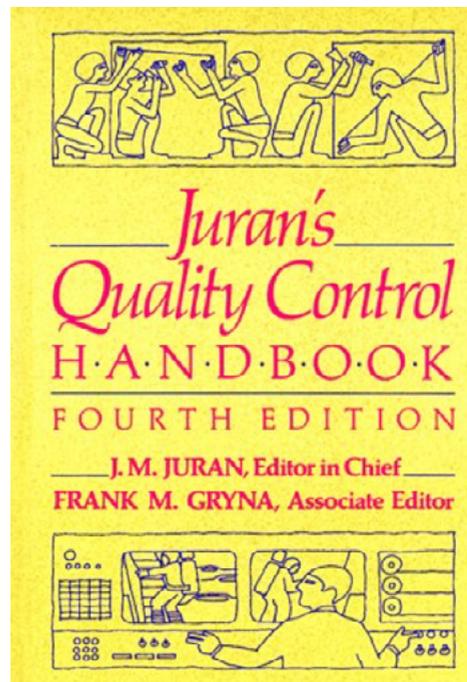
NOTA: Jim Destefani. (2005). Masters of Manufacturing: Joseph M. Juran <https://advancedmanufacturing.org/masters-manufacturing-joseph-m-juran/>



Uno de los impulsores más fuertes del concepto de calidad aplicado a las empresas fue el Dr. Joseph Moses Juran. Autor de numerosos libros sobre calidad y administración y editor en jefe de uno de los libros más famosos que existen sobre este tema: Quality Control Handbook, 1951.

FIGURA 48. Quality Control Handbook

NOTA: Quality Control Handbook. (2010). <https://www.amazon.in/Quality-Control-Handbook-J-Juran/dp/0070331766>



Algunos de los conceptos básicos que define Juran en el libro *Quality Control Handbook*, 1951, del cual es editor en jefe, son los siguientes:

1. Un *defecto* es cualquier estado de no adecuación para el uso, o de no conformidad con las especificaciones.
2. Un *problema* es una tarea potencial, resultante de la existencia de defectos.
3. Un *proyecto* es un problema seleccionado para su solución a través de un enfoque organizado de diagnóstico y acción correctiva.
4. Un *síntoma* es un fenómeno observable, el cual aparece y acompaña a un defecto.
5. Una *teoría* es una afirmación no probada como razón para la existencia de defectos y síntomas.
6. Una *causa* es una razón probada para la existencia de un defecto.
7. Una *causa dominante* es aquella que contribuye mayormente a la existencia de defectos y que debe ser corregida antes de que pueda obtenerse una solución satisfactoria.
8. *Diagnóstico* es el proceso de estudiar los síntomas, recopilar y analizar datos, conducir experimentos para probar teorías y establecer relaciones entre causas y efectos.
9. Una *acción correctiva* es un cambio que puede exitosamente eliminar o neutralizar una causa de defectos.

Según Juran existen dos clases de calidad: adecuación al uso y conformidad con las especificaciones; un producto puede cumplir las especificaciones y no ser adecuado para el uso.

Para Juran el término ‘adecuación para el uso’ significa, en este caso el mecanismo a través del cual el producto y/o servicio sirve exitosamente a los propósitos del usuario, durante su uso.

Otro concepto que se aplica en este caso es el que se deriva de la palabra griega «*ophelimos*», el cual significa literalmente ‘poder para dar satisfacción’.

Según Juran, cualquier rasgo (propiedad, atributo, parámetro, etcétera) de los productos, materiales o procesos, que sea necesario para alcanzar la adecuación al uso, es una característica de calidad. Estas características las clasifica en las siguientes categorías:

- » Tecnológicas: dureza, inductancia, acidez, etcétera.
- » Psicológicas: sabor, belleza, status, etcétera.
- » Orientadas al tiempo: disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad, etcétera.

- » Contractuales: requisitos de garantía.
- » Éticas: cortesía del personal de ventas, honestidad, prontitud, competencia, etcétera.

Los principales parámetros de adecuación para el uso, según Juran, son:

- A. Calidad de Diseño; la cual puede ser considerada como un término técnico, compuesto de tres pasos separados en una progresión común de actividades:
 1. Calidad en la Investigación de Mercado: identificación de que constituye adecuación para el uso desde el punto de vista del usuario.
 2. Calidad del Concepto de Producto: elección de un concepto de producto y/o servicio que responda a las necesidades identificadas del usuario.
 3. Calidad de Especificación: Traducción del concepto de producto y/o servicio en un conjunto detallado de especificaciones, las cuales, al ser completamente ejecutadas, cubren las necesidades de los usuarios.
- B. Calidad de Conformidad; también conocida como calidad de manufactura o calidad del producto; es el proceso a través del cual se asegura que el producto se realice conforme a las especificaciones pertinentes o adecuadas.
- C. Habilidades del producto y/o servicio; algunos factores orientados al tiempo son muy importantes (principalmente para aquellos que tienen un tiempo medio de vida largo): disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.
 1. Disponibilidad: Se dice que un producto está disponible cuando está en estado operativo; el tiempo total en estado operativo se obtiene de la suma del tiempo en uso activo más el tiempo en que el producto está en espera de ser usado; el tiempo total en estado no operativo es la suma del tiempo en reparación más el tiempo en espera de conseguir las refacciones. La disponibilidad se define como un cociente:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\{\text{tiempo en estado operativo}\}}{\{\text{tiempo en estado operativo} + \text{tiempo en estado no operativo}\}}$$

De otra forma:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\{\text{tiempo medio entre fallas}\}}{\{\text{tiempo medio entre fallas} + \text{tiempo medio de reparación}\}}$$

2. **Confiabilidad:** es la probabilidad (grado de certeza o certidumbre) de que un producto y/o servicio realice sin fallas, una función determinada bajo condiciones dadas por un período específico de tiempo. La confiabilidad inherente al diseño se conoce como confiabilidad intrínseca; por otro lado, a la confiabilidad alcanzada por el proceso de manufactura se le denomina confiabilidad en operación.
3. **Mantenibilidad:** El mantenimiento de un producto y/o servicio toma lugar de dos formas diferentes:
 - » Preventivo o programado, el cual consiste en pruebas y verificaciones para detectar fallas potenciales, servicio programado y reemplazo planeado de partes gastadas.
 - » Mantenimiento correctivo o no programado, el cual consiste en restablecer el servicio al momento de ocurrir la falla.

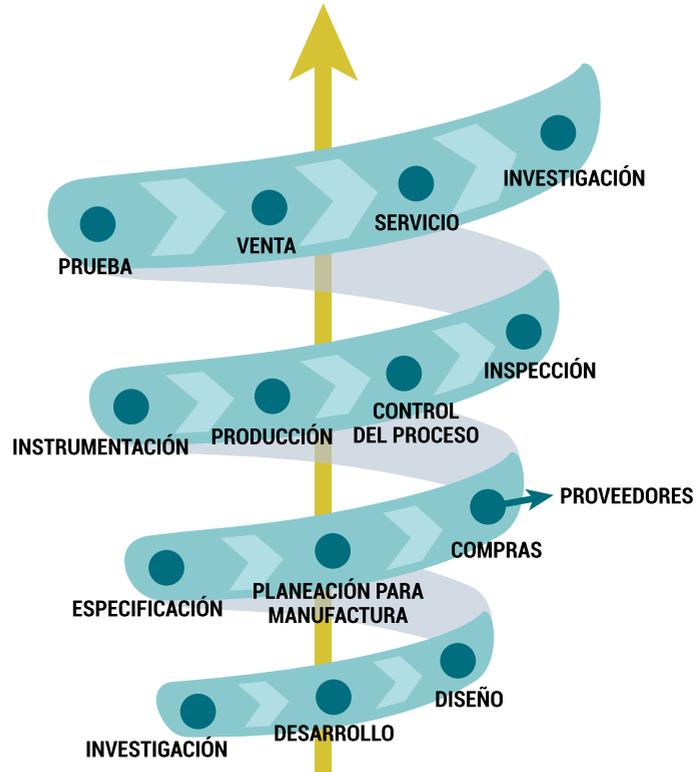
El término mantenibilidad ha sido adoptado como una expresión de la facilidad con que el mantenimiento puede ser realizado. Las medidas de mantenibilidad actualmente en uso incluyen: tiempo medio de reparación; probabilidad de restablecer el servicio en el periodo de tiempo especificado y tiempo medio para efectuar el mantenimiento preventivo (este tiempo a menudo está dividido en tiempo de inspección y tiempo de servicio).

La efectividad del mantenimiento está intensamente influida por la tecnología de soporte, por el diseño para fácil acceso y para el reemplazo modular, por instrumentos especiales para hacer diagnósticos de causas de fallas, por herramientas especiales de reparación y por información técnica acerca del producto y su uso.

- D. **Soporte Técnico;** también conocido como servicio al cliente, servicio posterior a la venta o servicio de campo. La habilidad del usuario para asegurar la continuidad en el servicio depende fuertemente de establecer negociaciones con empresas proveedoras que garanticen:
1. Reclutar y entrenar una fuerza de servicio competente para diagnosticar y corregir fallas.
 2. Disponer de refacciones cuando se requieran.
 3. Conducir las negociaciones con el cliente con cortesía e integridad.
 4. Proveer respuesta inmediata a llamadas de servicio.

Uno de los conceptos más importantes de Juran es el denominado ‘Función de Calidad’, también conocido como espiral de la calidad, la cual define como la colección completa de actividades a través de las cuales se alcanza la adecuación para el uso, no importando dónde son realizadas estas actividades. En la figura adjunta se muestra dicha espiral.

FIGURA 49.
Espiral de Calidad
de Juran



Para Juran la administración de la calidad consiste de tres procesos básicos:

- Planeación de la calidad;
- Control de la calidad;
- Mejora de la calidad.

El término planeación de la calidad, según Juran, se refiere al proceso de preparación para alcanzar las políticas de calidad, las cuales se definen como el conjunto de principios, credos, creencias, etcétera, que son definidas a partir de una base filosófica y que sirven para guiar en términos generales la conducta gerencial de una empresa.

El modelo para planeación de proyectos consiste en una secuencia universal de actividades, listadas a continuación:

1. Dividir la política general de calidad de la compañía en una serie de políticas de calidad de cada área.
2. Definir los logros a alcanzar.
3. Asignar responsabilidades para alcanzar estos logros.
4. Establecer metas y su programación.
5. Describir métodos y procedimientos.
6. Proveer de instalaciones, instrumentos, equipo y espacio.
7. Seleccionar y entrenar al personal.
8. Proveer de instrumentos para medir y registrar resultados de control.
9. Proveer los recursos para establecer auditorías.

El control, según Juran, es el proceso a través del cual se establecen y se cumplen estándares. Control de Calidad es el proceso regulatorio a través del cual se mide el desempeño actual en calidad, después se compara con estándares y se actúa sobre la diferencia. Este proceso consiste de una serie universal de pasos, que se listan a continuación:

1. Elegir el sujeto a controlar, es decir seleccionar qué será regulado.
2. Elegir una unidad de medida.
3. Fijar un valor estándar, especificando la característica de calidad.
4. Crear un dispositivo sensible que pueda medir la característica en términos de la unidad de medida.
5. Conducir mediciones actuales.
6. Interpretar la diferencia entre la medición actual y el estándar.
7. Tomar decisiones y actuar sobre la diferencia.

Para Juran existen dos tipos de problemas:

- a. Problemas Esporádicos («troubleshooting»); los cuales representan variaciones significativas con respecto al estándar y demandan que el personal responsable de su control ponga atención en las señales de alarma y establezca los siguientes pasos para regresar al status quo: 1) detectar qué cambios en el proceso crearon los síntomas responsables de la señal de alarma; y, 2) remover las causas de los cambios; la secuencia de pasos para restablecer el status quo se conoce como «troubleshooting» o «firefighting».

- b. Problemas Crónicos («breakthrough»); en cualquier sistema de control, el nivel estándar de desempeño es también la meta. Un mejoramiento es llamado «breakthrough» si cumple dos criterios esenciales: 1) si el nuevo nivel de desempeño nunca ha sido previamente obtenido, se fija un nuevo record; 2) el cambio es el resultado de la determinación humana para fijar un nuevo record, no es producto de la suerte.

El análisis de la anatomía de los «breakthrough» alcanzados, siguiendo a Juran, revela que existe una secuencia universal de pasos:

1. Probar que el mejoramiento es necesario y crear una actitud que sea favorable para emprender un programa que logre dicho mejoramiento.
2. Identificar los proyectos «pocos vitales» que justifican el esfuerzo para mejorar.
3. Organizar y asegurar el nuevo conocimiento necesario para tomar acciones efectivas de mejoramiento, a través de proveer los medios para a) guiar y coordinar el trabajo de los proyectos; b) conducir estudios detallados y análisis.
4. Conducir el análisis y diagnóstico.
5. Lidiar con la resistencia cultural a los cambios tecnológicos indicados.
6. Empezar acciones para instituir el mejoramiento.
7. Instituir los controles necesarios para mantener el nuevo nivel de desempeño.

Juran también fue el creador del *Diagrama de Pareto*, el cual se utiliza para ordenar los problemas o defectos de acuerdo con su impacto en los costos o su frecuencia. Este diagrama parte de la Ley de Pareto de la Distribución del Ingreso, la cual fue la principal contribución formulada por el economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), quién argumentó que en todos los países y en todos los tiempos, la distribución del ingreso y la riqueza, siguen un modelo logarítmico regular que puede ser modelado por la siguiente fórmula: $\log N = \log A + m \log x$. Donde N es el número de personas quienes reciben percepciones más altas que x, A y m son constantes.

7.7. Contribuciones de Peter Ferdinand Drucker (1909-2005)

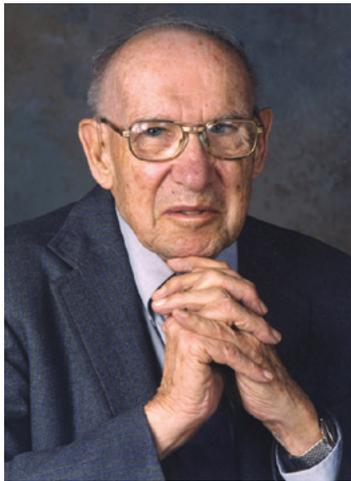


FIGURA 50. Peter Ferdinand Drucker

NOTA: Alberto Rubín Martín. (sf). Las 53 Mejores Frases de Peter Drucker. <https://www.lifeder.com/frases-de-peter-drucker/>

Peter Ferdinand Drucker, 1909-2005, nació en Viena en 1909, emigró a los Estados Unidos de América en 1938 después de que Austria se unió con la Alemania Nazi. En la década de 1930 Drucker trabajó como periodista y economista en Europa antes de establecerse en EUA, fue profesor de Política y de Filosofía en la Universidad de Bennington, profesor de Administración en la Escuela Superior de Administración de Empresas de la Universidad de Nueva York y profesor de Ciencias Sociales en la Universidad de Claremont.

Drucker fue un prolífico escritor, con más de 30 libros, la mayoría de los cuales se convirtieron en obras clásicas de la administración. En 1936 publicó su primer libro, *The End of Economic*.

Después de la segunda guerra mundial, la administración en EUA era dominada por los principios de Taylor y Ford, quienes consideraban la administración de negocios como una ciencia; sin embargo, Drucker comenzó a verla como algo humanístico y decidió tratarla como una filosofía y analizar cada tarea a detalle; así que buscó los principios generales de la administración de negocios que serían la base de todas las tareas directivas. Desde el punto de vista de Drucker, existen elementos creativos los cuales pueden hacer que los administradores utilicen los recursos de manera más eficaz para lograr los objetivos de la empresa.

Según Drucker, en todas las instituciones existe un orden para alcanzar una meta específica; en los negocios, esa meta es el desarrollo económico, en este sentido el administrador tiene tres responsabilidades:

1. Lograr un rendimiento económico.
2. Hacer que la ejecución del trabajo productivo se logre fácilmente.
3. Manejar los impactos sociales que la empresa tiene como ambiente.

Para Drucker, el administrador es más que un tecnócrata y debe reconocer la dimensión social que tiene su trabajo, así como reconocer que su trabajo es una función y no un poder sobre los demás trabajadores. Drucker, también define prácticas y formas en que los administradores pueden llegar a ser más efectivos. Comenzó listando cómo puede verse la administración, como:

- » Un arte y una herramienta para el éxito;
- » Una disciplina intelectual;
- » Gente trabajando, individualmente y en grupo;
- » Un órgano de la sociedad para ejecutar tareas fundamentales;
- » Una función sintetizada e integrada en un complejo mundo cambiante;

En su libro *The Effective Executive*, de 1967, Drucker sostiene que la efectividad consiste en una serie de prácticas, las cuales deben ser aprendidas. Su definición de efectividad está fundamentada en cinco principios: Los ejecutivos

- » Eficaces saben hacia dónde encaminar su tiempo;
- » Se centran en los resultados, no en el trabajo;
- » Incrementan fuerzas, no debilidades;
- » Se concentran en áreas donde la funcionalidad producirá excepcionales resultados;
- » Toman decisiones efectivas, siguiendo la secuencia correcta;

Una de sus ideas más originales fue «el autogobierno de la comunidad de empresa», es decir, donde los empleados, los equipos de trabajo y los grupos de empleados asumen las responsabilidades de la dirección en áreas tales como la estructura del trabajo, la realización de las principales tareas y la gestión de los asuntos de la comunidad (turnos de trabajo, vacaciones, beneficios, etcétera).

Su legado intelectual incluyó ideas tales como la descentralización de las grandes organizaciones, la gestión por objetivos y el papel del trabajador intelectual. Consideró que la educación continua de jubilados sería la próxima industria en crecer. Sus estudios sobre las empresas sin ánimo de lucro y la disminución de las poblaciones de trabajadores aún no han dado sus frutos.

7.8. Contribuciones de Armand Vallin Feigenbaum (1920-2014)



FIGURA 51. Armand Vallin Feigenbaum

NOTA: Armand V. Feigenbaum. (sf).
<https://dailygazette.com/sites/default/files/media/img/photos/2015/04/01/Feigenbaum.jpg>

En 1951 fue publicado el libro *Control Total de Calidad* de Armand V. Feigenbaum (1920-2014). Este libro hace un gran avance al extender los conceptos de control de calidad a todas las áreas de la empresa, desde el diseño hasta las ventas. El principal mérito del Dr. Feigenbaum fue integrar todas las actividades de calidad, con frecuencia no coordinadas, y crear un marco sistémico que colocara la responsabilidad de los esfuerzos para la calidad orientada hacia el cliente a través de todas las actividades de línea principal de una empresa.

Se describen a continuación algunos de los puntos principales del enfoque de Armand Vallin Feigenbaum extraídos del resumen de su libro sobre *Control Total de Calidad*:

1. El control total de la calidad puede definirse como: un sistema efectivo para integrar el desarrollo de la calidad, el mantenimiento de la misma y los esfuerzos por mejorarla en los distintos grupos de una organización, de manera que permitan establecer la mercadotecnia, ingeniería, producción y servicio a los niveles económicos más bajos, que logren la satisfacción total del cliente.
2. En la frase «control de calidad», la palabra «calidad» no tiene el significado popular de «mejor» en un sentido absoluto. Significa «lo mejor para ciertos requisitos del cliente». Estos requisitos son el uso real, y el precio de venta del producto.

3. En la frase «control de calidad» la palabra «control» representa una herramienta administrativa con cuatro pasos:
 - a. Fijar estándares de calidad.
 - b. Lograr la conformidad con estos estándares.
 - c. Reaccionar cuando no se logren los estándares..
 - d. Planificar mejoras en los estándares.
4. Lo novedoso en el enfoque moderno del control de calidad es: a) la integración de estas actividades con frecuencia no coordinadas y un marco sistémico operativo, dando a la calidad un impacto organizacional; y, b) la suma, a los métodos probados por el tiempo de las nuevas tecnologías del control de calidad, que se han encontrado útiles al tratar y considerar el creciente énfasis de la confiabilidad en el diseño del producto y la precisión en la fabricación de partes.
5. La calidad está explícitamente estructurada para contribuir a la utilidad del negocio, debido a sus resultados en los niveles de satisfacción del cliente, costos operativos reducidos, pérdidas operativas y costos de servicio en el campo reducidos y en el uso mejorado de recursos.
6. La necesidad de estos programas queda subrayada por las relaciones cambiantes de comprador-productor y las exigencias principales en el mercado por calidad. Esto se refleja en tendencias ascendentes de responsabilidad legal de producto y servicio y de presiones del cliente que tienen un fuerte impacto sobre los productores. Además, hay nuevas exigencias sociales y económicas para el uso más efectivo de materiales y de procesos de producción para generar productos cada vez más basados en la tecnología, nuevos patrones de trabajo en fábricas y oficinas y una tendencia creciente hacia la internacionalización de los mercados.
7. Los factores que afectan a la calidad del producto se pueden dividir en dos grupos principales: a) tecnológico, es decir, máquinas, materiales y procesos; y, b) humano, es decir, operadores, capataces y demás personal de la compañía. De estos dos factores, el humano tiene mucha mayor importancia.
8. El control de la calidad es una importante ayuda para mejorar los diseños de ingeniería, métodos de manufactura y de servicio al producto, que siempre se han requerido para entregar artículos de alta calidad.

9. El control de calidad es básico para cualquier proceso de manufactura y para las empresas de servicio, donde el producto puede ser intangible. Aunque el enfoque es un tanto diferente, el fundamento es el mismo.
10. El control de calidad se debe aplicar en todas las fases del proceso de producción industrial, desde la definición de los requisitos del cliente a través del diseño de ingeniería y ensamble hasta el embarque del producto e instalación y servicio en el campo, para un cliente que permanece satisfecho con el producto.
11. Regular los factores que afectan a las etapas importantes de los procesos de producción y servicio caen dentro de cuatro categorías de control:
 - a. Nuevos diseños.
 - b. Materiales adquiridos.
 - c. Producto.
 - d. Procesos especiales.
12. El control de nuevos diseños implica el establecimiento y especificación del costo de calidad, desempeño de calidad, seguridad de calidad y estándares de confiabilidad de calidad deseable para el producto, incluyendo la eliminación o ubicación de posibles fuentes de problemas de calidad antes del inicio de la producción formal.
13. El control de materiales implica el recibo y almacenamiento, a los niveles más económicos, de solo aquellas partes, materiales y componentes cuya calidad esté conforme a los requisitos de especificación.
14. El control del producto se aplica en la fuente de producción y en la operación, de tal forma que las desviaciones o inconformidades puedan ser prevenidas o corregidas antes que se fabriquen productos defectuosos y se pueda mantener un servicio apropiado para el producto en el campo.
15. El control de procesos especiales implica investigaciones y pruebas para localizar las causas de falla de los productos defectuosos, de manera que se puedan mejorar las características de calidad e implantar una acción preventiva o correctiva permanente.

16. Un sistema de calidad total se puede definir como: la estructura de trabajo operativo acordada de la planta y compañía, documentada por procedimientos efectivos, técnicos y administrativos integrados, para guiar las acciones coordinadas de las personas, de las máquinas y la información de la compañía y planta de las mejores prácticas para asegurar la satisfacción del cliente a costos económicos. El sistema de calidad proporciona control integrado y continuo de todas las actividades clave.
17. Los detalles para cada programa de control de calidad deben hacerse de forma que se ajusten a las necesidades de las plantas individuales, pero ciertas áreas básicas de atención son comunes.
18. El programa de control de calidad se aplica desde el proceso de diseño, manufactura, embarque y servicio posterior a la venta, de tal forma que se pueda prevenir la ocurrencia de no conformidades.
19. Los beneficios que normalmente resultan de la aplicación del control son mejoras en la calidad y diseño del producto, reducciones en costos y pérdidas operativas, mejora en la moral de los empleados y reducción de cuellos de botella en la línea de producción. Beneficios adicionales son mejoras en la inspección y métodos de pruebas, una definición más sólida de los estándares de tiempo para mano de obra, programas definidos para mantenimiento preventivo, la disponibilidad de datos sólidos para ser usados en la publicidad de la compañía y la instrumentación de una base real para estándares de contabilidad de costos para desperdicio, retrabajo e inspección.
20. Los costos de calidad son un medio para medir y mejorar las actividades del control de la calidad. Los costos operativos de calidad se dividen en cuatro grandes clasificaciones:
 - a. Costos de prevención, que incluyen la planificación de la calidad y otros costos asociados con la prevención de no conformidades y defectos, como son las auditorías de calidad.
 - b. Costos de evaluación, o los costos en los que se incurre al evaluar la calidad del producto para mantener niveles de calidad establecidos.
 - c. Costos por fallas internas, ocasionados por materiales defectuosos o mal conformados y por productos que no cumplen las especificaciones de calidad de la compañía. Estas incluyen desperdicios, retrabajo y mermas.

- d. Costos por fallas externas, ocasionados por productos defectuosos o malconformados que llegan al cliente. Incluyen quejas y costos de servicio al producto dentro de la garantía, costos de corte y castigos por demandas legales.
21. Las reducciones de costos, particularmente reducciones en costos de calidad operativos, resultan del control de la calidad por dos razones:
- a. La industria ha carecido con frecuencia de estándares de calidad efectivos orientados al cliente. Por tanto, ha definido poco realísticamente las escalas en la balanza entre el costo de calidad en un producto y el servicio que debe prestar.
 - b. Un mayor énfasis en la necesidad de la confiabilidad de los productos y en las pruebas de producto terminado, lo que hizo necesaria la creación de programas de mejoramiento y calidad desde las áreas de ingeniería y manufactura, y en hoteles, bancos, gobierno y otros sistemas de servicio.

7.9. Contribuciones de Philip Bayard Crosby (1926-2001)



FIGURA 52. Philip Bayard Crosby

NOTA: Biografía de Phil Crosby. (2018).
<https://historia-biografia.com/phil-crosby/>

Un autor muy popular en el área de calidad, en los Estados Unidos, con una orientación pragmática y basada en la motivación, fue Philip Bayard Crosby (1926-2001). Crosby empezó a trabajar en Crosley Corporation como técnico electrónico (Richmond, Indiana) y en la American Society for Quality Control, donde comenzó a formar sus conceptos de calidad. Todos sus trabajos profesionales en torno al tema de calidad los desarrolló en los Estados Unidos. De

1965 a 1979 fue vicepresidente de calidad en ITT (International Telephone and Telegraph), y en 1979 fundó PCA (Phillip Crosby Associates). Crosby publicó trece libros sobre temas de calidad, y basa su enfoque de cero defectos en los siguientes principios:

Primer Principio: Calidad se define como cumplir con los requisitos. El mejoramiento de la calidad se alcanza logrando que el personal «haga las cosas bien desde la primera vez». En este sentido, los directivos tienen tres tareas que realizar:

- » Establecer los requisitos que deben cumplir los empleados.
- » Suministrar los medios necesarios para que el personal cumpla con los requisitos.
- » Enfocarse a estimular y ayudar al personal a dar cumplimiento a esos requisitos.

Segundo principio: El sistema de calidad es la prevención. Verificar, seleccionar y evaluar solo filtra lo que ya está hecho. El secreto de la prevención estriba en observar el proceso y determinar las posibles causas de error, las cuales pueden ser controladas. En los procesos de fabricación, en especial en montaje o en las operaciones de alta producción, recomienda el uso del control estadístico de la calidad.

Tercer principio: El estándar de realización es Cero Defectos. Este concepto afirma que hay que establecer con precisión lo que se desea que hagan los empleados, se trata de un estándar de realización que le indica a las personas qué es lo que se espera de ellas y solo eso, de ninguna manera se trata de una calificación.

Cuarto principio: La medida de la calidad es el precio del incumplimiento. El costo de la calidad se divide en dos áreas: a) el precio del incumplimiento, que lo constituyen todos los gastos realizados por hacer las cosas mal (corrección de errores, reprocesos, devoluciones por garantía, reclamaciones, etcétera), los cuales representan aproximadamente el 20% de los costos de operación de las compañías manufactureras y el 35% del de las empresas de servicio; b) el precio del cumplimiento que involucra las funciones profesionales de la calidad, los esfuerzos de prevención y la educación en calidad, lo que representa entre un 3% y un 4 % de las ventas en una compañía bien dirigida.

Según Crosby, el diagnóstico de la madurez del sistema de calidad en una organización puede dividirse en etapas, las cuales se describen a continuación.

Etapas 1: Incertidumbre. La dirección se encuentra confundida, ya que desconoce el enfoque de calidad como una herramienta útil para la administración.

Etapas 2: Despertar. La dirección comienza a reconocer que la administración por calidad puede ayudar, pero no está dispuesta a dedicar el tiempo y dinero necesarios para ponerla en marcha; se efectúan con mayor frecuencia inspecciones y pruebas, por lo que los problemas se identifican en una etapa más temprana del ciclo de producción, pero no son resueltos los problemas fundamentales; los equipos de trabajo organizados para atacar problemas logran bastante, pero su visión está limitada al futuro inmediato.

Etapas 3: Ilustración. Con el establecimiento de políticas de calidad y con la mentalidad de saber que nosotros originamos nuestros propios problemas, la dirección percibe la necesidad de establecer un departamento de calidad como una unidad funcional equilibrada y bien organizada.

Etapas 4: Sabiduría. En esta etapa las reducciones de costos son una realidad; cuando surgen problemas, se les afronta y se les da solución. Puede ser la etapa más crítica de todas, debido a que en esta etapa la compañía tiene la oportunidad de hacer permanentes los cambios.

Etapas 5: Certeza. Esta etapa considera que la administración de la calidad es una parte absolutamente esencial de la administración de una compañía; el sistema de prevención es tal que no llegan a presentarse sino muy pocos problemas de importancia; el costo de la calidad se abatió al grado de que consiste casi por completo en el sueldo de los miembros del departamento de calidad y los costos de verificación.

Para implantar su programa de cero defectos para el proceso de mejoramiento de calidad establece 14 pasos:

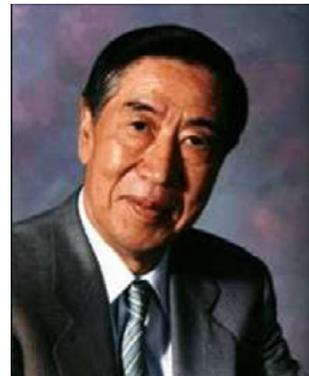
1. Compromiso de la dirección para mejorar la calidad.
2. Formar un equipo de mejoramiento de la calidad, constituido por representantes de cada departamento.
3. Establecer indicadores para medir la calidad.
4. Evaluar el costo de la calidad.

5. Concientizar al personal sobre lo que cuesta no tener calidad.
6. Implantar acciones correctivas.
7. Establecer un comité para el programa de cero defectos.
8. Entrenar a los supervisores.
9. Fijar un día de cero defectos.
10. Determinar metas.
11. Eliminar las causas de error.
12. Reconocer al personal que realiza adecuadamente su trabajo.
13. Establecer reuniones periódicas de los encargados de mejorar la calidad.
14. Repetir el ciclo.

7.10. Contribuciones de Genichi Taguchi (1924-2012)

FIGURA 53. Genichi Taguchi

NOTA: Filosofía Geniche Taguchi. (2012).
<http://maestrosdelacalidadop100111.blogspot.com/2012/09/filosofia-geniche-taguchi.html>



Genichi Taguchi (1924-2012) se graduó en la Escuela Técnica de la Universidad Kiryu, y más tarde recibió el doctorado en ciencias de la Universidad Kyushu, en 1962. Taguchi ingresó en el Electrical Communication Laboratory (ECL) de Nippon Telephone and Telegraph Co, en 1949, y allí trabajó hasta 1961 en la mejora de la productividad en las actividades de investigación y desarrollo, teniendo un notable éxito en el desarrollo de un sistema cross-bar de intercambio telefónico. En 1956 escribió la primera versión de su célebre libro *System of experimental design*, en el cual introdujo el uso de arreglos ortogonales; en 1960, recibió por primera vez el premio Deming; en la segunda versión del diseño de experimentos en 1962, integra la proporción señal-ruido.

El Dr. Taguchi viajó a los Estados Unidos en 1962 y visitó la Universidad de Princetown como investigador asociado. Volvió a Japón y fue profesor en la Universidad Aoyama Gakuin, en Tokyo, hasta 1982. Durante este tiempo, formó a miles de ingenieros en la industria, mientras colaboraba como consultor con

las más importantes empresas japonesas, tales como Toyota Motors, Fuji Films y Nippon Denso. En 1996 recibió la medalla Shewhart de la ASQC.

El Dr. Taguchi combinó los métodos estadísticos y de ingeniería para conseguir rápidas mejoras en costos y calidad mediante la optimización del diseño de los productos y sus procesos de fabricación. Asimismo, introdujo el concepto de función de pérdida y la relación señal/ruido, que evalúan la funcionalidad del producto durante las etapas tempranas de su desarrollo, cuando aún se tiene tiempo de realizar mejoras al mínimo costo. Los métodos del Dr. Taguchi proporcionan un lenguaje común y un enfoque que mejora la integración del diseño del producto y los procesos de fabricación.

La formación de ingenieros de diseño y de personal de fabricación en los métodos de diseño de experimentos de Taguchi proporciona perspectivas y objetivos comunes (un gran paso adelante para derribar las tradicionales barreras entre estos dos grupos).

Para Taguchi, la calidad de un producto es la pérdida mínima que se concede a la sociedad desde el momento de embarcar el producto, incluyendo costos de producción, costos de mantenimiento, costos de ventas, etcétera. La pérdida a la sociedad se asocia con cualquier producto que llega a las manos del consumidor e incluye: insatisfacción del cliente, costo adicional por garantía del fabricante y pérdida de mercado por mala reputación.

Taguchi establece que la Ingeniería de Calidad lleva a cabo actividades dirigidas a reducir las pérdidas causadas por la variación, las cuales se deben incorporar a cada paso del desarrollo y manufactura del producto, a fin de prevenir los efectos de los factores de ruido (factores indeseables e incontrolables que causan que las características funcionales de los productos se desvíen de su valor objetivo). La secuencia de elaboración de un producto, desde el desarrollo del prototipo del producto mismo, hasta el servicio al cliente, incluye las siguientes etapas:

- a) Ingeniería de calidad fuera de línea; la cual incluye el diseño del producto (investigación y desarrollo del prototipo del producto) y el diseño del proceso (diseño del proceso de producción para la manufactura del producto)
- b) Ingeniería de calidad en línea; la cual incluye producción actual y servicio al cliente.

Las actividades de ingeniería de calidad fuera de línea tienen lugar en las etapas de diseño del producto y del proceso, utilizando el diseño de experimentos; incluye el diseño del sistema, diseño de parámetros y de tolerancias. Las

actividades de la ingeniería de calidad en línea se dan en la etapa de producción; incluyen sistemas de control de procesos y uso de factores de ajuste e inspección.

Taguchi afirma que los productos enfrentan una serie de factores que impactan su funcionamiento produciéndoles variabilidad; a estos factores les denomina factores de error o ruido (para Taguchi ruido es cualquier cosa que causa a una característica de la calidad desviarse de su objetivo, el cual subsecuentemente causa una pérdida de calidad), clasificándolos en tres categorías: a) ruido externo, el cual está relacionado con variables ambientales o de condiciones de uso; b) ruido interno o deterioro, que son los cambios internos que sufre el producto a lo largo del tiempo, c) ruido variacional, que son las imperfecciones de manufactura. Algunos ejemplos de ruido son: la deterioración, los errores humanos, las variaciones en los ambientes de operación, las imperfecciones de fabricación, etcétera.

Taguchi establece que un producto o proceso robusto es aquel que es menos sensible al ruido; la robusticidad de un producto o de un proceso se puede medir técnica y económicamente.

Para Taguchi establecer un sistema de calidad implica: a) cuantificar la calidad en términos monetarios; b) establecer la función de pérdida; c) diseñar productos atractivos al cliente; d) ofrecer mejores productos que la competencia, en cuanto a diseño y precio; e) mejorar continuamente el proceso productivo y f) reducir la variabilidad con respecto al valor subjetivo.

7.11. Contribuciones de Shigeru Mizuno (1926-)

FIGURA 54. Shigeru Mizuno

NOTA: Shigeru Mizuno. (sf).
<https://eunicelosum.wordpress.com/shigeru-mizuno/>



Shigeru Mizuno, después de graduarse del Instituto de Tecnología de Tokio en 1934, siguió una carrera en la academia. Ocupó la cátedra en su alma mater y en la Universidad de Ciencias de Tokio. Conserva el título de Profesor Emérito

del Instituto de Tecnología de Tokio. También se desempeñó como Director del Union of Japanese Scientists and Engineers (JUSE) de 1970 a 1985, miembro de la Sociedad Japonesa para el Control de Calidad, Asesor de la Asociación Central de Control de Calidad de Japón y Presidente del Quality Management Laboratory Inc.

El Prof. Mizuno ha sido galardonado con la Medalla con Cinta Púrpura (1974) y la Tercera Clase de la Orden del Sol Naciente (1982) en reconocimiento a sus muchas contribuciones a la productividad industrial y al bienestar económico de Japón.

De sus libros vale la pena destacar dos: *Company-Wide Total Quality Control*, Ed. Asian Productivity Organization, 1988; y, *Management for Quality Improvement. The 7 New QC Tools*. Ed. Productivity Inc, 1979.

7.12. Contribuciones de Yoji Akao (1928-1916)



FIGURA 55. Yoji Akao

NOTA: Dr. Yoji Akao. (2010). http://www.qfdi.org/who_is_qfdi/newsletter_archive/qfd_achievements_in_international_quality.html

Yoji Akao (1928-2016) fue un especialista en planificación japonesa reconocido como el desarrollador de la técnica de planeación de calidad conocida como Hoshin Kanri, cofundador junto con Shigeru Mizuno de la herramienta conocida como Quality Function Deployment y del Quality Function Deployment Institute. Akao recibió un PhD en 1964 del Instituto de Tecnología de Tokio. Ganador del premio Deming de Japón en 1978.

7.13. Contribuciones de Shigeo Shingo (1909-1990)

FIGURA 56. Shigeo Shingo

NOTA: Shigeo Shingo y sus aportaciones a la calidad. (2016).

<https://culturizate15.wordpress.com/2016/08/20/cultura-mas/>



Shigeo Shingo nació en la ciudad de Saga Japón en 1909. Se graduó en Ingeniería Industrial en la Universidad Técnica de Yamanashi en 1930. En el período de 1956 a 1958 trabajó en Mitsubishi Heavy Industries en Nagasaki donde era el responsable de la ingeniería pesada y naval de la empresa. Junto con Taiichi Ohno, desarrolló un conjunto de innovaciones llamadas «el sistema de producción de Toyota». Este sistema plantea un esquema de «cero inventarios en proceso». Hay varias ventajas que proporciona el sistema de cero inventarios: a) Los defectos de la producción se reducen al 0% porque al momento en que se presenta uno, la producción se detiene, hasta eliminar sus causas y también se reducen los desperdicios y otros materiales consumibles quedan también en ceros. El espacio de las fábricas también se ve beneficiado, ya que no tiene necesidad de almacenar productos defectuosos ni materiales desviados. Creador del sistema Poka Yoke, el cual consiste en que al momento de que se detecta algún defecto en el proceso, este se detiene y se investigan todas las causas y las posibles causas futuras; pieza por pieza se verifica que no tenga ningún defecto.

A finales de la década de 1960 la mayoría de las empresas norteamericanas contaban ya con programas de calidad. La industria norteamericana seguía siendo líder en los mercados mundiales, mientras Europa y Japón seguían en la reconstrucción de su propia industria.

En la década de 1970, la competencia extranjera empieza a amenazar a las compañías norteamericanas. La calidad de productos japoneses como los automóviles y las televisiones comienza a sobrepasar a la de los norteamericanos. Además, los consumidores se vuelven más sofisticados y empiezan a involucrar en sus decisiones de compra, el precio y la calidad del producto, pero a lo largo de toda su vida útil. La combinación de estos dos factores obliga a la industria norteamericana a interesarse más por las cuestiones de calidad.

La década de 1980 se distingue por un esfuerzo para alcanzar la calidad en todos los aspectos dentro de las organizaciones de negocios y servicios en los Estados Unidos, incluyendo las áreas de finanzas, ventas, personal, mantenimiento, administración, manufactura y servicios. La calidad se enfoca ya al sistema como un todo y no exclusivamente a la línea de manufactura.

A raíz del éxito japonés, los norteamericanos comienzan a estudiar y a importar muchas de las técnicas desarrolladas en Japón y hasta el momento ajenas a las empresas occidentales como los círculos de calidad o los métodos Taguchi. Finalmente, en agosto de 1987, se establece un premio anual de calidad en EUA: el Premio Malcolm Baldrige, con el fin de promover una conciencia de calidad, reconocer los logros en materia de calidad de las empresas estadounidenses y hacer del conocimiento público las estrategias exitosas para el logro de la calidad.

7.14. Premio Malcolm Baldrige

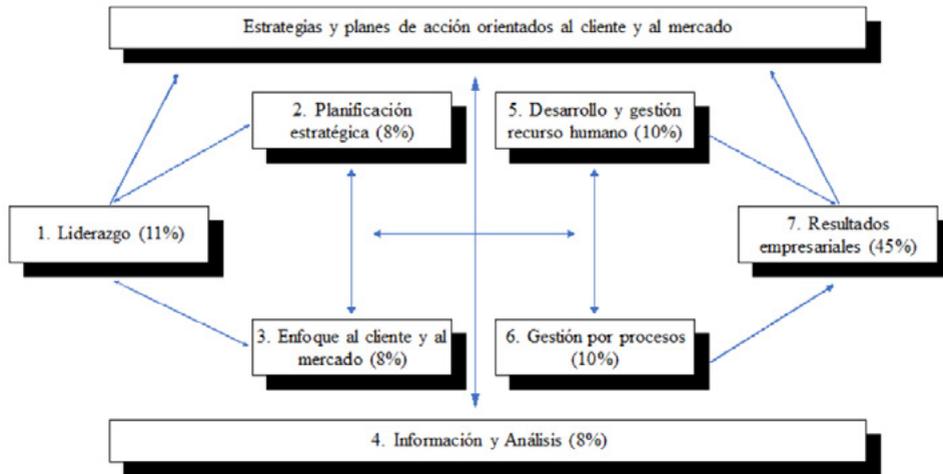
El Premio Malcolm Baldrige (Premio Nacional de Calidad de Estados Unidos de Norteamérica) fue el resultado de un proceso de consulta al que convocó el expresidente Ronald Reagan en 1982 con el objeto de analizar el declive en la productividad de las empresas de los Estados Unidos. Este reconocimiento fue instituido en agosto de 1987, con el nombre de premio Malcolm Baldrige en honor al que fuera secretario de comercio de Estados Unidos. Los objetivos del premio Malcolm Baldrige son:

- a) Estimular a las empresas a mejorar su competitividad, productividad y su calidad.
- b) Difundir entre las empresas el enfoque de calidad.
- c) Establecer lineamientos y criterios que sirvan como guía.
- d) Poner a disposición de las empresas interesadas la información relacionada con los modelos de calidad de las empresas que resulten ganadoras.

El premio Malcolm Baldrige se entrega a empresas que participan en alguna de las siguientes categorías: manufactura, servicio, salud, educación, gobierno, organizaciones sin fines de lucro y empresas pequeñas. Pueden participar empresas norteamericanas o empresas extranjeras cuya actividad empresarial se desarrolle en EUA.

El desglose de los puntos principales de evaluación del Premio Malcolm Baldrige se muestra en la figura 57.

FIGURA 57. Esquema y categorías del Premio Malcolm Baldrige



7.15. Evolución del Concepto de Calidad en México

La aplicación del enfoque de calidad en México es bastante reciente. Aunque desde la década de 1960 comenzaron a aplicarse algunos programas para incentivar la calidad como el programa de cero defectos y el uso del control estadístico de calidad, esta aplicación fue limitada y los resultados de poco alcance.

En 1965 se estableció la sección México de la ASQC, pero sus actividades también fueron de corto alcance. En mayo de 1973 se funda el Instituto Mexicano de Control de Calidad (IMECCA), prácticamente la primera asociación dedicada a promover el control de calidad en México. Ese mismo año el IMECCA organizó el Primer Congreso Nacional de Control de Calidad en el que participaron funcionarios de gobierno, empresarios, ingenieros y técnicos especialistas en control de calidad y se inició la publicación de una revista trimestral «Sistemas de Calidad», para difundir las actividades sobre control de calidad llevadas a cabo en México.

Es a raíz de la crisis de 1982, y frente al imperativo del ingreso de México al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT), que el medio empresarial inició prácticamente la instrumentación de diversas opciones para incrementar la productividad y mejorar la calidad de sus productos.

En 1982 IMECCA realizó la Primera Convención Nacional de Círculos de Calidad y el Primer Congreso Latinoamericano de Control de Calidad. En 1983 organizó también en México el Segundo Congreso Asia-Pacífico. El interés por los círculos de calidad y por la administración de la calidad total fue creciendo

rápidamente en el país. A partir de 1988 se fundaron dos nuevas asociaciones dedicadas a promover activamente la calidad: la Asociación Mexicana de Calidad (AMC) y la Fundación Mexicana para la Calidad Total (FUNDAMECA).

La AMC fue fundada a fines de 1988, con el objeto de impulsar y apoyar el desarrollo e implantación de sistemas de calidad en sus empresas miembro o en sus proveedoras. Entre las empresas fundadoras más importantes se encontraban: Comisión Federal de Electricidad (CFE), Compañía de Luz y Fuerza del Centro, Petróleos Mexicanos (Pemex), Siemens, Square D Company, Nacobre, y muchas otras industrias relacionadas principalmente con el sector eléctrico.

También en 1988 nació FUNDAMECA, con la finalidad de impulsar y promover una cultura de calidad en México adecuada a nuestro entorno, contribuyendo así al desarrollo nacional. Entre las empresas fundadoras más importantes de esta asociación se encontraban: AeroMéxico, Accival, Alcatel, Indetel, Alfa Corporativo, Banco de México, Banamex, Celanese Mexicana, Nestlé, Dupont, Gigante, Grupo Condumex, Grupo ICA, Hewlett Packard de México, IMSS, Industrias Peñoles, Industrias Resistol, Multibanco Mercantil de México, Seguros América, Texel, Unión Carbide Mexicana, Real Turismo y Vitro.

7.16. Premio Nacional de Calidad de México, 1989



FIGURA 58.
Logo del PNCM

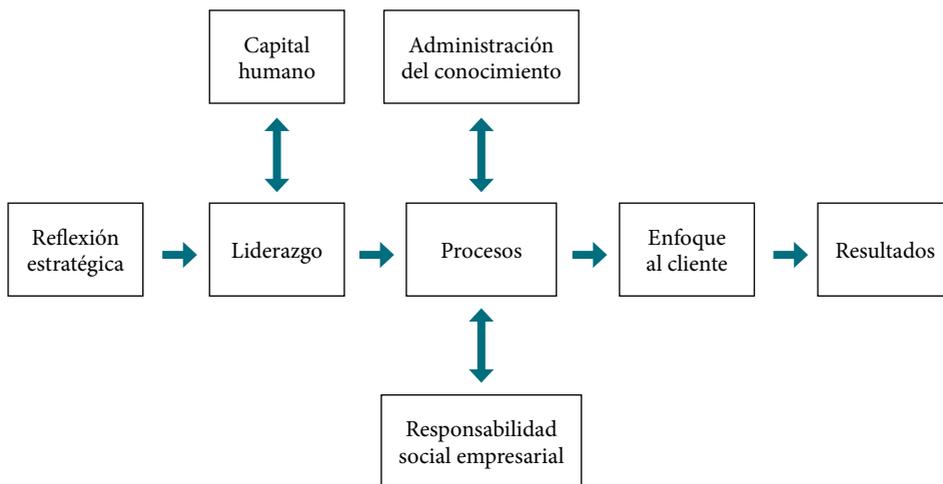
El premio nacional de calidad de México (PNCM) fue instituido por el presidente de la República en el año 1989, con fundamento en los artículos 80 y 81 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con el objeto de reconocer y premiar anualmente el esfuerzo de los fabricantes y de los prestadores de servicios nacionales, que mejoren la calidad de procesos industriales, productos y servicios. El PNCM es un instrumento para promover, desarrollar y difundir la calidad de procesos industriales, productos y servicios, con el fin de apoyar la modernización y competitividad de las empresas establecidas en el país.

Los principios del Modelo Nacional de Competitividad (MNC) en los que descansa el Premio Nacional de Calidad Mexicano (PNCM) son:

- » Liderazgo transformador.
- » Compromiso social.
- » Generación de valor al cliente.
- » Bienestar e inclusión.
- » Enfoque estratégico.
- » Conocimiento.
- » Orientación al cambio, innovación y mejora continua.
- » Agilidad.

El PNCM está mucho más relacionado en su conceptualización, con el premio Malcolm Baldrige (PCMB) que con el Premio Deming. En la figura 59 se muestran los elementos básicos y las categorías de un sistema de calidad, según el premio nacional de calidad mexicano PNCM.

FIGURA 59. Esquema del Premio Nacional de Calidad Mexicano



Las categorías y elementos que se consideran en el Premio Nacional de Calidad Mexicano son:

Reflexión estratégica.

- A. Análisis interno y externo.
- B. Misión y Visión.
- C. Objetivos estratégicos.
- D. Evaluación y aprendizaje.
- E. Administración de riesgos.

Liderazgo.

- A. Desarrollo del liderazgo.
- B. Desarrollo de la cultura organizacional.
- C. Gobierno y ciudadanía corporativa.

Responsabilidad social empresarial.

- A. Compromiso de la organización.
- B. Programa de responsabilidad social.
- C. Comunicación con grupos de interés.
- D. Evaluación del impacto social.

Enfoque al cliente.

- A. Conocimiento del mercado e identificación de oportunidades.
- B. Desarrollo de la propuesta de valor.
- C. Plan de comercialización.
- D. Satisfacción y experiencia del cliente.

Capital humano.

- A. Planeación del capital humano.
- B. Sistemas de trabajo y transformación.
- C. Administración del talento.
- D. Desarrollo integral del personal.
- E. Evaluación del desempeño.

Procesos.

- A. Alineación, diseño estandarización e innovación.
- B. Gestión de proyectos de innovación.
- C. Gestión de la cadena de suministro.
- D. Gestión de los procesos.
- E. Mejora continua e innovación.

Administración del conocimiento.

- A. Gestión de la información.
- B. Análisis y aprovechamiento de la información.

Resultados.

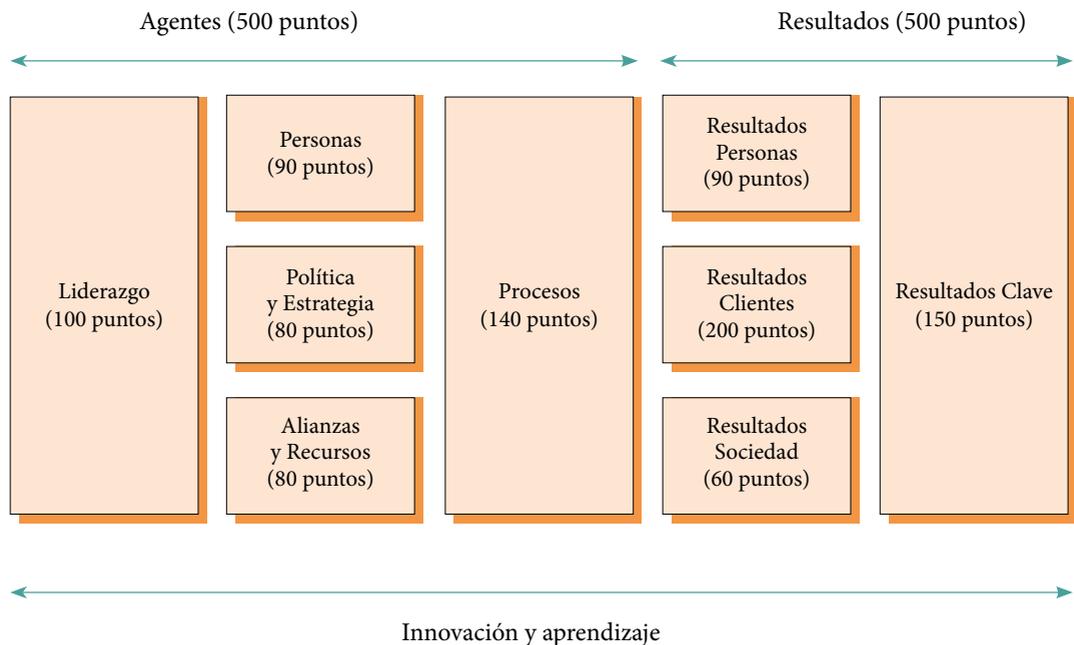
- A. Resultados de responsabilidad social.
- B. Resultados de capital humano.

- C. Resultados de la cultura de innovación.
- D. Resultados de procesos.
- E. Resultados de mercados y clientes.
- F. Resultados financieros.

7.17. Premio Europeo a la Calidad, 1991

El Premio Europeo a la Calidad fue introducido en 1991, se basó en el modelo de calidad total de la EFQM (European Foundation for Quality Management). Sin embargo, su desarrollo se fundamentó en el Premio Deming de Japón y en el Malcolm Baldrige de E.E.U.U. En la figura 60 se muestran los elementos básicos y las categorías de un sistema de calidad, según el premio europeo a la calidad.

FIGURA 60. Esquema y categorías del Premio Europeo a la Calidad



8. Enfoque actual de la Calidad

Generalmente se entiende por calidad a un juicio que los consumidores o usuarios hacen de un producto o servicio en cuanto a su creencia de si este satisface sus necesidades y expectativas. Sin embargo, actualmente el término calidad también abarca otro concepto: el mejoramiento constante del proceso ampliado de una empresa.

Mejoramiento constante quiere decir que ya no basta con alcanzar normas estáticas preestablecidas sino que es necesario un proceso continuo y sin fin hacia la mejora. Proceso ampliado significa que como parte de la organización se incluye también a los proveedores, distribuidores, clientes, inversionistas, empleados y a la comunidad en general; todos como parte integral del proceso ampliado de la empresa.

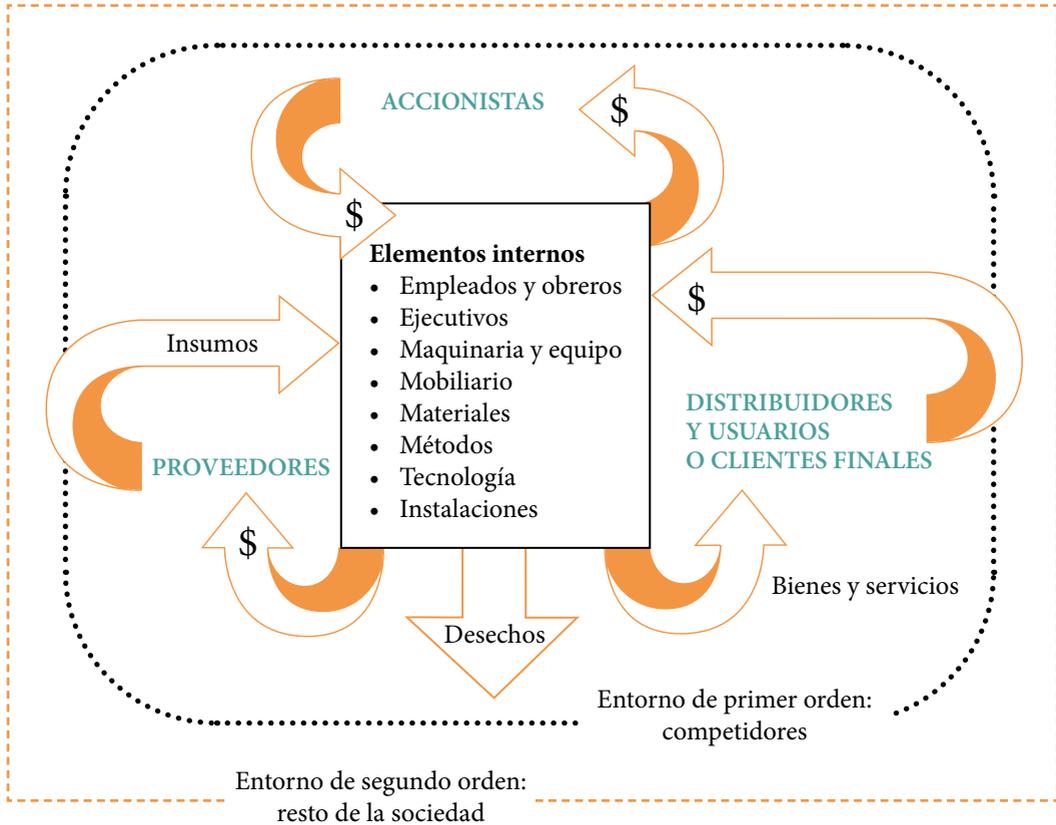
La calidad no es ya un término aplicable únicamente al producto y/o al servicio sino a la organización en su totalidad, entendiendo además la satisfacción de los clientes como fin principal de la empresa, es decir todas y cada una de las actividades desarrolladas dentro de una empresa y sobretodo las actividades tradicionales del control de calidad deben estar enfocadas a la satisfacción plena de estos.

Para aclarar estas ideas se hará uso del enfoque de sistemas, en el cual se entenderá por sistema productivo la forma o manera cómo un conjunto de elementos humanos, físicos y mecánicos, interrelacionados y estructurados, desempeñan la función de producir bienes y/o servicios para satisfacer las necesidades de la sociedad.

En la figura 60 se muestran, como un ejemplo, los elementos que componen a un sistema productivo, según el enfoque del Dr. Ochoa Rosso⁽²⁴⁾. Como se puede apreciar en la figura 60, existen muchos actores que se ven afectados o de alguna forma involucrados en dicho sistema. Los actores principales que resaltan son: los consumidores o distribuidores que reciben los productos y/o servicios que elabora el sistema, los accionistas, los empleados internos al sistema (operarios, empleados administrativos, supervisores, ejecutivos, etc.) y los proveedores. Asimismo, otros actores que aparecen afectados por el sistema son

los competidores (entorno de primer orden) y el resto de la sociedad (entorno de 2º orden). En este caso la sociedad en general se ve afectada por los desechos que arroja el sistema como se puede apreciar en la figura 61.

FIGURA 61. Esquema de un sistema productivo



Si se toma el concepto de cliente en su contexto general, como todo aquel receptor real o potencial de un producto y/o servicio, se puede apreciar que tanto los accionistas, como los empleados, los consumidores o distribuidores de la línea de productos y/o servicios de una empresa, así como los proveedores, juegan un doble papel, ya que, por un lado suministran algo (los accionistas el capital, los empleados sus servicios, los distribuidores o consumidores también capital y los proveedores la materia prima), y a su vez, reciben algo a cambio (los accionistas reciben su capital más la ganancia, los empleados sus salarios y prestaciones, los distribuidores y consumidores, el producto y/o servicio solicitado y los proveedores el pago por la materia prima). De esta forma se puede

decir que la satisfacción del cliente en el contexto ampliado, mencionado anteriormente, incluye a los accionistas, empleados, distribuidores, consumidores y proveedores.

La satisfacción del cliente puede ser definida como el grado de felicidad que un cliente experimenta con respecto al producto y/o servicio que resulta de la interacción e interrelaciones de todas las personas que integran una empresa. Así, el objetivo final de un sistema de calidad debe ser lograr y mejorar permanentemente la satisfacción del cliente en su sentido más amplio. Al citar esto surgen las siguientes reflexiones:

- » Una empresa nace porque una o varias personas invirtieron su dinero, capacidad y esfuerzo para formarla.
- » Una empresa existe y crece porque hay personas que adquieren el producto y/o servicio que ofrece, y cada vez hay más personas interesadas en dicho producto y/o servicio porque este refleja calidad, es decir, satisface las necesidades de los clientes.
- » Una empresa existe también porque la inversión del propietario o propietarios es redituable.
- » Una empresa necesita de sus empleados para poder operar, sin ellos no existiría el producto, ni la empresa, y, a fin de cuentas, ellos son los que crean la calidad en el producto y/o servicio.
- » En una empresa, los propietarios o accionistas y los empleados forman una organización que existe para servir a sus clientes y como consecuencia servir a ellos mismos.
- » Una empresa tiene un impacto social en el entorno que le rodea, es decir, no afecta exclusivamente a sus clientes sino también al resto de la sociedad.

Podría pensarse que las reflexiones anteriores están dirigidas exclusivamente a empresas de tipo lucrativo, lo cual no es la intención. Para aclarar mejor las ideas, se puede poner como ejemplo a una universidad pública. Los accionistas en este caso serían todos aquellos miembros de la sociedad que forman parte de la población económicamente activa, ya que a través de sus impuestos se otorga el subsidio federal. Los empleados serían todos los profesores, investigadores, técnicos académicos, ayudantes, empleados administrativos y funcionarios que la conforman. Los clientes pueden ser divididos en tres categorías: las organizaciones, tanto públicas como privadas, que a futuro podrían contratar a los egresados de dicha universidad; los mismos alumnos y sus padres; y el resto de la sociedad que recibirá el impacto de las obras y servicios que dichos egresados

creen. Los beneficios que obtengan los clientes, en este caso, no necesariamente se deben medir en términos monetarios, puede ser en términos de bienestar social y elevación de su nivel de vida.

Con este nuevo enfoque, el enfoque de calidad puede definirse como un proceso de gestión holístico, estratégico, sistemático y participativo enfocado a anticipar, identificar y satisfacer las necesidades de los accionistas, empleados, consumidores o distribuidores, proveedores y el entorno social que rodea a la organización, en forma continua y sujeto a los recursos limitados con que cuenta la organización.

En la anterior definición la palabra *anticipar* se refiere a que es necesario prever los cambios que sufrirá el mercado, las demandas de los clientes, la tecnología, los materiales a usar, el impacto en el medio ambiente y en los ecosistemas, etcétera. Todo esto es dinámico y se debe estar preparado para dichos cambios. Asimismo, la palabra *identificar* se refiere a que no se pueden cumplir las exigencias de los clientes si no se sabe cuáles son estas exigencias. *Satisfacer* significa que, para poder sobrevivir, ser rentables y competir con ventaja se requerirá cumplir con las demandas crecientes de los clientes, tratando de exceder sus expectativas.

9. Calidad, productividad, competitividad, rentabilidad e imagen de mercado

La productividad se puede definir como un indicador de la eficiencia con la que se produce, y se define como un cociente:

$$\text{productividad} = \frac{\text{cantidad producida}}{\text{cantidad invertida}}$$

En el cociente anterior se puede ver que al menos existen tres formas de aumentar la productividad: a) producir más con los mismos recursos, sin demeritar la calidad de lo que se hace; b) producir lo mismo con menos recursos, sin demeritar la calidad de lo que se hace; c) producir más con menos recursos, sin demeritar la calidad de lo que se hace; lo ideal sería la tercera forma.

Como sistema, la productividad es el enfoque que establece una organización con el fin de producir la misma cantidad o una mayor, con los mismos recursos o menos (insumos de producción: mano de obra, maquinaria, métodos de trabajo, materia prima, etcétera), sin demeritar la calidad de lo que se hace.

Una de las razones de ser de todo sistema de calidad es el tratar de reducir la variabilidad de todos los productos y/o servicios que ofrece una organización, así como de sus procesos y sus tiempos. El llevar a efecto esto implica reducir los tiempos muertos, es decir reducción de tiempos que no le agregan valor al producto (por ejemplo, en las actividades de almacenaje, transvase, traslado, manejo, inspección, etcétera), reducción del desperdicio y de retrabajo, lo cual conlleva a disminuir los insumos invertidos para producir y así aumentar la productividad. Como se puede apreciar de lo anterior, mejorar la calidad en una organización implica elevar su productividad.

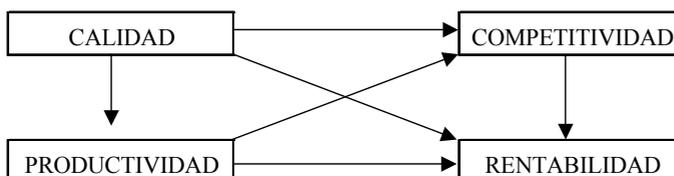
La rentabilidad es la capacidad de una organización para producir o rendir beneficios o utilidades anuales netas. En sentido general se denomina rentabilidad a la medida del rendimiento que en un determinado periodo de tiempo producen los capitales utilizados en los mismos. Esto supone una comparación entre la renta generada y los medios utilizados para obtenerla con el fin de permitir la elección entre alternativas o juzgar la eficiencia de las acciones realizadas.

Nótese que, si se reduce la cantidad invertida al disminuir el desperdicio, retrabajo, tiempos muertos, etcétera, se aumenta la rentabilidad de la organización.

La competitividad es la capacidad de las empresas, las industrias, las regiones, los países para generar, estando expuestas a la competencia internacional, unos niveles de utilidades y de empleos relativamente altos y duraderos. La competitividad se mide en función del PIB per cápita y se divide en dos componentes que determinan conjuntamente su nivel: el PIB por persona ocupada y el número de personas ocupadas en relación con la población en edad activa, es decir, la tasa de ocupación. Nuevamente, al mejorar la calidad de una organización se aumenta su competitividad al aumentar la rentabilidad y desde luego mejorar el clima organizacional de la empresa.

La imagen de mercado o imagen corporativa, se refiere a cómo se percibe una compañía. Es una imagen generalmente aceptada de lo que una compañía «significa». La creación de una imagen corporativa es un ejercicio en la dirección de la percepción. Es creada sobre todo por los expertos de marketing que utilizan las relaciones públicas y otras formas de promoción para sugerir un cuadro mental al público. Típicamente, una imagen corporativa se diseña para ser atractiva al público, de modo que la compañía pueda provocar un interés entre los consumidores, permanezca en su mente, genere riqueza de marca y facilite así las ventas del producto. La imagen de una corporación no es creada solamente por la compañía. Otros actores que contribuyen a este propósito podrían ser los medios de comunicación, periodistas, sindicatos, organizaciones medioambientales y otras ONGs. Las corporaciones no son la única forma de organización que generan este tipo de imágenes. Los gobiernos, las organizaciones caritativas, las organizaciones criminales, las organizaciones religiosas, las organizaciones políticas y las organizaciones educativas tienden a tener una imagen única, una imagen que sea parcialmente deliberada accidental, auto-creada y exógena. El mejorar la calidad provoca que se eleve la productividad, se aumente la rentabilidad y crezca la competitividad de la organización, lo que se traduce en una mejor imagen de la empresa.

FIGURA 62. Relación entre calidad, productividad, rentabilidad y competitividad



10. Costos de calidad e indicadores para medirla

Generalmente, cuando una persona ya tiene cierto tiempo en un área y cae en una rutina, se acostumbra a ver lo que le rodea como normal, no se cuestiona el por qué de las cosas y cae en lo que se denomina «ceguera de taller». Un experto en calidad cae en dicha ceguera cuando tiene que definir mecanismos para medir los costos de las fallas en calidad y solo percibe lo superficial como son los costos de desperdicios, retrabajos y devoluciones por garantía; los costos de calidad van más allá de eso; a esta forma de ver los costos de calidad se le denomina Síndrome del témpano de hielo, como el que se muestra en la figura 63.

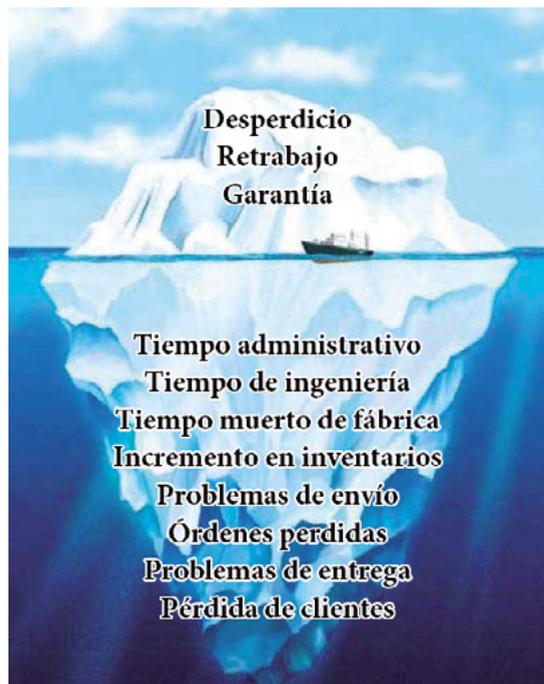


FIGURA 63. Síndrome del témpano de hielo

NOTA: McGraw-Hill Biblioteca de Administración de la Pequeña y Mediana Empresa. Tomo 5, página 3, 1986; Un vistazo a las competencias gerenciales. (2009). <http://sunneblood.blogspot.com/2009/08/un-vistazo-las-competencias-gerenciales.html>

Los costos de calidad son un medio para medir y optimizar las actividades del enfoque de la calidad. Se entiende como costos de calidad aquellos necesarios para buscar la mejora continua, surgen por las no conformidades existentes o

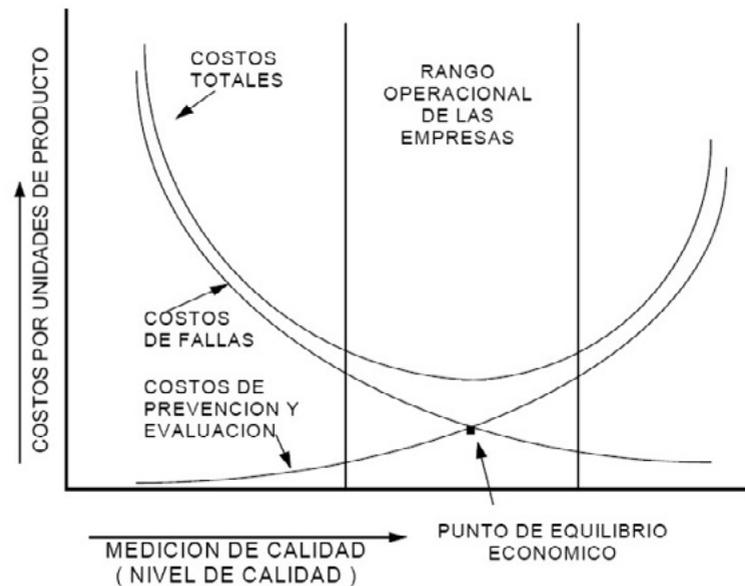
que pudieran existir. Incluyen los costos directos por fallas para la empresa y los costos de calidad ocultos especificados por las no conformidades, por lo que los costos de calidad están asociados con la creación, identificación, reparación y prevención de defectos.

Juran, Feigenbaum e Ishikawa dividen los costos operativos de calidad en cuatro grandes clasificaciones:

- a) Costos de prevención, que incluyen la planificación de la calidad y otros costos asociados con la prevención de no conformidades y defectos, como son las auditorías de calidad, el mantenimiento preventivo y sobretodo la capacitación y entrenamiento del personal en sus áreas de trabajo.
- b) Costos de evaluación, o los costos en los que se incurre al evaluar la calidad del producto para mantener niveles de calidad establecidos. En este rubro caen todas las mediciones, inspecciones y pruebas que se le aplican a los productos y procesos en una organización en cada etapa de su ciclo de producción, desde el diseño hasta la entrega del producto al cliente.
- c) Costos por fallas internas, ocasionados por materiales defectuosos o mal conformados y por productos que no cumplen las especificaciones de calidad de la compañía. Estas incluyen materia prima que no cumple especificaciones, desperdicios, retrabajo, mermas, tiempos muertos, etcétera.
- d) Costos por fallas externas, ocasionados por productos defectuosos o mal conformados que llegan al cliente. Incluyen quejas y costos de servicio al producto dentro de la garantía por fallas, defectos, costos de corte y castigos por demandas legales.

En la figura 63 se muestra la relación que existe entre los costos de calidad. Como se puede apreciar en dicha figura, el no invertir en implantar y mantener un sistema de calidad, garantiza tener costos altos de no calidad por fallas internas y externas. Para reducir costos por fallas, es necesario invertir en costos de evaluación y prevención. Pero, una cosa importante, tampoco es conveniente invertir demasiado en evaluación y prevención para evitar las fallas; el tratar de alcanzar cero defectos requiere una inversión muy alta en un sistema de calidad, lo cual no es redituable. Observe en esta figura que, si se suman los costos de calidad y de no calidad, se obtiene un costo total, que como se puede apreciar tiene un mínimo en el vértice de la parábola que se forma, que sería el redituable para una organización.

FIGURA 64. Relación entre costos de calidad y no calidad



NOTA: Costos de la calidad. (2010). <http://nuevasideas21.blogspot.com/2010/05/costos-de-la-calidad.html>

Se definen a continuación algunos indicadores para medir la calidad:

- i. **Calidad del Producto:** Es el conjunto de propiedades y características que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades expresadas o implícitas de su usuario. Que dicho producto cumpla las especificaciones técnicas que requiere el cliente, por ejemplo: durabilidad, confiabilidad, mantenibilidad, ergonomía, disponibilidad, etcétera y que sea adecuado para el uso que se le va a dar.

$$\text{Calidad del producto} = \frac{\text{Lotes recibidos} - \text{Lotes rechazados}}{\text{Lotes recibidos}}$$

- ii. **Calidad del Servicio:** Conjunto de características que garantizan la competencia, cortesía, prontitud, reforzamiento, imagen, etcétera, del personal para entregar el producto o servicio.

$$\text{Calidad del servicio} = \frac{\text{Puntos de contacto} - \text{Puntos de contacto mal atendidos}}{\text{Lotes recibidos}}$$

- iii. Precio: Es el valor monetario asignado a un bien o servicio, no solo debe tomarse en cuenta respecto a los competidores, es decir, buscando el menor precio de un conjunto de productos similares ofrecidos por varios proveedores, sino a lo largo del tiempo (que el precio se mantenga y no solo se haya tratado de una oferta).

$$\text{Calidad en el precio} = \frac{\text{Lotes recibidos} - \text{Lotes recibidos con precio arriba de competidores}}{\text{Lotes recibidos}}$$

- iv. Tiempo de entrega: Se refiere a que se entregue el producto en la fecha y hora establecidas (cumplimiento en la entrega del producto) y al tiempo que transcurre desde que se hace el pedido hasta que se entrega el producto o servicio (Ciclo de vida). Se pretende que el tiempo de ciclo (desde que se ordena hasta que se entrega) sea lo más corto posible, y, que se entregue en la fecha prometida, ni antes, ni después.

$$\text{Calidad en el tiempo de entrega} = \frac{\text{Lotes recibidos} - \text{Lotes entregados a destiempo}}{\text{Lotes recibidos}}$$

$$\text{Calidad en el tiempo de ciclo} = \frac{\text{Lotes recibidos} - \text{Lotes con ciclo por arriba de competidores}}{\text{Lotes recibidos}}$$

- v. Soporte técnico: Que se brinde el servicio de mantenimiento y soporte técnico para que el producto mantenga su funcionalidad a través del tiempo. También denominado servicio posterior a la venta; que el proveedor cuente con empleados capacitados para diagnosticar, prevenir y corregir fallas; que cuente con el equipo de diagnóstico adecuado; asimismo, que cuente con el equipo y herramientas para hacer la reparación o el mantenimiento; que tenga las refacciones disponibles oportunamente; y que cuente con una línea de comunicación las 24 horas los 365 días del año.

$$\text{Calidad en el soporte técnico} = \frac{CED + CER + CET + CSR}{5}$$

CED = Calificación Equipo De Detección De Fallas Escala Cero A Diez
CER = Calificación Equipo De Reparación De Fallas Escala Cero A Diez
CET = Clasificación Capacitación Y Entrenamiento Equipo De Trabajo Escala Cero A Diez

CDR = Calificación Disponibilidad de Refacciones Escala Cero a Diez
CSR = Calificación Servicio de Respuesta ante Llamadas
Escala Cero a Diez

¿Qué indicadores se podrían considerar para medir la eficacia y la eficiencia de un sistema de calidad?

- » % de reducción anual de defectos.
- » % de reducción anual de tiempos de ciclo.
- » % de mejoramiento anual en productividad.
- » % de mejoramiento anual en rentabilidad.
- » Rotación de inventarios.
- » Volumen de ventas efectivas.
- » Imagen en el mercado, basada en índices de desempeño de referencia mundiales.
- » Imagen interna basada en la retroalimentación de empleados.
- » % de reparto de utilidades.
- » % de inversión en capacitación y adiestramiento.
- » Tasa de rotación de empleados.
- » % de inversión en programas sociales.
- » % de inversión en programas de mejoramiento ambiental y en preservación de ecosistemas.

11. Cultura de calidad

Una cultura de calidad es el resultado o efecto de cultivar los valores éticos, actitudes, conocimientos y habilidades, y de afinarse por medio del ejercicio las facultades del ser humano, para beneficio de la sociedad. Los principios clave que deben guiar nuestra conducta para desarrollar una cultura de calidad se pueden resumir en los siguientes elementos: ética en todo lo que hacemos y respeto al individuo.

La calidad debe convertirse en una forma de vida, con responsabilidad personal y enfocada a la satisfacción de todos aquellos que nos demandan un servicio, como se muestra en la figura 65.

FIGURA 65



Los ejecutivos de las compañías más fuertes del mercado, e incluso de todas las demás, deben promover la conciencia de calidad y compartir información con

grupos externos tales como organizaciones comunitarias, de negocios, comerciales, escolares y gubernamentales. Asimismo, deben estimular el liderazgo e involucramiento de los empleados en actividades de calidad en organizaciones comunitarias, de negocios, comerciales, escolares y gubernamentales, lo mismo que en actividades relacionadas con normas nacionales e internacionales.

Los hábitos son pautas de conducta que se forman con la conjunción de cuatro elementos: valores éticos, conocimientos, habilidades y actitudes. Algunos elementos que deben tomarse en cuenta para la generación de hábitos, desde el punto de vista ético, son los siguientes:

- » Proactividad: Reaccionar con base en principios y no con base en instintos, ni como consecuencia de estímulos negativos externos. Nunca perder nuestra ecuanimidad en cualquiera de nuestras actividades.
- » Creatividad: Actitud mental que nos mueve a producir ideas nuevas o relacionar ideas viejas en forma novedosa.
- » Productividad: Producir más con menos recursos, sin demeritar la calidad de lo que se hace.
- » Empatía: Tratar de comprender antes de exigir ser comprendido, «saber escuchar», «ponerse en los zapatos del otro».
- » Sinergia e interdependencia: Efecto que producen dos seres humanos, trabajando e interactuando en común, cuyo resultado es mayor que la suma de los efectos individuales de cada uno de ellos.
- » Voluntad y consistencia.
- » «Hambre de aprender».

11.1. Calidad y Desarrollo Sustentable

La expresión desarrollo sustentable y sus variantes: desarrollo sostenido, sostenible, perdurable, duradero, se presentan como la traducción de lo que en inglés se conoce como «sustainable development». El desarrollo sustentable ha sido objeto de diversas definiciones, y su contenido semántico presenta notables variaciones en función de autores y circunstancias.

Una definición a la que casi siempre se recurre cuando se habla del desarrollo sustentable es la siguiente: es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

En el enfoque de los gurús de calidad, en el de los premios nacionales de calidad y en el enfoque normativo de calidad se percibe la preocupación por considerar el desarrollo sustentable como un elemento primordial de todo sistema de calidad. Con respecto al enfoque normativo, desde 1995 se desarrolló la Norma ISO 14000, la cual es una norma sobre administración ecológica, derivada de las normas británica BS 7750, francesa AFNOR 30-200 e irlandesa IS 310. De lo anterior se desprende que cualquier compañía que pretenda contar con un sistema de calidad debe considerar el enfoque del desarrollo sustentable y realizar esfuerzos de mejoramiento continuo en su entorno físico, social y económico. Este impacto en la sociedad debe medirse a través de indicadores clave, en los siguientes rubros:

- » Impacto ambiental y preservación de ecosistemas.
- » Difusión y promoción de una cultura de calidad.
- » Principios éticos en calidad.

Según B. W. Marguglio⁽²¹⁾, una gran parte de los dirigentes considera que las leyes de protección al medio ambiente solo son aplicables cuando están legisladas; desafortunadamente, la legislación es tan vasta que a menudo provee únicamente las guías generales, autorizando a los diversos cuerpos regulatorios a preparar, publicar e implantar las reglas, regulaciones e interpretaciones judiciales y administrativas al respecto, por lo que estas difieren de industria a industria y de sector a sector. Asimismo, la falta de difusión y aplicación efectiva de las normas existentes, así como el enfocarse a la empresa a obtener ganancias a corto plazo sin planear para el futuro ha ocasionado graves e irreversibles daños al medio ambiente.

En México, se puede citar el caso de la cuenca del río Papaloapan, a raíz de la puesta en operación de la presa Cerro de Oro, se percibe gradualmente un cambio en la fertilidad de la tierra; además del deterioro ecológico que provocan todas las industrias que se han asentado en la orilla de este río; baste citar como ejemplos las compañías procesadoras de papel y los ingenios azucareros, entre otras industrias.

Para la mayoría de obras de ingeniería civil (carreteras, aeropuertos, edificios, etcétera), en muchas ocasiones no se toma en cuenta esto. Nótese la gran cantidad de especies silvestre que aparecen atropellados en nuestras vías terrestres, o la desaparición de grandes bosques por supuestas mejoras en la infraestructura vial de la nación.

Para Art Kleiner⁽²²⁾, cualquier programa sobre mejoramiento del medio ambiente debe tomar en cuenta las siguientes preguntas:

- » ¿Qué características de los productos y/o servicios debe ofrecer una compañía de tal manera de mejorar a los ecosistemas, o al menos de evitar su deterioro, cuando dichos productos se desechen?
- » ¿Qué tipos de procesos de manufactura de estos productos y/o servicios son los menos contaminantes?
- » ¿Qué tipos de empaque pueden usarse para no afectar al medio ambiente?
- » ¿Qué programas de prevención de la contaminación (cero contaminantes), en vez de detección, corrección, filtrado y control de esta, son los más adecuados para una empresa en particular?
- » ¿Cómo pueden las empresas reducir la cantidad de desperdicios en la fuente?
- » ¿Qué métodos de medición y prueba de emisión de contaminantes son los más adecuados para una empresa en particular?
- » ¿Qué daños al medio ambiente le pueden ocasionar las emisiones químicas de una empresa al combinarse con otro tipo de sustancias que se encuentran a la intemperie y expuestas a los rayos solares?

Muchas empresas no se encuentran dispuestas a invertir en este tipo de programas porque piensan que los gastos para su diseño e implantación son elevados. Esto ha sucedido debido a que algunas de estas empresas han enfocado este tipo de programas a la detección, corrección y control de contaminantes sin preocuparse por prevenir su emisión, lo cual los lleva a ligarse con programas eternos que nunca disminuyen los costos de evaluación.

El preocuparse por el medio ambiente representa un impacto positivo en la imagen de marca que percibe el cliente sobre cierta empresa, lo que a la larga se reflejará en sus ganancias. Si los consumidores aceptan que los clorofluorocarbonatos dañan la capa de ozono, implícitamente esperarán que las compañías investiguen sobre alternativas nuevas o modificadas sobre los rociadores en aerosol o sobre los sistemas de refrigeración comercial. Asimismo, si los consumidores saben que cada año 2500 millones de pilas eléctricas contaminan con metales pesados tóxicos el agua subterránea, también esperarán que las compañías fabricantes desarrollen nuevos tipos de pilas.

Los ahorros que se reflejen en una empresa debido a la implantación de programas de mejoramiento del medio ambiente se deberán básicamente a cambios de actitud del personal.

Lo que se propone en este punto puede parecer utópico pero no lo es, ya que como se puede apreciar en los cuatro siguientes ejemplos: el Programa de Pagos por Prevención de la Polución de 3M, organizado en 1975, fue uno de los primeros enfocados a la reducción de la contaminación. En 3M, los empleados sugirieron muchos de los proyectos al respecto y un grupo interdisciplinario de trabajo analizó los problemas y sugirió soluciones; la división operativa decidió entonces cuánto de tiempo y de inversión se debía comprometer a un proyecto en particular, considerando para esto cuatro rubros potenciales: eliminación de contaminantes, conservación de la energía, acondicionamiento técnico y beneficios financieros. 3M publicó que sus programas ahorraron cerca de 500 millones de dólares, con un decrecimiento en emisiones contaminantes del aire de casi 125000 toneladas; asimismo, redujo drásticamente las emisiones contaminantes de las aguas negras simplemente dejándolas enfriar y circular alrededor de sus plantas varias veces antes de descargarlas. Otra planta de 3M ahorró cerca de 125000 dólares al año instalando un nuevo equipo de resina en espuma con mejor rociador. Un programa parecido se instauró en 1986 en Dow Chemical, del cual se engendraron más de 700 proyectos, obteniéndose un ahorro de alrededor de 200000 dólares al año. Westinghouse desarrolló a partir de 1989 un programa de reducción de contaminantes con muy buenos resultados.

11.2. Ética en Calidad

El término ética proviene de la palabra griega *ethos*, que originariamente significaba «morada», «lugar donde se vive» y que terminó por señalar el «carácter» o el «modo de ser» peculiar y adquirido de alguien; la costumbre (*mos-moris*: la moral). La ética tiene una íntima relación con la moral, tanto que incluso ambos ámbitos se confunden con bastante frecuencia.

La ética es una rama de la filosofía que estudia y sistematiza los conceptos del bien y el mal, así como otros relacionados. Esta disciplina tiene como objetivo definir de forma racional qué constituye un acto «bueno» o virtuoso, independientemente de la cultura en la que se enmarque.

La moral se define como el conjunto de normas que rigen el comportamiento de las personas que forman parte de una sociedad determinada, de modo que puedan contribuir al mantenimiento de la estabilidad y de la estructura social.

La moral se encarga de determinar qué conductas son adecuadas y cuáles no, en un contexto determinado, mientras que la ética se refiere a los principios generales que definen qué comportamientos son beneficiosos para todas

las personas. La ética es una disciplina normativa y la moral es descriptiva; así, la ética se diferencia de la moral en que pretende definir los comportamientos correctos, más que los que son aceptados por una sociedad.

La ética tiene la pretensión de ser universal, es decir, de poder ser aplicada en cualquier contexto, ya que idealmente parte del uso guiado del pensamiento, no de la obediencia ciega a normas rígidas. Por contra, la moral varía en función de la sociedad; conductas que pueden estar aceptadas en algunos grupos sociales, como la violencia de género o la explotación infantil, serían consideradas inmorales por personas de otras sociedades, así como desde un punto de vista ético.

En síntesis, se podría decir que la moral tiene que ver con el «ser» de una comunidad; en cambio, la ética tiene que ver con el «deber ser» de dicha comunidad.

Cuando una organización diseña e implanta un sistema de calidad, parte de un modelo basado en alguno de los enfoques que existen en calidad: el enfoque normativo de la ISO 9001, el enfoque de alguno de los premios de calidad o un enfoque particular como lo es el «Seis Sigma». En el enfoque normativo o en el enfoque de los premios existen los denominados «principios de un sistema de calidad», los cuales descansan en una base ética, lo que implica que al hablar de calidad se tiene que abordar desde el punto de vista ético.

El concepto de calidad, que se estableció previamente en el punto 7.16, como un proceso de gestión holístico, estratégico, sistemático y participativo enfocado a anticipar, identificar y satisfacer las necesidades de los accionistas, empleados, consumidores o distribuidores, proveedores y el entorno social que rodea a la organización, en forma continua y sujeto a los recursos limitados con que cuenta la organización, se basa precisamente en hacer lo correcto para satisfacer y exceder las expectativas de todos los actores de una organización. Debe remarcar que, en este sentido, la calidad no es una meta, sino un proceso de mejora continua y permanente.

¿Qué cualidades o características distinguirían a un sistema de calidad desde el punto de vista ético?

1. Los errores no se corrigen, se previenen.
2. La calidad no se controla, se crea.
3. La calidad es responsabilidad de todos.
4. Planeación participativa, integrada, continua y consistente.
5. Normas, políticas, y procedimientos actualizados e implantados eficaz y eficientemente.

6. Funcionalidad, ergonomía, confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y adecuación al uso desde el diseño.
7. Maquinaria, equipo, herramientas e instrumentos de calibración y prueba ajustados, calibrados y en uso.
8. Confianza recíproca en la relación cliente-proveedor.
9. Materia prima cumpliendo especificaciones en tiempo y forma.
10. Sensibilización, capacitación y entrenamiento continuo del personal.
11. Empleados con habilidades multifuncionales.
12. Trabajo en equipo y empoderamiento.
13. Evaluación del desempeño sistemática y enfocada al mejoramiento.
14. Reconocimiento y estímulo al personal.
15. Orgullo por el trabajo.
16. «Amor a la camiseta» de la organización.
17. Preocupación genuina por la preservación de ecosistemas.
18. Responsabilidad social.
19. Confianza en el trabajo de los demás.
20. Satisfacción de clientes internos.
21. Satisfacción de clientes externos.

Para terminar, se ilustrarán dos ejemplos de lo que se considera ética y calidad, aunado al Credo del Erudito citado al principio.

Sembrando

Marcos Rafael Blanco Belmonte (1871-1936)

Córdoba España

De aquel rincón bañado por los fulgores
del sol que nuestro cielo triunfante llena;
de la florida tierra donde entre flores
se deslizó mi infancia dulce y serena;
envuelto en los recuerdos de mi pasado,
borroso cual lo lejos del horizonte,
guardo el extraño ejemplo, nunca olvidado,
del sembrador más raro que hubo en el monte.

Aún no se si era sabio, loco o prudente
aquel hombre que humilde traje vestía;
solo sé que al mirarle toda la gente

con profundo respeto se descubría.
Y es que acaso su gesto severo y noble
a todos asombraba por lo arrogante:
¡hasta los leñadores mirando al roble
sienten las majestades de lo gigante!

Una tarde de otoño subí a la sierra
y al sembrador, sembrando, miré risueño;
¡desde que existen hombres sobre la tierra
nunca se ha trabajado con tanto empeño!
Quise saber, curioso, lo que el demente
sembraba en la montaña sola y bravía;
el infeliz oyóme benignamente
y me dijo con honda melancolía:
—Siembro robles y pinos y sicomoros;
quiero llenar de frondas esta ladera,
quiero que otros disfruten de los tesoros
que darán estas plantas cuando yo muera.

—¿Por qué tantos afanes en la jornada
sin buscar recompensa? —dije. Y el loco
murmuró, con las manos sobre la azada:
—«Acaso tú imagines que me equivoco;
acaso, por ser niño, te asombre mucho
el soberano impulso que mi alma enciende;
por los que no trabajan, trabajo y lucho;
si el mundo no lo sabe, ¡Dios me comprende!

«Hoy es el egoísmo torpe maestro
a quien rendimos culto de varios modos:
si rezamos, pedimos solo el pan nuestro.
¡Nunca al cielo pedimos pan para todos!
En la propia miseria los ojos fijos,
buscamos las riquezas que nos convienen
y todo lo arrostramos por nuestros hijos.
¿Es que los demás padres hijos no tienen?...
Vivimos siendo hermanos solo en el nombre
y, en las guerras brutales con sed de robo,

hay siempre un fratricida dentro del hombre,
y el hombre para el hombre siempre es un lobo».

«Por eso cuando al mundo, triste, contemplo,
yo me afano y me impongo ruda tarea
y sé que vale mucho mi pobre ejemplo
aunque pobre y humilde parezca y sea.
¡Hay que luchar por todos los que no luchan!
¡Hay que pedir por todos los que no imploran!
¡Hay que hacer que nos oigan los que no escuchan!
¡Hay que llorar por todos los que no lloran!
Hay que ser cual abejas que en la colmena
fabrican para todos dulces panales.
Hay que ser como el agua que va serena
brindando al mundo entero frescos raudales.
Hay que imitar al viento, que siembra flores
lo mismo en la montaña que en la llanura,
y hay que vivir la vida sembrando amores,
con la vista y el alma siempre en la altura».

Dijo el loco, y con noble melancolía
por las breñas del monte siguió trepando,
y al perderse en las sombras, aún repetía:
—«¡Hay que vivir sembrando! ¡Siempre sembrando! ...»

Un cuento que puede ser real «Cuánto cuesta una hora»

La noche había caído ya; sin embargo, un pequeño hacía grandes esfuerzos por no quedarse dormido. El motivo bien valía la pena; estaba esperando a su papá.

Los traviesos ojos iban cayendo pesadamente cuando se abrió la puerta. El niño se incorporó como impulsado por un resorte y soltó la pregunta que lo tenía tan inquieto:

—Papi, ¿cuánto ganas por hora?
—dijo con ojos muy abiertos.

Su padre, entre molesto y cansado, fue tajante en su respuesta:

—Mira, hijo. Eso ni siquiera lo sabe tu madre, no me molestes y vete a dormir que ya es tarde.

—Sí papi, pero por favor solo dime, ¿cuántos te pagan por una hora de trabajo?, reiteró suplicante el niño.

Contrariado, el padre apenas abrió la boca para decir: —Ochocientos pesos.

—Oye papá, ¿me podrías prestar cuatrocientos pesos? —preguntó el pequeño.

El padre se enfureció y tomó al pequeño del brazo y en tono brusco

le dijo: —Así que por eso quieres saber cuanto gano ¿no?, vete a dormir y no sigas fastidiando chico aprovechado.

El niño se alejó tímidamente y al meditar lo sucedido el padre comenzó a sentirse culpable. Tal vez necesita algo —pensó— y queriendo descargar su conciencia se asomó al cuarto de su hijo.

Con vos suave le preguntó:

—¿Duermes hijo?
—Dime papi, respondió entre sueños.

—Aquí tienes el dinero que me pediste.

—Gracias papi —susurró el niño mientras metía su manita debajo de la almohada de donde sacó varias monedas.

—¡Ya completé! —gritó jubiloso—. Tengo ochocientos pesos. ¿Me podrías vender una hora de tu tiempo?



Autor desconocido

12. Glosario básico de Calidad

Se muestran a continuación los términos y definiciones incluidos en la norma ISO 9000:2015; se indicará en los casos que la referencia sea diferente.

Acción correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable. Puede haber más de una causa para una no conformidad. La acción correctiva se toma para prevenir que algo vuelva a producirse, mientras que la acción preventiva se toma para evitar que algo suceda. Existe diferencia entre corrección y acción correctiva.

Acción preventiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable. Puede haber más de una causa para una no conformidad potencial. La acción preventiva se toma para evitar que algo suceda, mientras que la acción correctiva se toma para prevenir que vuelva a producirse.

Alta dirección: Persona o grupo de personas que dirigen y controlan al más alto nivel una organización.

Aseguramiento de la calidad: Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar la confianza en la cual se cumplirán los requisitos de la calidad.

Auditoría: Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de inspección.

Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

Característica: Rasgo diferenciador.

Característica de la calidad: Característica inherente de un producto, proceso o sistema relacionada con un requisito.

Características explícitas: Características contenidas en un bien o servicio, que se manifiestan de forma clara.

- Características implícitas:** Características contenidas en un bien o servicio, pero que no se manifiestan claramente.
- Certificación:** Actividad que permite establecer la conformidad de una determinada organización, producto o servicio con los requisitos definidos en normas o especificaciones técnicas.
- Ciente:** Organización o persona que recibe un producto.
- Cientes externos:** Consumidor del bien o servicio, en el que se incluyen las personas, las empresas o el mercado en general y que tiene la característica de ser independiente a la organización. Es el destinatario del producto o servicio producido.
- Cientes internos:** Representan el área, departamento, sección, personal, etcétera, que emplean o consumen los productos obtenidos, pero con la característica particular de pertenecer al conjunto de la organización. De este modo, dentro de la organización todos se convierten en clientes y proveedores a la vez.
- Competencia:** Habilidad demostrada para aplicar conocimientos y aptitudes.
- Concesión:** Autorización para utilizar o liberar un producto que no es conforme con los requisitos especificados. Una concesión está generalmente limitada a la entrega de un producto que tiene características no conformes, dentro de límites definidos por un tiempo o una cantidad acordados.
- Conclusiones de la auditoría:** Resultado de una auditoría que proporciona el equipo auditor tras considerar los hallazgos de la auditoría.
- Conformidad:** Cumplimiento de un requisito.
- Control de la calidad:** Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.
- Corrección:** Acción tomada para eliminar una no conformidad detectada. Una corrección puede realizarse junto con una acción correctiva. Una corrección puede ser por ejemplo un reproceso o una reclasificación.
- Criterios de auditoría:** Conjunto de políticas, procedimientos o requisitos utilizados como referencia.
- Defecto:** Incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado. La distinción entre los conceptos defecto y no conformidad es importante por sus connotaciones legales, particularmente aquellas asociadas a la responsabilidad legal de los productos puestos en circulación. Consecuentemente, el término «defecto» debería utilizarse con extrema precaución. El uso previsto tal y como lo prevé el cliente podría estar afectado por la naturaleza de la información proporcionada por el

proveedor, como por ejemplo las instrucciones de funcionamiento o de mantenimiento.

Desecho: Acción tomada sobre un producto no conforme para impedir su uso inicialmente previsto (reciclaje, destrucción). En el caso de un servicio no conforme, el uso se impide no continuando el servicio.

Diseño y desarrollo: Conjunto de procesos que transforma los requisitos en características especificadas o en la especificación de un producto, proceso o sistema.

Documento: Información y su medio de soporte.

Eficacia: Extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

Eficiencia: Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

Equipo de medición: Instrumento de medición, software, patrón de medición, material de referencia o equipos auxiliares o combinación de ellos, necesarios para llevar a cabo un proceso de medición.

Especificación: Documento que establece requisitos.

Estructura de la organización: Disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones entre el personal.

Evidencia objetiva: Datos que respaldan la existencia o veracidad de algo.

Evidencia de la auditoría: Registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y que son verificables.

Gestión: Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.

Gestión de la calidad: Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo a la calidad.

Hallazgos de la auditoría: Resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoría recopilada frente a los criterios de auditoría.

Infraestructura: Sistema de instalaciones, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de una organización.

Inspección: Evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiado por medición, ensayo/prueba o comparación con patrones.

Liberación: Autorización para proseguir con la siguiente etapa de un proceso.

Mejora continua: Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos.

Manual de la calidad: Documento que especifica el sistema de gestión de la calidad de una organización.

- Mejora de la calidad:** Parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.
- Necesidades implícitas:** Aquellas sentidas por una persona, grupo u organización, que no están clara o formalmente expresadas.
- No conformidad:** Incumplimiento de un requisito.
- Objetivo de la calidad:** Algo ambicionado, o pretendido, relacionado con la calidad.
- Organización:** Conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones.
- Permiso de desviación:** Autorización para apartarse de los requisitos originalmente especificados de un producto, antes de su realización. Un permiso de desviación se da generalmente para una cantidad limitada de producto o para un periodo de tiempo limitado y para un uso específico.
- Plan de calidad:** Documento que especifica qué procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuándo deben aplicarse a un proyecto, proceso, producto o contrato específico.
- Planificación de la calidad:** Parte de la gestión de la calidad enfocada al establecimiento de los objetivos de la calidad y a la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad.
- Política de la calidad:** Intenciones globales y orientación de una organización relativas a la calidad tal como se expresan formalmente por la alta dirección.
- Procedimiento:** Forma especificada de llevar a cabo una actividad o un proceso.
- Proceso:** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
- Proceso de medición:** Conjunto de operaciones que permiten determinar el valor de una magnitud.
- Producto:** Resultado de un proceso.
- Programa de la auditoría:** Conjunto de una o más auditorías planificadas para un periodo de tiempo determinado y dirigidas hacia un propósito específico.
- Proveedor:** Organización o persona que proporciona un producto.
- Reclasificación:** Variación de la clase de un producto no conforme, de tal forma que sea conforme con requisitos que difieren de los iniciales.
- Registro:** Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de las actividades desempeñadas.

- Reparación:** Acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista. La reparación incluye las acciones reparadoras adoptadas sobre un producto previamente conforme para devolverle su aptitud al uso, por ejemplo: como parte del mantenimiento. Al contrario que el reproceso, la reparación puede afectar o cambiar partes de un producto no conforme.
- Reproceso:** Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos. Al contrario que el reproceso, la reparación puede afectar o cambiar partes del producto no conforme.
- Requisito:** Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.
- Revisión:** Actividad emprendida para asegurar la conveniencia, adecuación y eficacia del tema objeto de la revisión, para alcanzar los objetivos establecidos.
- Satisfacción del cliente:** Percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos.
- Seis Sigma:** Método de gestión que permite a las empresas mejorar sus resultados, mediante el diseño y supervisión de sus actividades, minimizando el desperdicio y los recursos utilizados, y por tanto, aumentando la satisfacción de los clientes.
- Sistema:** Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.
- Sistema de gestión:** Sistema para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos.
- Sistema de gestión de la calidad:** Sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.
- Trazabilidad:** Capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración.
- Validación:** Confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista.
- Verificación:** Confirmación mediante la aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.

Ejercicios

1. Defina cómo se clasifican las edades de la Historia, incluyendo la Prehistoria y la Protohistoria.
2. Enumere cinco características que definan al Paleolítico.
3. Explique por qué la necesidad del ser humano de diseñar y crear herramientas en la prehistoria.
4. Cite cinco actividades que explican la División del Trabajo en la Protohistoria.
5. ¿En cuántas lenguas estaba escrita la piedra roseta?, ¿cuál era su mensaje?, ¿qué significado tiene para el ser humano?
6. ¿Cuál fue el primer código o norma que registra la Historia?, ¿para qué sirve?
7. ¿La Muralla China es una de las siete maravillas de la Historia?, ¿por qué? Cite cinco características de la misma que la hacen ser maravillosa.
8. Describa las siete maravillas del mundo antiguo, constructores, fechas aproximadas de creación, algunas de sus dimensiones, permanencia, por qué su grandeza.
9. ¿Qué define a la Edad Media?, ¿cuánto duró?, ¿por qué el nombre?, cite diez inventos del hombre en ese período, enumere cinco obras literarias de esa Edad; considera usted que es apropiado decir que es la Edad del Obscurantismo.
10. ¿Qué es el romanticismo?
11. ¿Qué es el absolutismo?
12. ¿Por qué el nombre de Renacimiento?, ¿qué lo distingue?, ¿por qué la grandeza de autores como Galileo, Leonardo Da Vinci, Michelangelo Buonarroti, Maquiavelo, Miguel de Cervantes Saavedra, Michel Eyquem de Montaigne, William Shakespeare, Erasmo de Rotterdam, Durero; describa la principal o principales obras de cada uno de ellos.
13. Enumere las 95 Tesis de Martín Lutero, escoja cinco de ellas que según su criterio son las más importantes.
14. Elabore una presentación muy breve del Taj Mahal y el porqué de su grandeza.
15. Explique muy brevemente la Revolución Francesa y sus consecuencias.
16. Describa a grandes rasgos la Revolución Industrial, citando los principales inventos que condujeron a las diversas revoluciones que hubo en esta época.

17. Elabore un breve ensayo sobre la Independencia de los Estados Unidos de Norteamérica y sus consecuencias.
18. Elabore una crítica sobre la doctrina del Laissez faire.
19. Elabore una descripción sucinta del libro *An Inquiry into the Nature and Causes of Wealth of Nations* (Investigaciones sobre la naturaleza y las causas de la riqueza de las naciones).
20. Cite la «Declaración de los derechos del hombre y del ciudadano» de 1792 en Francia y determine qué artículos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos la contienen.
21. Elabore una biografía y un ensayo de sus principales contribuciones de Frederick Winslow Taylor.
22. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Henry Ford.
23. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Walter A. Shewhart.
24. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de George Elton Mayo.
25. Elabore una semblanza de la American Society for Quality.
26. Elabore una biografía y un ensayo de sus principales contribuciones de William Edwards Deming.
27. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Joseph Juran.
28. Describa qué es el Premio Nacional de Calidad Deming de Japón, cuáles son sus principales categorías, elementos, a qué se hacen acreedores los ganadores de este premio, elabore un mapa mental del mismo.
29. Elabore un cuadro sinóptico sobre la guía y formato de evaluación del Premio Malcolm Baldrige de Estados Unidos.
30. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Kaoru Ishikawa.
31. Explique a detalle qué son los círculos de calidad.
32. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Joseph M. Juran.
33. Explique a detalle la Espiral de Calidad de Juran.
34. Elabore una descripción sucinta del libro *Quality Control Handbook*, cuyo editor en jefe fue Juran.
35. ¿Qué es la Trilogía de Administración de Calidad de Juran?, explique cómo se constituye cada uno de sus procesos.

36. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Peter F. Drucker.
37. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Armand V. Feigenbaum.
38. Describa a detalle y ejemplificando cada uno de ellos los denominados Costos de Calidad
39. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Phillip B. Crosby.
40. Esquematice y explique el denominado Síndrome del Iceberg.
41. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Genichi Taguchi.
42. Explique qué es la Ingeniería de Calidad según Genichi Taguchi.
43. Explique sucintamente qué son los diseños de experimentos de Taguchi, cómo se relacionan y qué diferencias hay con el diseño de experimentos clásicos de Fisher y el diseño de experimentos de Shainin.
44. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Shigeru Mizuno.
45. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Yoji Okao.
46. Elabore una biografía y un ensayo de las principales contribuciones de Shigeo Shingo.
47. Describa qué es el Premio Nacional de Calidad Malcolm Baldrige de Estados Unidos, cuáles son sus principales categorías, elementos, a qué se hacen acreedores los ganadores de este premio, elabore un mapa mental del mismo.
48. Elabore un cuadro sinóptico sobre la guía y formato de evaluación del Premio Malcolm Baldrige de Estados Unidos.
49. Describa qué es el Premio Europeo a la Calidad, cuáles son sus principales categorías, elementos, a qué se hacen acreedores los ganadores de este premio, elabore un mapa mental del mismo.
50. Elabore un cuadro sinóptico sobre la guía y formato de evaluación del Premio Europeo a la Calidad.
51. Describa qué es el Premio Nacional de Calidad de México, cuáles son sus principales categorías, elementos, a qué se hacen acreedores los ganadores de este premio, elabore un mapa mental del mismo.
52. Elabore un cuadro sinóptico sobre la guía y formato de evaluación del Premio Malcolm Baldrige de Estados Unidos.
53. Elabore un ensayo sobre cuáles han sido los avances en calidad en México.
54. Investigue la biografía de algunos expertos (gurús) de calidad en México.

55. Explique a detalle cuál es la concepción moderna del término Calidad.
56. Elabore un esquema de una iglesia como un sistema productivo.
57. Elabore un esquema del ejército como un sistema productivo.
58. Explique detalladamente cómo se definen los conceptos de Productividad, Rentabilidad, Competitividad e Imagen de Mercado y qué relaciones y diferencias hay entre los mismos y el concepto de calidad.
59. Explique a detalle cuáles han sido los avances en Calidad en los últimos 25 años, fundamentando su respuesta.
60. Desglose los tipos de costos de calidad que existen, ejemplifique cada uno de ellos y cómo propone medirlos.
61. Elabore un ensayo sobre Calidad de Vida en la familia o con una pareja.
62. Elabore un ensayo sobre Calidad de Vida en la escuela.
63. Elabore un ensayo sobre Calidad de Vida en una empresa.
64. Elabore un ensayo sobre Desarrollo Sustentable en México.
65. Elabore un ensayo sobre qué características de los productos y/o servicios debe ofrecer una compañía de tal manera de mejorar a los ecosistemas, o al menos de evitar su deterioro, cuando dichos productos se desechen.
66. Elabore un ensayo sobre qué tipos de procesos de manufactura de estos productos y/o servicios son los menos contaminantes: papel, plástico, ingenio azucarero.
67. Elabore un ensayo sobre qué tipos de empaque pueden usarse para no afectar al medio ambiente.
68. Elabore un ensayo sobre qué programas de prevención de la contaminación (cero contaminantes), en vez de detección, corrección, filtrado y control de ésta, son los más adecuados para una empresa en particular.
69. Elabore un ensayo sobre cómo pueden las empresas reducir la cantidad de desperdicios en la fuente.
70. Elabore un ensayo sobre qué métodos de medición y prueba de emisión de contaminantes son los más adecuados para una empresa en particular.
71. Elabore un ensayo sobre qué daños al medio ambiente le pueden ocasionar las emisiones químicas de una empresa al combinarse con otro tipo de sustancias que se encuentran a la intemperie y expuestas a los rayos solares.
72. Elabore un ensayo sobre las relaciones y diferencias que existen entre ética y calidad.
73. Ejemplifique con un cuento la relación que existe entre calidad y ética.
74. Ejemplifique con una poesía la relación que existe entre calidad y ética.
75. Elaborar un Crucigrama «solo para tigres» que contenga 50 conceptos relacionados con Calidad.

Bibliografía

1. Estrada Castillo, Octavio. *Modelo de Sistema de Calidad Total y Metodología para su Implantación*, Tesis de Maestría en Investigación de Operaciones, Facultad de Ingeniería, UNAM, 1994.
2. Gombrich, Ernst H. *A little history of the world*. Yale. GB y EE. UU, 2005.
3. Taylor, Frederick Winslow. *The Principles of Scientific Management*. Ed. Harper & Brothers, New York and London, 1911
4. Shewhart, Walter A. *The Economic Control of Quality of Manufactured Product*. Van Nostrand Company. 1931.
5. Mayo, Elton. *The Human Problems of an Industrial Civilization*. Macmillan Co. New York, 1933.
6. J. A. C. Brown. *La Psicología Social en la Industria*. Breviario del Fondo de Cultura Económica, México, 1998.
7. Form, D. C. Miller, W. H. *Industrial Sociology*. Ed. Harper & Row, 1969.
8. Deming, Edwards. Joyce Nilsson Orsini editor. *The Essential Deming: Leadership Principles from the Father of Quality*. McGraw-Hill, 2013.
9. Ishikawa, Kaoru. *What is Total Quality Control. The Japanese Way*. Prentice Hall, 1985.
10. Juran, J. M. and Gryna, F. M. *Quality Control Handbook*. McGraw-Hill. 1951 (4ª edición 1988).
11. Drucker, Peter F. *The Essential Drucker: The Best of Sixty Years of Peter Drucker's Essential Writings on Management*. Collins, 2008
12. Feigenbaum, Armand Vallin. *Total Quality Control*. McGraw-Hill. 1951 (5ª edición 1988).
13. Crosby, Philip Bayard. *Quality is Free: The Art of Making Quality Certain*. McGraw-Hill, 1979.
14. Taguchi, Genichi et. al. *Taguchi's Quality Engineering Handbook*. McGraw-Hill, 2005.
15. Taguchi Genichi. *System of Experimental Design*. Vol. 1 and 2. UNIPUB-Kraus International Publications. 1987.

16. Shingo, Shigeo. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. CRC Press, 1985.
17. Application Guidelines. *Malcolm Baldrige National Quality Award*. United States Department of Commerce and National Institute of Standards and Technology. 1991.
18. The European Quality Award 1992. European Organization for Quality.
19. FUNDAMECA. Monografía 3. 1990.
20. Premio Nacional de Calidad (Modelo de Mejora Continua de México. Versión revisada 1993).
21. B. W. Marguglio. *Environmental Compliance and Universal Quality Assurance*. Quality Progress. ASQC, 1981.
22. Art Kleiner. *What Does It Mean to Be Green?* Harvard Business Review. July-August, 1991.
23. Munsel August B. *Ethics in Quality*. Marcel Dekker Inc.1991.
24. Ochoa Rosso, Felipe. *Metodología de Sistemas*. DEPMI-UNAM.1987.



Desarrollo histórico de la calidad. Segunda Edición.
se publicó digitalmente en el repositorio de la
Facultad de Ingeniería el 15 de mayo de 2023.
Segunda edición electrónica de un ejemplar
(10 MB) en formato PDF.

El cuidado de la edición y diseño estuvieron a
cargo de la Unidad de Apoyo Editorial de la
Facultad de Ingeniería. La familia tipográfica
utilizada fueron Minion Pro y Chivo con sus
respectivas variantes.