

**W. Edwards Deming**

**Calidad,  
Productividad y  
Competitividad**

**La salida de la crisis**





**CALIDAD,  
PRODUCTIVIDAD  
Y COMPETITIVIDAD  
LA SALIDA DE LA CRISIS**



W. Edwards Deming

CALIDAD,  
PRODUCTIVIDAD  
Y COMPETITIVIDAD  
LA SALIDA DE LA CRISIS

Versión española por:

**Jesús Nicolau Medina**

Licenciado en Ciencias Químicas.

Vicepresidente del Centro de Promoción para la Calidad  
de la Comunidad Valenciana (AECC). Consultor.

**Mercedes Gozalbes Ballester**

Licenciada en Ciencias Químicas y Farmacia.

**DÍAZ DE SANTOS**

Título original: «OUT OF THE CRISIS». Quality, Productivity and Competitive Position

© 1982, 1986 W. Edwards Deming

© 1989 Ediciones Díaz de Santos, S. A.

Editado por Cambridge University Press

«No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright»

ISBN lengua inglesa: 0-521-30553-5

ISBN lengua española: 978-84-87189-22-7

Depósito legal: M. 35.195-1989

Edita: Díaz de Santos, S. A.

c/Juan Bravo, 3A. 28006 Madrid

Traducción: Jesús Nicolau

Diseño de cubierta: José Luis Tellería

Fotocomposición: MonoComp, S. A.

Conde de Vilches, 31. 28028 Madrid

Impresión: Lavel. Los Llanos, nave 6. Humanes (Madrid)

# Contenido

---

Sobre el autor.....	IX
Prefacio .....	XI
Agradecimientos .....	XV
1. Reacción en cadena: calidad, productividad, reducción de costes, conquista del mercado .....	1
2. Principios para transformar la gestión en las empresas occidentales .....	15
3. Enfermedades y obstáculos .....	75
4. ¿Cuándo? ¿Cuánto tiempo? .....	115
5. Preguntas para ayudar a los directivos .....	121
6. La calidad y el consumidor .....	131
7. La calidad y la productividad en las empresas de servicios .....	143
8. Nuevos principios para la formación y el liderazgo .....	193
9. Definiciones operativas, conformidad, comportamiento .....	215
10. Estándares y reglamentos.....	231
11. Causas comunes y causas especiales de la mejora. Sistema estable .	241
12. Más ejemplos de mejoras en el sentido del flujo .....	287
13. Algunas decepciones con grandes ideas .....	301
14. Dos informes para la dirección .....	307
15. Plan para que el coste total medio de los ensayos de materiales en recepción y del producto final sea mínimo .....	315
16. Organización para mejorar la calidad y la productividad .....	361
17. Algunas ilustraciones para mejorar la vida .....	369
Apéndice: la transformación en Japón .....	377
Índice .....	383
Locuciones y abreviaturas latinas .....	393





# Sobre el autor \_\_\_\_\_

W. Edwards Deming es el consultor, conocido internacionalmente, cuyos trabajos introdujeron en la industria japonesa los nuevos principios de la gestión, y revolucionaron su calidad y productividad. La adopción de los 14 puntos del Dr. Deming para la gestión podría ayudar a la industria de los Estados Unidos. El Dr. Deming tiene 40 años de práctica mundial.

En agradecimiento a su contribución a la economía japonesa, la Unión de Ciencia e Ingeniería Japonesa (JUSE) instituyó el Premio Anual Deming para las aportaciones a la calidad y fiabilidad de los productos. En 1960 el Emperador del Japón le concedió la Medalla de la Segunda Orden del Tesoro Sagrado. El Dr. Deming ha recibido muchas otras recompensas, incluyendo la Medalla Shewhart de la Sociedad Americana para el Control de Calidad en 1956, y el Premio Samuel S. Wilks de la Asociación Americana de Estadística en 1983.

La sección Metropolitana de la Asociación Americana de Estadística estableció en 1980 el premio anual Deming para la mejora de la calidad y la productividad.

El Dr. Deming fue elegido en 1983 miembro de la Academia Nacional de Ingeniería, y se le han concedido los doctorados *honoris causa* en Derecho y en Ciencias por la Universidad de Wyoming, Rivier College, Universidad Estatal de Ohio, Universidad de Maryland, el Clarkson College de Tecnología, y la Universidad George Washington.



# Prefacio

---

El objetivo de este libro es transformar el estilo de la gestión en América. La transformación del estilo americano de gestión no es una labor de reconstrucción, ni de revisión. Hace falta una nueva estructura, desde la base hasta el final. La palabra adecuada podría ser *mutación*, aunque *mutación* implica espontaneidad desordenada. La transformación debe tener lugar por medio de un esfuerzo dirigido. El objetivo de este libro es proporcionar esta dirección. También es necesaria la transformación de las relaciones del gobierno con la industria, como se verá.

El fracaso de la gestión para planificar el futuro y predecir los problemas ha traído como consecuencia un despilfarro de mano de obra, de materiales, y de tiempo-máquina, todo lo cual incrementa el coste al fabricante y el precio que debe pagar el comprador. El consumidor no siempre quiere subvencionar este despilfarro. El resultado inevitable es la pérdida del mercado. La pérdida del mercado genera desempleo. La actuación de la dirección se debería medir por el potencial para permanecer en el negocio, proteger la inversión, y asegurar los dividendos futuros y los puestos de trabajo al mejorar el producto y el servicio, y no por los dividendos trimestrales.

Ya no resulta aceptable socialmente lanzar a los empleados a engrosar la masa de desempleados. La pérdida del mercado, y el desempleo resultante, no están predeterminados. No son inevitables. Son consecuencia de la acción del hombre.

La causa fundamental de la enfermedad de la industria americana y el consecuente desempleo es el fracaso de la dirección, que no dirige. Aquél que no vende no puede comprar.

Las causas que normalmente se mencionan del fracaso de una compañía son los costes de la puesta en marcha, sobrepasar los costes, devaluación del exceso de existencias, la competencia, cualquier cosa excepto la causa real, simple y llanamente la mala gestión.

¿Qué debe hacer la dirección? Obviamente la dirección tiene una nueva tarea. ¿Dónde pueden aprender los directores la transformación necesaria?

El hecho es que la dirección no puede aprender sólo por la experiencia lo

que debe hacer para mejorar la calidad, la productividad y la competitividad de la compañía.

La respuesta no está en que cada uno lo haga lo mejor que sepa. Primero es necesario que las personas conozcan lo que deben hacer. Hacen falta unos cambios drásticos. El primer paso de la transformación es aprender cómo se debe cambiar: esto es, comprender y poner en práctica los 14 puntos del Capítulo 2, y poner remedio a las enfermedades que se citan en el Capítulo 3.

Cualquier directiva que busque la transformación tiene que comprometerse a largo plazo con el nuevo aprendizaje y la nueva filosofía. Los tímidos y timoratos, y los que esperan resultados rápidos, están condenados a la decepción.

La resolución de los problemas, grandes y pequeños, no detendrá la decadencia de la industria americana, ni tampoco lo conseguirá la extensión del uso de ordenadores, aparatos y robots. Los beneficios procedentes de la extensión masiva de nuevas maquinarias también constituyen una esperanza vana. La respuesta tampoco está en la extensión masiva inmediata de la enseñanza de los métodos estadísticos a los obreros, ni en el lanzamiento al por mayor de los círculos de control de calidad (Círculos de CC). Todas estas actividades ayudan, pero lo único que hacen es prolongar la vida del paciente; no pueden detener la decadencia. Sólo la transformación del estilo americano de dirigir, y de las relaciones del gobierno con la industria, pueden detener la decadencia y dar una nueva oportunidad a la industria americana para dirigir el mundo otra vez.

El trabajo de la dirección es inseparable del bienestar de la compañía. La movilidad, el estar un poquito aquí y otro poquito allá, de los directores, yendo de una compañía a otra, es algo que la industria americana no puede permitirse más. La dirección debe declarar una política para el futuro, permanecer en el negocio y proporcionar puestos de trabajo a su gente, y luego más puestos de trabajo. La dirección debe comprender el diseño del producto y del servicio, la adquisición de materiales, los problemas de producción, el control del proceso, y las barreras que privan al trabajador de su derecho de nacimiento, el derecho a estar orgulloso de su trabajo.

Casi todos los días hay en este país conferencias sobre el tema de la productividad, relacionadas fundamentalmente con los aparatos y las medidas de la misma. Como dijo E. Conway, las medidas de la productividad son como las estadísticas de accidentes. Nos dicen que hay un problema, pero no hacen nada para evitarlo. Este libro es un intento de mejorar la productividad, no de medirla simplemente.

En el libro no se hace distinción entre empresas dedicadas a la fabricación y empresas de servicios. Las empresas de servicios incluyen los servicios gubernamentales, entre los cuales se encuentran la educación y el correo. Todas las empresas, de fabricación y de servicios, están sujetas a los mismos principios de gestión.

Cualquier directivo necesita, para su transformación, unos pocos conoci-

mientos rudimentarios científicos —en concreto, sobre la naturaleza de la variación y sobre las definiciones operativas. A lo largo del libro, numerosos ejemplos ilustran cómo el no distinguir las dos clases de variación, las debidas a las causas especiales y a las causas comunes, y no entender las definiciones operativas, acarrearán pérdidas y desmoralización.

El lector se apercibirá del hecho de que no sólo el estilo de la gestión en América no es el adecuado para esta era económica, sino que también muchas normas gubernamentales y la División Antimonopolista del Ministerio de Justicia no llevan el paso, empujando a la industria americana por el camino de la decadencia, opuesto al bienestar del pueblo americano. Por ejemplo, las absorciones poco amistosas de empresas y las compras ventajosas son un cáncer en el sistema americano. El miedo a la absorción de la empresa, junto con el énfasis puesto en los dividendos trimestrales, hace fracasar la constancia en el propósito. Sin el propósito constante de permanecer en el negocio por medio del suministro de productos y servicios que tengan un mercado, habrán más bajas y más desempleo. ¿Qué hace la Comisión de Seguridad e Intercambio sobre las ventas de empresas?

Cuando valoramos la tarea que tenemos por delante, resulta obvio que nos queda un largo y espinoso camino —de décadas.

La dependencia de la protección con tarifas y leyes para «comprar cosas americanas» sólo estimula la incompetencia.

No sería correcto dejar al lector con la impresión de que no se está poniendo ningún remedio. La realidad es que en un cierto número de compañías, los directores están trabajando en los 14 puntos y las enfermedades que afligen a la industria americana. Ya se han registrado resultados sustanciales. Algunas escuelas empresariales ofrecen cursos para transformar el estilo americano de gestión, basados en los apuntes de los seminarios realizados durante estos últimos años.



# Agradecimientos

---

Estoy agradecido por haber tenido el privilegio especial de trabajar como aprendiz de varios hombres extraordinarios, entre los cuales se encuentran Walter A. Shewhart, Harold F. Dodge, y George Edwards, todos ellos de los Bell Telephone Laboratories, todos ellos fallecidos ya. Igual de valioso ha sido el aprendizaje bajo otros colegas estimados, tales como Morris H. Hansen, Philip M. Hauser, Frederick Franklin Stephan, Samuel Stoufer, el General Leslie E. Simón, Eugene L. Grant, Holbrook Working, Franz J. Kallman, P.C. Mahalanobis.

Muchos buenos amigos han contribuido a mi formación en el tema que aquí nos ocupa. Entre ellos se encuentran Lloyd S. Nelson, William W. Scherkenbach, Myron Tribus, Ronald P. Moen, William A. Golomski, Carolyn A. Emigh, Louis K. Kates, Nancy R. Mann, Brian Joiner, Mervin Muller, Ez Nahouraii, James K. Bakken, Edward M. Baker, Heero Hacquebord. Las aportaciones concretas al texto se citan por sus nombres. La claridad en la exposición se debe a Kate McKeown.

Estoy en deuda con el profesor William G. Hunter y algunos de sus estudiantes de la Universidad de Wisconsin por su ayuda en algunos puntos difíciles, así como por sus aportaciones al texto.

Cientos de personas de mis seminarios han contribuido al caudal de conocimientos, que año tras año se ha ido haciendo más profundo y más ancho.

El lector cuidadoso puede observar el uso de la palabra *liderazgo*, cuando la palabra usual hubiese sido *supervisión*. La razón es que para sobrevivir, la supervisión será reemplazada por el liderazgo. Le debo esta observación a mi amigo James B. Fitzpatrick de la General Motors.

Este libro jamás hubiese sido impreso sin la dedicación y la perseverancia de mi secretaria Cecilia S. Kilian. Ella me ha ayudado desde hace 32 años a desarrollar una estadística animada, y ha escrito, de garabatos sobre garabatos escritos sobre mi regazo durante los vuelos, una versión tras otra de notas para utilizarlas de texto en mis seminarios, y por último para redactar este libro tal como el lector lo ve.





# 1

---

## Reacción en cadena: calidad, productividad, reducción de costes, conquista del mercado

*¿Quién es ese que oscurece el consejo  
con palabras sin sabiduría? (Job 38:2.)*

**Objeto de este capítulo.** El objeto de este capítulo es aclarar lo que es un sistema estable de dificultades en una planta de fabricación, y explicar que, porque el sistema es estable, el mejorar la calidad es responsabilidad de la dirección. En los capítulos siguientes aparecerán más ejemplos.

**Un poco de tradición.** En América la tradición dice que la calidad y la productividad son incompatibles: que no se pueden tener ambas. Un director de planta le dirá normalmente que o lo uno o lo otro. A lo largo de su experiencia, si se hace avanzar a la producción, se resiente la calidad. Esto será lo que le ocurra cuando no sabe lo que es la calidad ni como conseguirla<sup>1</sup>.

La respuesta clara y concisa surgió en una reunión con 22 operarios, todos ellos representantes de un sindicato, como contestación a mi pregunta: «¿Por qué sucede que al mejorar la calidad aumenta la productividad?»

Menos reprocesos.

---

<sup>1</sup> Sacado de la carta del Dr. Tsuda mencionada más adelante.

No hay una respuesta mejor. A menudo surge otra versión:

No hay tantos desperdicios.

Para el operario, la calidad significa que su actuación le satisface, le hace estar orgulloso de su trabajo.

Al mejorar la calidad, se transfieren las horas-hombre y las horas-máquina malgastadas a la fabricación de producto bueno y a dar un servicio mejor. El resultado es una reacción en cadena —se reducen los costes, se es más competitivo, la gente está más contenta con su trabajo, hay trabajo, y más trabajo.

Una definición clara de la relación entre la calidad y la productividad la dio mi amigo el Dr. Yoshikasu Tsuda de la Universidad Rikkyo de Tokio, el cual me escribió lo siguiente el 23 de marzo de 1980:

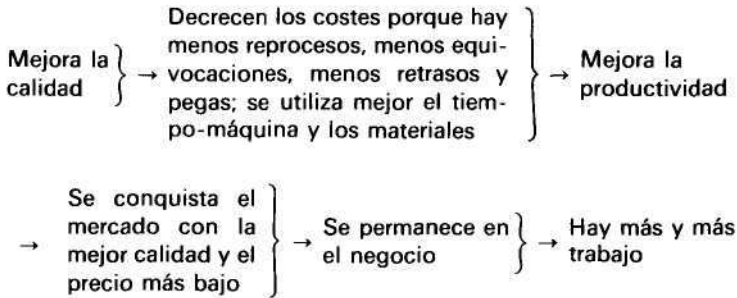
Acabo de pasar un año en el hemisferio norte, en 23 países, en los cuales he visitado muchas plantas industriales, y he hablado con muchos empresarios.

En Europa y América, las personas están ahora más interesadas en el coste de la calidad y en los sistemas de calidad. Pero en Japón, seguimos muy interesados en mejorar la calidad por medio de los métodos que usted comenzó... cuando mejoramos la calidad también mejoramos la productividad, exactamente como usted nos dijo, en 1950, que ocurriría.

El Dr. Tsuda está diciendo que la industria occidental se queda satisfecha con mejorar la calidad sólo hasta el nivel en el que las cifras visibles despejen las dudas sobre el beneficio económico de seguir mejorando. Como alguien preguntó: «¿Hasta qué nivel podemos bajar la calidad sin perder los clientes?». Esta pregunta acumula un montón de incomprensiones por parte de los directivos americanos. Por el contrario, los japoneses siguen adelante y mejoran el proceso haciendo caso omiso de las cifras. Así es como mejoran la productividad, disminuyen los costes, y conquistan el mercado.

**El despertar en Japón.** Los directivos de muchas compañías de Japón observaron en 1948 y 1949 que el mejorar la calidad engendra de manera natural e inevitable la mejora de la productividad. Esta observación surgió del trabajo de unos cuantos ingenieros japoneses que estudiaron la bibliografía sobre control de calidad proporcionada por los ingenieros de los Bell Laboratories, que entonces estaban trabajando con el staff del general MacArthur. Esta bibliografía incluía el libro de Walter A. Shewhart *Economic Control of Quality of Manufactured Product* (Van Nostrand, 1931; reeditado por la Sociedad Americana para el Control de Calidad, 1980). Los resultados fueron alentadores, indicando que efectivamente la productividad progresa al reducir la variación, tal como se profetizaba en los métodos y la lógica del libro de Shewhart. Como resultado de la visita de un experto extranjero en el verano de 1950, la siguiente reacción en cadena quedó grabada en Japón como un estilo

de vida<sup>2</sup>. Esta reacción en cadena estaba en todas las pizarras de todas las reuniones con los directivos japoneses desde julio de 1950 en adelante. (Ver también la Fig. 1.)



En Japón, el operario, como en cualquier otra parte del mundo, siempre tuvo conocimiento de esta reacción en cadena; y también que los defectos y fallos que llegan a la mano del cliente hacen perder el mercado y le cuestan a él su puesto de trabajo.

Una vez que los directivos adoptaron la reacción en cadena en Japón a partir de 1950, todos tenían un objetivo común, es decir, la calidad.

Al no haber prestamistas ni accionistas presionando para conseguir dividendos, este esfuerzo se convirtió en el enlace entre la dirección y los operarios. En Japón no tienen lugar las absorciones poco amistosas ni las compras ventajosas de empresas. Los directores no están preocupados por el precio: proporción de ganancias sobre su capital. El director japonés ha adoptado la constancia en el propósito (ver el Punto 1 del Capítulo 2, p. 19). Las citas de los artículos de Tsurumi y Kaus de las pp. 77 y 112 también son aplicables aquí.

**Diagrama de flujo (Fig. 1).** Hablando de la calidad no se conseguía nada. Era necesario entrar en acción. El diagrama de flujo de la Fig. 1 proporcionó el punto de partida. Los materiales y el equipo entran por la izquierda. Sería necesario, expliqué yo, mejorar los materiales de recepción. Trabajen con su proveedor como si fuese su socio, con una relación de lealtad y confianza a largo plazo para mejorar la calidad de los materiales en recepción y para disminuir los costes.

El consumidor es la pieza más importante de la línea de producción. La calidad se debe orientar a las necesidades del consumidor, presente y futuro.

<sup>2</sup> Estoy agradecido a los miembros fundadores de JUSE por los primeros años de sus esfuerzos: en particular al Dr. E.E. Nishibori. El trabajo con otras personas de la alta dirección de Japón en 1950 y en adelante, proporcionó más ayudas. JUSE es el código telegráfico de la Unión Japonesa de Ciencia e Ingeniería, de Tokio. Ver el Apéndice.

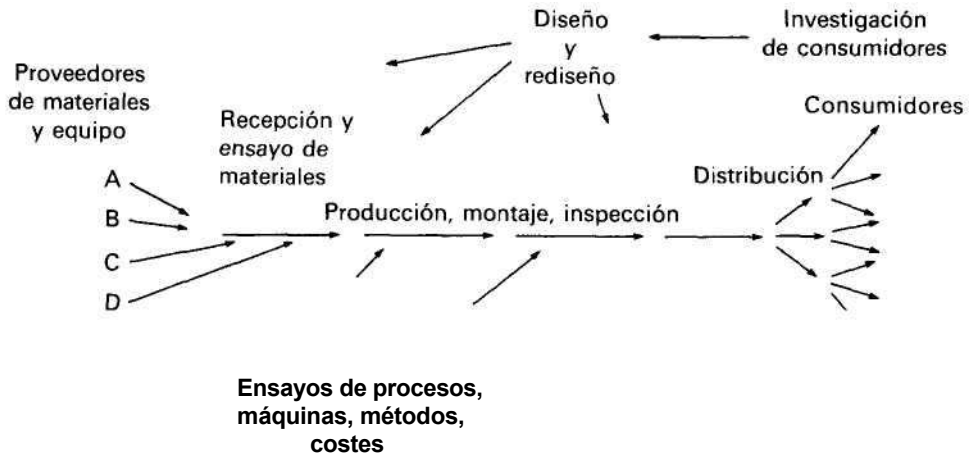


Fig. 1. La producción vista como un sistema. La mejora de la calidad abarca a toda la línea de producción, desde los materiales en recepción hasta el consumidor, y el rediseño del producto y del servicio en el futuro. Este gráfico se utilizó por primera vez en agosto de 1950, en una conferencia con los altos directivos, en el Hotel de Yama, en Monte Hakone, Japón. En una organización de servicios, las fuentes A, B, C, etc., podrían ser las fuentes de datos, o el trabajo procedente de las operaciones previas, tales como los cargos (en un gran almacén), el cálculo de los cargos, depósitos, reembolsos, mercancías de entrada y salida, transcripciones, órdenes de envío y similares.

La calidad comienza con la idea, la cual es establecida por la dirección. Los ingenieros y otros deben traducir la idea a planes, especificaciones, ensayos, producción. Los principios que aquí se explican, junto con la reacción en cadena expuesta en la página 3, el diagrama de flujo de la Fig. 1, y las técnicas enseñadas a cientos de ingenieros, iniciaron la transformación de la industria japonesa (más en el Apéndice). Había comenzado una nueva era económica.

Los directores aprendieron sus responsabilidades para progresar en cada etapa. Los ingenieros aprendieron las suyas, así como métodos estadísticos, sencillos pero potentes, por medio de los cuales se detecta la existencia de causas especiales (asignables) de variación, y que es fundamental la mejora continuada de los procesos (Punto 5, p. 38). La calidad mejoró enseguida, con un compromiso total:

- Por parte de toda la Compañía —todas las plantas, directivos, ingenieros, operarios, proveedores..., todo el mundo.
- Por parte de la nación.
- Abarcando todas las actividades de producción y servicios —compras, diseño y rediseño del producto y del servicio, instrumentación, producción, investigación de consumidores.

**¿Es preciso que un país sea pobre?** En 1950 Japón tenía, de hecho, un valor neto negativo. Japón era, al igual que ahora, un país desprovisto de recursos naturales —petróleo, carbón, mineral de hierro, cobre, manganeso, incluso

madera. Además, Japón tenía una bien ganada reputación de hacer bienes de consumo mal hechos, baratos pero que valían lo que costaban. Japón debía exportar productos a cambio de alimentos y equipos. Esta batalla sólo se podía ganar con calidad. A partir de ese momento el consumidor fue la pieza más importante de la línea de producción (Fig. 1). Éste era un reto difícil para los directivos japoneses.

Si Japón es un ejemplo, es posible que cualquier país con suficiente gente y con una buena gestión, que fabrica buenos productos de acuerdo con sus capacidades y con el mercado, no tenga que ser pobre. La abundancia de recursos naturales no es un requisito para ser próspero. La riqueza de una nación depende de su gente, directivos y gobierno, más que de sus recursos naturales. El problema está en encontrar unos buenos directivos. Sería un error exportar los directivos americanos a un país amigo.

**¿Cuál es la nación más subdesarrollada del mundo?** Dado el contenido de capacidades y conocimientos encerrados en los millones de desempleados, y la aún más sorprendente infrautilización, mal uso, y abuso de las capacidades y conocimientos del ejército de personas con trabajo dentro de todas las categorías en todas las industrias, los Estados Unidos puede que sea, hoy día, la nación más subdesarrollada del mundo.

**Referencias al servicio gubernamental.** En la mayoría de los servicios gubernamentales, no hay mercado que conquistar. En lugar de la conquista del mercado, un organismo gubernamental debe suministrar, económicamente, el servicio mandado por la ley o la reglamentación. El objetivo debería ser ofrecer un servicio superior. El progreso continuo del servicio gubernamental se ganaría la estimación del público americano y mantendría los puestos de trabajo en el servicio y ayudaría a la industria a crear más puestos de trabajo.

**Un ejemplo sencillo.** Unas cifras sacadas de la realidad aclararán lo que sucede cuando mejoramos la calidad. Un escolar lo puede entender. El superintendente de una planta sabía que había problemas en una cierta línea de producción. Su única explicación era que la mano de obra (24 personas) se equivocaba mucho: que si la gente no se equivocara, no habrían errores.

El primer paso era conseguir los datos de la inspección y trazar la fracción de unidades defectuosas día a día, durante las últimas seis semanas (Fig. 2). Este trazado (un gráfico de rachas) indicó una variación aleatoria estable por encima y por debajo del promedio. Consecuentemente, el nivel de errores, y la variación día a día, eran predecibles. ¿Qué quiere decir esto? Esto quiere decir que aquí hay un sistema estable para producir artículos defectuosos (Capítulo 11). Cualquier progreso sustancial debe provenir de una acción sobre el sistema, lo cual es responsabilidad de la dirección. El desear, rogar y suplicar a los trabajadores que lo hiciesen mejor era totalmente inútil.

¿Qué podía hacer la dirección? Los consultores sugirieron, basándose en la

experiencia, que, posiblemente, la gente que hacía el trabajo, y también el inspector, no sabían bien qué tipo de trabajo era aceptable y cuál no. El director y dos supervisores aceptaron esta posibilidad y se pusieron a trabajar en el asunto. Por tanteo, a las siete semanas llegaron a unas definiciones operativas, con ejemplos de artículos conformes y no conformes expuestos para que todo el mundo los viera. Un nuevo conjunto de datos indicó que la proporción de artículos defectuosos había descendido a un 5 por 100, tal como se ve en la tabla adjunta y en la mitad derecha de la Fig. 2.

*Ejemplo de beneficios en la productividad al mejorar la calidad*

Artículo	Antes de la mejora (11% defectuosos)	Después de la mejora (5% defectuosos)
Coste total .....	100	100
Desembolso por hacer unidades buenas ..	89	95
Desembolso por hacer unidades defectuosas.	11	5

Beneficios

Mejor calidad.

La producción de artículos buenos se incrementa en un 6 por 100.

La capacidad se incrementa en un 6 por 100.

Coste inferior por unidad de producto bueno.

Más beneficios.

Cliente más satisfecho.

Todo el mundo más satisfecho.

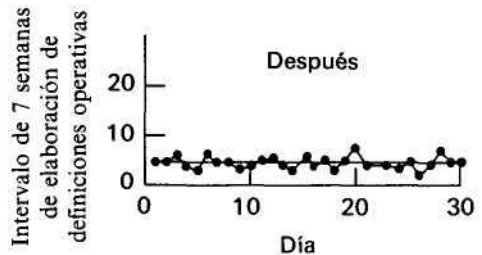
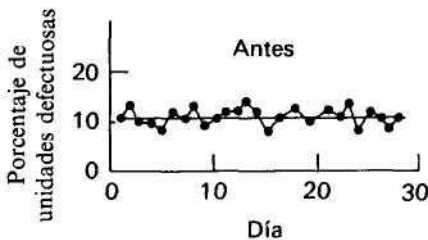


Fig. 2. Proporción de unidades defectuosas día a día, antes y después de intentar elaborar las definiciones operativas de lo que es un trabajo aceptable y lo que no. La proporción de unidades defectuosas antes era del 11 por 100, después, del 5 por 100. Expreso aquí mi gratitud a David S. Chambers por haber tenido el privilegio de trabajar con él en este ejemplo.

Estos beneficios fueron inmediatos (siete semanas); coste, cero; la misma mano de obra, los mismos cargos, sin inversiones en maquinarias nuevas.

Es éste un ejemplo de beneficios en la productividad logrados por un cambio en el sistema, es decir, por mejorar las definiciones dadas por la dirección, para ayudar a la gente a trabajar más inteligentemente, no más duramente.

Bien pudiera ser que interviniera otro factor no detectado. Pudiera ser que el capataz, durante los días en que estaba presionado para producir, aceptara un trabajo mal hecho para alcanzar su cupo, pasando por alto la inspección y confundiendo a los trabajadores y a los inspectores en lo que respecta a lo que era aceptable y lo que no.

Siguiente paso: eliminar el 5 por 100 de unidades defectuosas. ¿Cómo? Primero, volvemos a observar que los puntos diarios muestran una variación estable alrededor del nuevo promedio del 5 por 100; aquí nuevamente debe lograrse una mejora sustancial actuando sobre el sistema. Aquí tenemos algunas sugerencias a investigar:

Es difícil trabajar con los materiales de recepción.

Algunas máquinas no funcionan correctamente.

Puede que todavía quede alguna confusión en las definiciones de lo que constituye un trabajo aceptable y lo que no.

Sería conveniente guardar el registro de dos semanas en un gráfico de la fracción de unidades defectuosas, para cada operario. Los cálculos podrían indicar que uno o dos de ellos estaban fuera de control respecto de los demás. De ser así, habría que hacer pruebas para ver si se les pudiera ayudar proporcionándoles más formación, o si pudieran ser trasladados a otros trabajos (Capítulo 8). Observar cuidadosamente los materiales en recepción. ¿Están creando problemas? ¿Qué pasa con el mantenimiento de las máquinas?

Había 24 personas en la línea. La inspectora cogía una caja de artículos conforme pasaban junto a ella, los inspeccionaba, y anotaba los resultados. Entonces interceptaba otra caja para inspeccionarla. «¿Qué hace usted con las hojas que rellena?» Contestación: «Las amontoño aquí, y cuando el montón es demasiado grande, tiro la mitad inferior a la papelera».

«¿Podría quedarme con la mitad de arriba?» le pregunté. Se quedó encantada.

Cogimos la mitad superior, que nos proporcionó las hojas de las últimas seis semanas, y que nos dieron los puntos de la parte izquierda de la Fig. 2.

### **Otro ejemplo: reducción de costes.**

Sacado de un discurso pronunciado en Río de Janeiro, en marzo de 1981, por William E. Conway, presidente de la Nashua Corporation:

En Nashua, el primer gran éxito tuvo lugar en marzo de 1980: mejorar la calidad y reducir el coste de la fabricación de papel sin carbón.

Se aplicaba una capa de una solución acuosa, que contiene diversos produc-

tos químicos, a una bobina de papel en movimiento. Si la cantidad de revestimiento es la adecuada, el cliente se sentirá satisfecho al conseguir una señal buena y consistente cuando utilice el papel unos meses después. El cabezal aplicaba aproximadamente 3,6 libras de revestimiento seco a 3000 pies cuadrados de papel, a una velocidad aproximada de 1100 pies lineales por minuto, sobre un rollo de 6 a 8 pies de ancho. Los técnicos tomaron muestras de papel y realizaron ensayos para determinar la intensidad de la señal. Estos ensayos se realizaron sobre la muestra tal como salía de la recubridora y después de envejecerla en una estufa para simular el uso por el cliente. Cuando los ensayos indicaban que la señal era demasiado débil o demasiado fuerte, el operario ajustaba la máquina para aumentar o disminuir la cantidad de material de recubrimiento. Las paradas frecuentes para hacer los nuevos ajustes se habían convertido en un hábito. Estas paradas eran costosas.

Los ingenieros sabían que el peso medio del material de recubrimiento era demasiado elevado, pero no sabían cómo reducirlo sin correr el riesgo de poner una cantidad insuficiente del mismo. Se estaba pensando en utilizar un nuevo cabezal, que costaba 700.000\$. Además del coste de los 700.000\$, estaba el tiempo que se perdería para su instalación, y el riesgo de que el nuevo cabezal no proporcionara un revestimiento uniforme y económico, mejor que el del equipo que se estaba utilizando.

En agosto de 1979, el director de la planta pidió ayuda. Se descubrió que si no se tocaba el cabezal, éste se encontraba en realidad bajo control estadístico bastante bueno, con un nivel medio de 3,6 libras de revestimiento seco sobre el papel, más o menos 0,4.

Al eliminar varias causas de variación, puestas de manifiesto por los puntos fuera de los límites de control, se redujo la cantidad de revestimiento, y todavía tenía una calidad buena y coherente. En abril de 1980 el revestimiento se había situado en un promedio de 2,8 libras por 3000 pies cuadrados, variando entre 2,4 y 3,2, ahorrando así 0,8 libras por cada 3000 pies cuadrados (3,6-2,8), u 800.000\$ al año con el volumen y los niveles de coste presentes.

Se puede señalar que lo que la gente había estado haciendo era seguir la Regla n.º 2 o la Regla n.º 3 (p. 256) incrementando mucho la varianza del revestimiento, justo lo contrario de lo que intentaban conseguir.

**Mejorar el proceso por medio de la innovación.** El resto de la historia del Sr. Conway es todavía más interesante. El control estadístico abrió las puertas a la innovación en ingeniería. Sin el control estadístico, el proceso estaba en un caos inestable, cuya interferencia enmascaraba cualquier intento de realizar mejoras. Cuando se logró el control estadístico, los ingenieros y los químicos se hicieron innovadores, creativos. Ahora disponían de un proceso identificable. Modificaron el contenido químico del material utilizado para el revestimiento y descubrieron cómo utilizar cada vez menos. La reducción en una décima de libra supone una reducción anual de 100.000\$ en el coste del revestimiento.



Los ingenieros también mejoraron el cabezal, logrando una uniformidad cada vez mayor. Se mantuvo el control estadístico del revestimiento todo el tiempo, con unos niveles decrecientes de revestimiento, y con una variación cada vez menor.

**La baja calidad significa costes elevados.** Una planta estaba plagada con una gran cantidad de productos defectuosos. «¿Cuántas personas tiene usted en esta línea para reprocesar los defectos procedentes de las operaciones previas?» le pregunté al director. Éste se dirigió a la pizarra y apuntó: tres personas aquí, cuatro allá, y así sucesivamente —en total, el 21 por 100 de la mano de obra en la línea.

Los defectos no salen gratis. Alguien los hace, y se le paga por hacerlos. Suponiendo que cueste tanto corregir un defecto como hacerlo antes, entonces el 42 por 100 de las nóminas y de las cargas se gastaban en fabricar artículos defectuosos y en repararlos.

Una vez que el director vio la magnitud del problema, y vio que estaba pagando dinero bueno por hacer defectos, así como para corregirlos, encontró las maneras de mejorar los procesos y de ayudar a las personas en la línea para que entendieran mejor la nueva operación. El coste de los reprocesos descendió dramáticamente en un espacio de dos meses.

Siguiente paso: reducir aún más la proporción de unidades defectuosas según un programa continuo de mejoras. El coste del reproceso es sólo una parte del coste de la mala calidad. La mala calidad engendra mala calidad y disminuye la productividad a lo largo de toda la línea, y parte del producto defectuoso sale por la puerta\* hasta llegar a las manos del cliente. El cliente disgustado se lo cuenta a sus amigos. El efecto multiplicador de un cliente disgustado es una de esas cifras desconocidas e incognoscibles, y lo mismo ocurre con el efecto multiplicador de un cliente satisfecho, que atrae más clientes (ver la p. 94).

A. V. Feigenbaum estimó que entre el 15 y el 40 por 100 de los costes de fabricación de casi todos los productos americanos que usted compra hoy día se deben al desperdicio incluido en él —desperdicio de esfuerzo humano, desperdicio de tiempo-máquina, uso no productivo de las cargas incluidas<sup>3</sup>. No hay que maravillarse de que muchos productos americanos sean difíciles de vender en casa o en el extranjero.

En un trabajo que hice para un ferrocarril, el estudio demostró que los mecánicos de un gran taller de reparaciones pasaban tres cuartas partes del tiempo esperando que llegaran las piezas.

La propia evaluación, por parte del lector, del coste de las prácticas habituales en los Estados Unidos, tales como conceder los contratos al licitador más bajo y privar a las personas de su derecho a estar orgullosas de su trabajo

---

A. V. Feigenbaum, «Quality and Productivity», *Quality Progress*, noviembre 1977

(Puntos 4 y 12 del Capítulo 2), añadirían una cantidad deplorable a la estimación del Dr. Feigenbaum.

Los daños por la manipulación, justo en la fábrica, es, en muchos lugares, sorprendente, siendo a veces entre el 5 y el 8 por 100 de los costes del fabricante. Durante el transporte tienen lugar más pérdidas. Luego está el deterioro sobre las estanterías —más pérdidas. Pregúntele a cualquier vendedor de frutas y verduras cuáles son sus pérdidas por los daños durante la manipulación en su muelle de recepción, de éste a los estantes para su almacenaje, lo que se estropea en el estante, y los daños por el manoseo de los clientes curiosos.

**La respuesta no la tienen las nuevas maquinarias ni aparatos.** Acabamos de ver un ejemplo en el cual se lograron importantes beneficios en la calidad y productividad aprendiendo a utilizar eficazmente la maquinaria que se tenía a mano.

El retraso de la productividad americana se ha atribuido, en editoriales y cartas en los periódicos, a no haber instalado nuevas maquinarias, aparatos y los últimos modelos de automatización tales como los robots. Tales sugerencias constituyen unas lecturas interesantes y unos escritos aún más interesantes para las personas que no comprenden los problemas de la producción. Los párrafos siguientes que recibí de un amigo de una gran compañía manufacturera, servirán de ejemplo:

Este programa completo (diseño e instalación de nuevas máquinas) ha traído algunas experiencias desafortunadas. Todas estas máquinas maravillosas realizaban sus funciones previstas durante los ensayos, pero cuando se pusieron a funcionar en nuestras plantas, con nuestro personal, estaban paradas tanto tiempo por éste y por aquél tipo de fallos, que nuestros costes globales, en vez de disminuir, se incrementaron. Nadie había evaluado los índices probables de fallos y el mantenimiento. En consecuencia, a menudo nos vimos cogidos con atascos y sin suficientes piezas de repuesto, o sin ninguna en absoluto; y sin líneas de producción alternativas previstas.

Los aparatos para la automatización y los registros automáticos en la oficina y en la fábrica tampoco son la respuesta. Las exhibiciones de tales aparatos son visitadas por miles de personas que buscan una forma fácil de salir del retraso en la productividad, confiando en el *hardware*. Algunos aparatos pueden incrementar la productividad lo bastante como para pagar el gasto, pero el efecto conjunto de las nuevas maquinarias, aparatos e ideas brillantes constituyen un paquete pequeño comparado con los beneficios en la productividad que lograrán los directores de las compañías que sobrevivan a la decadencia (Capítulos 2 y 3).

Si yo fuera banquero, no prestaría dinero para comprar nuevos equipos, a menos que la compañía que solicitara el crédito pudiese demostrar con evidencia estadística que está utilizando su equipo actual a pleno rendimiento, y que

estuviese trabajando en los 14 puntos del Capítulo 2 y en las enfermedades mortales y los obstáculos del Capítulo 3.

**Empresas de servicios.** Con el tiempo, la mejora de la calidad alcanzará no sólo a la fabricación de bienes y alimentos (el lugar del nacimiento de la teoría estadística moderna fue la agricultura) sino también a las empresas de servicios —hoteles, restaurantes, transporte de mercancías y pasajeros, establecimientos mayoristas y minoristas, hospitales, servicios médicos, atención a los ancianos, quizá hasta el correo de los EE.UU.

De hecho, uno de los ejemplos más sobresalientes de la mejora en la calidad y productividad en operaciones a gran escala lo tenemos en nuestro Censo, no sólo en el Censo decenal, sino también en las investigaciones normales mensuales y trimestrales sobre las personas y los negocios, siendo un ejemplo de ello el *Informe Mensual sobre la Mano de Obra*.

El Capítulo 7 contiene varios ejemplos de mejora en la práctica de las empresas de servicios. La sección escrita por William J. Latzko describe los métodos y los resultados en la reducción de errores de un banco. La sección escrita por John Hird describe los progresos realizados en la compra, generación y distribución de energía eléctrica a los clientes, que es uno de los servicios más importantes del país. Bajo su dirección, una gran compañía eléctrica de los Estados Unidos, está mejorando el servicio y reduciendo costes, con un beneficio sustancioso, sin que nadie tenga que trabajar más duramente, tan sólo más inteligentemente, desde los directivos hasta los instaladores y conductores de camiones (p. 185). (Cf. William G. Hunter, pp. 191 y siguientes.)

En Japón, algunas empresas de servicios han hecho mucho por mejorar la productividad desde los comienzos, en 1950 —por ejemplo, los Ferrocarriles Nacionales Japoneses, la Corporación Pública de Telégrafos y Teléfonos Nipona, el Monopolio de Tabacos de Japón, Correos.

Algunas empresas de servicios han ganado el Premio Deming en Japón; por ejemplo, Takenaka Komuten, una firma dedicada a la arquitectura y la construcción, ganó el Premio Deming en 1979. Habían estudiado las necesidades de los usuarios (en oficinas, hospitales, fábricas, hoteles, trenes, metros). Redujeron por ordenador la cantidad y el coste de los reprocesos en los planos. La investigación de los suelos, rocas, movimientos de tierras, y maquinaria consiguieron unos progresos continuos en los métodos de construcción. La Kajima Corporation, otra empresa dedicada a la arquitectura y construcción, ganó el mismo reconocimiento en 1982; de igual modo la Shimizu Construction Company, en 1983. La Kansai Electric Power Company, que da servicio a Osaka, Nagoya, y a otras partes del centro de Japón, la compañía eléctrica mayor del mundo, ganó el Premio Deming en 1984.

**La medida de la productividad no hace mejorar la productividad.** Casi todos los días hay, en los Estados Unidos, una conferencia sobre productividad, generalmente más de una. De hecho hay una conferencia permanente sobre

productividad, y ahora tenemos también el Comité de Productividad del Presidente. El objeto de estas conferencias consiste en establecer medidas de la productividad. Es importante tener las medidas de la productividad para hacer comparaciones significativas de la misma en los Estados Unidos año a año, y para hacer comparaciones significativas entre diferentes países. Desgraciadamente, sin embargo, las cifras sobre la productividad en los Estados Unidos no ayudan a mejorar la productividad en los Estados Unidos. Las medidas de la productividad son como las estadísticas de los accidentes: nos dicen el número de accidentes en casa, en la carretera, y en el lugar de trabajo, pero no nos dicen cómo reducir la frecuencia de los accidentes.

Desgraciadamente, es de temer que la garantía de la calidad supone, en muchos lugares, una avalancha de cifras que nos dicen cuántos artículos defectuosos de este tipo y de aquél se fabricaron el mes pasado, comprobándolos mes a mes y año a año. Tales cifras le dicen a la dirección cómo han ido las cosas, pero no señalan el camino para mejorar.

En una de las conferencias en la reunión del Bank Administration Institute que tuvo lugar en Atlanta en enero de 1982 se aconsejó a todos los bancos que establecieran una oficina de productividad para medir la productividad. Hay 14.000 bancos en Estados Unidos. El plan del conferenciante crearía así 14.000 puestos de trabajo. Desgraciadamente, la medida de la productividad no mejora la productividad.

Por otra parte, el estudio ordenado de la productividad, para averiguar si una actividad dada es coherente con el objetivo de la organización, y lo que le está costando, puede ser de mucha ayuda para la dirección. Los siguientes párrafos de *Measuring and Enhancing the Productivity of Service and Government Organizations* de Marvin E. Mundel (Asian Productivity Organization, Aoyama Dai-chi Mansions, 4-14 Akasaka 8-chome, Minatoku, Tokio 107, 1975, pp. 3-4) arrojan luz sobre este punto:

Los productos... no pueden considerarse sin tener en cuenta los objetivos para los que se han diseñado... Con objeto de suministrar una base, analicemos unos pocos ejemplos. Se dice que Thomas A. Edison, el gran inventor americano, propuso una máquina para hacer las votaciones con objeto de mejorar el procedimiento de votación utilizado en el Congreso de los Estados Unidos. Hizo una demostración de su aparato al Presidente del Parlamento y al Presidente del Senado. Con su dispositivo, cada diputado y cada senador dispondría de tres botones en el brazo de su butaca; un botón rojo para el *no*, un botón verde para el *sí* y un botón blanco para la *abstención*. Edison proponía que cuando se diera la señal para votar, cada miembro pulsaría el botón apropiado e instantáneamente aparecería un registro de cómo había votado cada uno y de los totales de los votos. Edison aseguró con satisfacción a los presidentes que este dispositivo eliminaría los errores de la votación por lista, reduciría el tiempo en un gran porcentaje, y cosas así. Se sorprendió muchísimo cuando el Presidente del Parlamento y el Presidente del Senado lo cortaron bruscamente y le informaron de que no deseaban en absoluto tal

sistema, y que más que facilitar el funcionamiento del Parlamento o del Senado, trastocaría completamente el funcionamiento normal del Congreso de los Estados Unidos. Lo que era un adelanto desde el punto de vista de Edison, era cualquier cosa excepto eso desde el punto de vista del Congreso. Los retrasos en la votación por lista formaban parte integrante del proceso de deliberaciones con el cual el Congreso había decidido funcionar. El producto del Sr. Edison, una votación más rápida, no era compatible con los objetivos del Congreso.

Como ejemplo procedente del sector privado, una firma constructora de barcos trataba de mejorar el funcionamiento del grupo encargado de la planificación y realización de la fiesta de la ceremonia de botadura. Los primeros trabajos se dirigieron hacia el equipo utilizado para mandar las invitaciones, y cosas así. Sin embargo, surgieron dudas respecto a la posible confusión entre la fiesta dada (el producto) y el objetivo de la fiesta (el objetivo).

El objetivo del grupo que planificaba la fiesta consistía en mejorar las relaciones con los proveedores y los oficiales gubernamentales en esta área. Cuando el producto (la fiesta) se empezó a poner en práctica, había servido a su propósito. Sin embargo, cuando la frecuencia pasó de ser anual a casi mensual las fiestas ya no lograban este objetivo; se habían convertido en un aburrimiento y en una imposición.

Más que mejorar el método de planificación y ejecución, se cambió el formato de la fiesta de manera que incluía sólo a un pequeño grupo interesado; el propietario, sus invitados y anfitriones de la compañía. Veinte empleados del grupo organizador de las fiestas estuvieron disponibles para otras tareas. Otros ahorros adicionales (montaje de los asientos provisionales; pérdida de tiempo de botadura) fueron casi tan elevados. Se mejoraron las relaciones con el público.



# 2

---

## Principios para transformar la gestión en las empresas occidentales

*Qué pobres son los que no tienen paciencia.*  
(Yago a Rodrigo, en *Ótelo*, de Shakespeare, II.iii.)

### OBJETIVO Y PREÁMBULO

**Propósito de este capítulo.** El estilo de gestión occidental debe cambiar para detener la decadencia de la industria occidental y para desarrollarla. El propósito de este capítulo y del siguiente consiste en explicar los elementos de la transformación que debe tener lugar. Debe haber una toma de conciencia de la crisis, seguida de la acción, lo cual es función de la dirección.

En este capítulo y el siguiente también se dan criterios para que cualquier persona de la compañía pueda medir la actuación de la dirección. Todo el personal de la compañía dispondrá ahora de una base para contestar a la pregunta: «¿Qué tal lo está haciendo nuestra dirección?» Los dirigentes sindicales también pueden hacerse la misma pregunta y juzgar a la dirección con los mismos criterios.

La transformación sólo puede realizarla el hombre, no el *hardware* (ordenadores, aparatos, automatización, nueva maquinaria). Una compañía no puede comprar el camino hacia la calidad.

**El mayor de los esfuerzos no es suficiente.**

Haciéndolo todo el mundo lo mejor que sabe. *(Incorrecto)*

Esta es la respuesta que dieron en una reunión los directivos de una compañía a mi pregunta de: «¿Y cómo hacen para mejorar la calidad y la productividad?»

El esfuerzo es fundamental. Desgraciadamente, el mayor esfuerzo, con la gente dando órdenes por aquí y por allá sin la guía de unos principios, puede ocasionar mucho daño. Piénsese en el caos que surgiría si cada uno lo hiciese lo mejor posible, pero sin saber qué tiene que hacer.

**Necesidad de que el esfuerzo sea coherente.** Supóngase que: (1) todo el mundo sabe qué es lo que tiene que hacer. (2) Que todo el mundo lo hiciese lo mejor que sabe. Resultado: conocimientos y esfuerzos disipados; resultados alejados de los óptimos. No hay nada que pueda sustituir al trabajo en equipo y a los buenos líderes de equipos para que el esfuerzo sea coherente, al igual que el conocimiento.

**Ahora existe una teoría de la gestión.** Hay ahora una teoría de la gestión para mejorar la calidad, la productividad y la competitividad. Nadie puede reivindicar ya que no hay nada que enseñar respecto a la gestión. Ahora los estudiantes de las escuelas empresariales disponen de un patrón por el cual pueden juzgar el plan de estudios que se les ofrece. ¿Parece que la escuela tiene la intención de ofrecer un programa de estudios acorde con los problemas actuales, o es un programa obsoleto? La obsolescencia no se tiene que planificar: simplemente se instala.

La experiencia sola, sin la teoría, no enseña nada a la dirección sobre lo que hay que hacer para mejorar la calidad y la competitividad, ni cómo hacerlo. Si la experiencia sola fuese un maestro, entonces uno bien podría preguntarse por qué estamos metidos en este enredo. La experiencia dará la respuesta a una pregunta, y la pregunta surge de la teoría. La teoría que se tiene a mano no tiene por qué ser elaborada. Puede ser simplemente un presentimiento, o una definición de principios. Y puede que resulte ser un presentimiento erróneo.

Los directivos que se enfrentan seriamente a las siguientes cuestiones se aperibirán de la necesidad de un plan global integrado<sup>1</sup>.

1. ¿Dónde piensa usted estar dentro de cinco años?
2. ¿Cómo puede usted conseguir este objetivo? ¿Con qué método?

Lo que hace falta es un compromiso y una participación ininterrumpida (de William A. Golomski otra vez).

---

<sup>1</sup>Aportado por William A. Golomski.



Las esperanzas, si no hay un método para conseguirlas, se quedarán en simples esperanzas (Lloyd S. Nelson, próxima sección). Los 14 puntos de este capítulo, y la eliminación de las enfermedades mortales y los obstáculos que se explican en el próximo capítulo, suministran el método.

**Orientación a partir de las preguntas y declaraciones de Lloyd S. Nelson.** (El Dr. Nelson es Director de Métodos Estadísticos de la Nashua Corporation.)

1. El problema central de la dirección en todos sus aspectos, incluyendo la planificación, compras, fabricación, investigación, ventas, personal, contabilidad y legislación, consiste en comprender mejor el significado de la variación, y en extraer la información contenida en la variación.

2. Si usted puede mejorar la productividad, o las ventas, o la calidad, o cualquier otra cosa, en (por ej.) un 5 por 100 el próximo año sin tener un plan racional de mejora, entonces ¿por qué no lo hizo el año pasado?

3. Las cifras más importantes que hacen falta para la gestión de cualquier organización son desconocidas e incognoscibles (ver el Capítulo 3).

4. En una situación de control estadístico, la acción realizada cuando aparece un defecto será ineficaz y creará más problemas. Lo que hace falta es mejorar el proceso, reduciendo la variación, o cambiando el nivel, o ambos. El estudio de los orígenes del producto, río arriba, proporciona un empuje importante hacia la mejora (p. 275).

El lector de este libro encontrará la aplicación de las declaraciones del Dr. Nelson en casi todas las páginas.

**Los beneficios a corto plazo no son un índice de la capacidad.** Los beneficios a corto plazo no son un indicador fiable de la actuación de la dirección. Cualquiera puede pagar dividendos aplazando el mantenimiento, recortando la investigación, o comprando otra compañía.

Los dividendos y los beneficios sobre el papel, el patrón por medio del cual se juzga a los gestores del dinero y a las cabezas de las compañías, no contribuyen al nivel de vida de las personas en ninguna parte, ni mejoran la competitividad de la compañía ni de la industria americana. Los beneficios sobre el papel no hacen pan: la mejora de la calidad y la productividad, sí. Éstas contribuyen a mejorar el nivel de vida de todo el mundo, aquí y en todas partes.

Las personas que dependen de los dividendos para vivir deberían preocuparse, no solamente del tamaño del dividendo de hoy, sino también de la cuestión de si dentro de tres años, o de cinco, o de diez, habrá dividendos. La dirección tiene la obligación de proteger la inversión.

**El apoyo por parte de la alta dirección no es suficiente.** No es suficiente que la alta dirección se comprometa durante toda la vida con la calidad y la productividad. Debe saber qué es a lo que se ha comprometido —esto es, lo que

debe hacer. Estas obligaciones no se pueden delegar. El apoyo no es suficiente: hay que actuar.

«... y si usted no puede venir, no envíe a nadie».

Estas son las palabras de una carta que William E. Conway (presidente y director ejecutivo de la Nashua Corporation) escribió a un vicepresidente, en contestación a la solicitud de éste último para visitar la Nashua Corporation.

En otras palabras, el Sr. Conway le dijo, si usted no tiene tiempo de hacer su trabajo, yo no puedo hacer mucho por usted.

Un programa de calidad para una comunidad, estrenado con ceremonias, un discurso del gobernador, ondear de banderas, redobles de tambores, insignias, con muchos aplausos, es un engaño y una trampa.

**Mal hecho.** Normalmente se supone que la calidad y la productividad se pueden conseguir apretando los tornillos, e instalando aparatos y nueva maquinaria. Un libro reciente explica: «¡Motive a su personal para que trabaje a tope!» Fustigue a los caballos y correrán más —durante un poco de tiempo.

Un comité del Senado de los EE.UU. envió una carta a algunas compañías para recalcar la importancia de la calidad y la productividad, y para anunciar un concurso. Los participantes serían juzgados según:

- La maquinaria.
- Automatización y robótica.
- Mejor información.
- Participación en los beneficios y otros incentivos.
- Formación.
- Enriquecimiento del trabajo.
- Círculos de calidad.
- Tratamiento de textos.
- Ideas sobre programas.
- Cero defectos.
- Gestión por objetivos.

La realidad es más extraña que la ficción. ¿Acaso no tenemos derecho a esperar algo mejor de un comité del Senado? Pero sencillamente estaban haciéndolo lo mejor que sabían.

Jamás he oído de un tratamiento de textos que generara una idea, ni de otro que hiciese que un pronombre relativo concordara en género y número con sus precedentes.

El objetivo de la nueva función consiste en dar un susto de muerte a los operarios, para señalarles lo que les ocurrirá si sale una mala calidad y ésta llega a las manos del comprador. Como ya ha quedado claro en el Capítulo 1, cualquier operario ha sabido siempre lo que ocurrirá, pero en muchas ocasio-

nes es impotente, y está obligado a fabricar con baja calidad por el sistema dentro del cual trabaja.

DP (dirigir paseando, un concepto que aprendí de Lloyd S. Nelson) casi nunca es eficaz. La razón estriba en que un director, paseando, no tiene mucha idea de qué preguntas hacer, y por lo general no se detiene lo bastante en ningún lugar para que le den la respuesta correcta.

## RESUMEN DE LOS 14 PUNTOS PARA LA GESTIÓN

**Origen de los 14 puntos.** Los 14 puntos son la base para la transformación de la industria americana. No es suficiente con tan sólo resolver los problemas, grandes o pequeños. La adopción y la actuación sobre los 14 puntos es una señal de que la dirección tiene la intención de permanecer en el negocio y apunta a proteger a los inversores y los puestos de trabajo. Este sistema formó la base de las lecciones que se dieron a los altos directivos de Japón en 1950 y en los años siguientes (ver las pp. 1-5 y el Apéndice).

Los 14 puntos sirven en cualquier parte, tanto en las pequeñas organizaciones como en las más grandes, en las empresas de servicios y en las dedicadas a la fabricación. Sirven para una división de una compañía.

1. Crear constancia en el propósito de mejorar el producto y el servicio, con el objetivo de llegar a ser competitivos y permanecer en el negocio, y de proporcionar puestos de trabajo.

2. Adoptar la nueva filosofía. Nos encontramos en una nueva era económica. Los directivos occidentales deben ser conscientes del reto, deben aprender sus responsabilidades, y hacerse cargo del liderazgo para cambiar.

3. Dejar de depender de la inspección para lograr la calidad. Eliminar la necesidad de la inspección en masa, incorporando la calidad dentro del producto en primer lugar.

4. Acabar con la práctica de hacer negocios sobre la base del precio. En vez de ello, minimizar el coste total. Tender a tener un solo proveedor para cualquier artículo, con una relación a largo plazo de lealtad y confianza.

5. Mejorar constantemente y siempre el sistema de producción y servicio, para mejorar la calidad y la productividad, y así reducir los costes continuamente.

6. Implantar la formación en el trabajo.

7. Implantar el liderazgo (ver el Punto 12 y el Capítulo 8). El objetivo de la supervisión debería consistir en ayudar a las personas y a las máquinas y aparatos para que hagan un trabajo mejor. La función supervisora de la dirección necesita una revisión, así como la supervisión de los operarios.

8. Desechar el miedo, de manera que cada uno pueda trabajar con eficacia para la compañía (ver el Capítulo 3).

9. Derribar las barreras entre los departamentos. Las personas en investigación, diseño, ventas y producción deben trabajar en equipo, para prever los problemas de producción y durante el uso del producto que pudieran surgir, con el producto o el servicio.

10. Eliminar los eslóganes, exhortaciones y metas para pedir a la mano de obra cero defectos y nuevos niveles de productividad. Tales exhortaciones sólo crean unas relaciones adversas, ya que el grueso de las causas de la baja calidad y baja productividad pertenecen al sistema y por tanto caen más allá de las posibilidades de la mano de obra.

11. *a)* Eliminar los estándares de trabajo (cupos) en planta. Sustituir por el liderazgo.

*b)* Eliminar la gestión por objetivos. Eliminar la gestión por números, por objetivos numéricos. Sustituir por el liderazgo.

12. *a)* Eliminar las barreras que privan al trabajador de su derecho a estar orgulloso de su trabajo. La responsabilidad de los supervisores debe virar de los meros números a la calidad.

*b)* Eliminar las barreras que privan al personal de dirección y de ingeniería de su derecho a estar orgullosos de su trabajo. Esto quiere decir, *inter alia*<sup>2</sup>, la abolición de la calificación anual o por méritos y de la gestión por objetivos (ver el Capítulo 3).

13. Implantar un programa vigoroso de educación y auto-mejora.

14. Poner a todo el personal de la compañía a trabajar para conseguir la transformación. La transformación es tarea de todos.

## EXPLICACIÓN DE LOS 14 PUNTOS

### 1. Crear constancia en el propósito de mejorar el producto y el servicio.

Hay dos tipos de problemas: (i) los problemas de hoy; (ii) los problemas de mañana, para la compañía que espera permanecer en el negocio. Los problemas de hoy abarcan el mantenimiento de la calidad del producto que se fabrica hoy, la regulación de la producción para que no exceda demasiado a las ventas inmediatas, presupuesto, empleo, beneficios, ventas, servicio, relaciones públicas, previsiones, etc. Resulta fácil ser absorbido por la maraña de los problemas de hoy, siendo cada vez más y más eficientes en ellos, como (e.g.) la adquisición de equipos mecanizados para la oficina.

Los problemas del futuro exigen, ante todo, la constancia en el propósito y la dedicación para mejorar la competitividad, para mantener viva la compa-

---

<sup>2</sup> Se mantienen las expresiones latinas del original. Al final del libro hay una relación de las mismas. (*N. del T.*)

nía y proporcionar puestos de trabajo a sus empleados. La junta de administración y el presidente ¿se dedican a obtener beneficios rápidos, o a implantar la constancia en el propósito? El dividendo del próximo trimestre no es tan importante como la existencia de la compañía dentro de 10, 20 ó 30 años. El establecimiento de la constancia en el propósito supone la aceptación de obligaciones como las siguientes:

a) Innovar. Asignar recursos para la planificación a largo plazo. Los planes para el futuro exigen considerar:

- Los nuevos servicios y productos que puedan ayudar a las personas a vivir mejor materialmente, y que vayan a tener un mercado.
- Los nuevos materiales que harán falta; el coste probable.
- El método de producción; los posibles cambios en el equipo para la producción.
- Las nuevas habilidades necesarias, y en qué número.
- La formación y el reciclaje del personal.
- La formación de los supervisores.
- El coste de producción.
- El coste de marketing; planes para el servicio; coste del servicio.
- El comportamiento en las manos del usuario.
- La satisfacción del usuario.

Un requisito para la innovación es tener fe en que habrá un futuro. La innovación, base del futuro, no puede prosperar a menos que la alta dirección haya manifestado un compromiso inquebrantable con la calidad y productividad. Hasta que esta política se entronice como institución, los directores intermedios y todos los demás de la compañía serán escépticos respecto a la eficacia de sus mejores esfuerzos.

b) Destinar recursos para:

- Investigación.
- Educación.

c) Mejorar constantemente el diseño del producto y servicio. Esta obligación no acaba nunca. El consumidor es la pieza más importante de la línea de producción.

Es un error suponer que la fabricación eficiente de un producto y servicio puede, con certeza, mantener a una organización solvente y a la cabeza entre la competencia. Es posible, y de hecho bastante fácil, que una organización vaya cuesta abajo y se quede sin negocio al fabricar el producto equivocado u ofreciendo el tipo de servicio equivocado, aunque todas las personas de la organización actúen con dedicación, utilizando métodos estadísticos y cualquier otra ayuda que pudiera fomentar la eficiencia.

Sus clientes, sus proveedores, sus empleados necesitan que usted afirme su constancia en el propósito —su intención de permanecer en el negocio suminis-

trando un producto y un servicio que ayuden al hombre a vivir mejor y que este producto tenga un mercado.

La alta dirección debería publicar una resolución diciendo que nadie perderá su trabajo por contribuir a la calidad y a la productividad.

**2. Adoptar la nueva filosofía.** Nos encontramos en una nueva era económica, creada por Japón. Enfermedades mortales afligen al estilo de gestión americano (ver el Capítulo 3). Deben revisarse los obstáculos a la competitividad de la industria americana creados por los reglamentos y las actividades antimonopolistas gubernamentales, para conservar el bienestar del pueblo americano, y no para deprimirlo. No podemos tolerar más los niveles corrientemente aceptados de errores, defectos, material no adecuado para el trabajo, personas que no saben cuál es su trabajo y que tienen miedo de preguntar, daños por manipulación, métodos anticuados de formación para el trabajo, supervisión inadecuada e ineficaz, dirección no arraigada en la compañía, directores que van de un empleo a otro, autobuses y trenes con retraso o hasta cancelados porque el conductor no apareció. La suciedad y el vandalismo aumentan el coste de la vida y, como cualquier psicólogo puede afirmar, conducen a un trabajo chapucero y a estar insatisfecho con la vida y con el lugar de trabajo.

El estilo de gestión americano pasó indiscutido entre 1950 y 1968, cuando los productos fabricados en América dominaban el mercado. Cualquier persona de cualquier parte del mundo se consideraba dichosa de tener el privilegio de comprar un producto americano. En 1968, la competencia ya no se podía ignorar más. Lo que había ocurrido en Japón podía haber ocurrido en América, pero no fue así. Todavía subsiste el pensamiento de: «Algo hemos tenido que estar haciendo bien». No es ésta una conclusión inevitable.

El coste de la vida varía inversamente con la cantidad de bienes y servicios que una determinada cantidad de dinero puede comprar. Los retrasos y las equivocaciones incrementan el coste. Los planes alternativos por los supuestos retrasos son costosos. Es obvia la economía que se logra con un sólo plan que funcione bien. Como ejemplo, puedo citar un plan de un itinerario en Japón:

17.25h Salir de la ciudad de Taku  
19.23h Llegar a Hakata  
Cambiar de tren  
19.24h Salir de Hakata (hacia Osaka, a 210 km/h)

¿Tan sólo un minuto para cambiar de tren? Usted no necesita todo un minuto. Le sobrarán treinta segundos. No hacía falta un plan alternativo.

Mi amigo Bob King, director de GOAL (Growth Opportunity Alliance de Greater Lawrence, Mass.), cuando estuvo en Japón en noviembre de 1983

recibió estas instrucciones para ir por tren a la compañía que tenía que visitar:

09.03h Subir al tren. No hacer caso de los trenes de las 08.58, 09.01.  
09.57h Bajar.

No hacían falta más instrucciones.

El siguiente párrafo de una carta personal es un ejemplo del despilfarro en una empresa de servicios. La corrección del error de la factura, y la sustitución de la libreta defectuosa se deben haber llevado el beneficio de la venta y dejado al cliente con la decisión de probar algún otro proveedor para los pedidos futuros.

Pedí a una papelería una caja de veinticuatro unidades de libretas de anillas de 1,5 pulgadas. Me sirvieron 12. Al hacer la reclamación, la papelería me envió las otras 12. Revisé todas las libretas y descubrí una en la que las anillas estaban fijas en la posición abierta, y no me servía para nada. Las 24 libretas me daban derecho a un descuento. El almacén me había cargado el precio completo, y explicaron, cuando yo lo mencioné, que la chica que había tomado el pedido era nueva.

Un fabricante de cerveza con el que hablé, me dijo que no tenía problemas con las latas, porque el proveedor de latas le cambiaba, sin ningún cargo, cualquier remesa de latas que fuera defectuosa. No había pensado que él estaba pagando las latas defectuosas, más el coste de detener la producción y sustituir las latas. No había pensado que sus clientes estaban sufragando la factura.

Después de pasar unos controles estrictos de seguridad en las oficinas y fábrica de una de las compañías de productos químicos más grandes de América, alguien observó que: (1) el nombre del pase que el guardia le había dado estaba equivocado, y (2) la fecha estaba equivocada. Aparte de eso, el pase estaba en regla.

Hace falta una transformación —la adopción de los 14 puntos, y la eliminación de las enfermedades mortales y los obstáculos descritos en el Capítulo 3.

**3. Dejar de depender de la inspección en masa.** La inspección rutinaria al 100 por 100 para mejorar la calidad equivale a planificar los defectos, y a reconocer que el proceso no tiene la capacidad necesaria para cumplir las especificaciones.

La inspección para mejorar la calidad llega tarde, es ineficaz, costosa. Cuando un producto sale por la puerta del proveedor, es demasiado tarde para hacer nada por su calidad. La calidad no se hace con la inspección sino mejorando el proceso de producción. La inspección, los desechos, la degradación y el reproceso no son acciones correctoras del proceso.

El reproceso eleva los costes. A nadie le gusta hacer reparaciones. El montón de artículos dejados aparte para su reproceso crece y crece, y con demasia-

da frecuencia, agobiados por la necesidad de disponer de las piezas, no se reparan y son recuperadas y utilizadas tal como están.

Debemos señalar que hay excepciones, circunstancias en las cuales las equivocaciones y los productos invendibles son inevitables pero intolerables. Un ejemplo creo que es la fabricación de circuitos integrados complejos. La única salida consiste en separar los buenos de los malos. Otro ejemplo es el papeleo y los cálculos de un banco o de una compañía de seguros. Es importante hacer la inspección en el punto adecuado para que el coste total sea mínimo (se verá en el Capítulo 15).

a) La inspección no mejora la calidad, ni la garantiza. La inspección llega tarde. La calidad, buena o mala, ya está en el producto. Como dijo Harold F. Dodge: «Usted no puede inspeccionar e introducir la calidad en un producto.»

b) La inspección en masa es, con raras excepciones, no fiable, costosa, ineficaz. No hace una clara separación entre los artículos buenos y los malos.

c) Los inspectores no se ponen de acuerdo hasta que su trabajo se lleva a control estadístico. No se ponen de acuerdo entre ellos. Los instrumentos de ensayo, baratos o caros, requieren mantenimiento y estudio. (En los Capítulos 8, 11 y 15 se dan ejemplos). La inspección rutinaria se hace no fiable debido al aburrimiento y a la fatiga. La excusa corriente del que hace el trabajo, cuando se le ponen delante los datos sobre el número de unidades defectuosas que ha hecho, es que los instrumentos utilizados para los ensayos no son fiables. La inspección y el registro automático requieren una vigilancia constante.

d) Por el contrario, la inspección de muestras pequeñas del producto para hacer los gráficos de control, para conseguir o mantener el control estadístico es un trabajo profesional. Los inspectores del proveedor y del cliente tienen tiempo de comparar sus instrumentos y ensayos, de aprender a hablar en el mismo idioma.

Coloque cuatro inspectores más. Esta es una reacción aceptada comúnmente cuando hay un problema en la calidad —el camino seguro hacia más problemas.

*Inspector.* Determinada pieza crítica se inspecciona aquí y lo firman cinco inspectores, o, eso dice la norma, lleva cinco firmas. ¿Qué es lo que yo hago? Si soy el Número Uno, inspecciono el artículo y firmo el informe. Si no soy el Número Uno, supongo que la primera persona que firmó el informe inspeccionó el artículo, por tanto yo lo firmo también.

A propósito, la inspección al 200 por 100, tal como se realiza generalmente, es menos fiable que la inspección al 100 por 100, por la sencilla razón de que cada inspector confía en el otro para que haga el trabajo. La responsabilidad dividida quiere decir que nadie es responsable. (Cf. «Administración de la inspección para obtener una calidad excelente», p. 203).

Mi amigo David S. Chambers me contó que una imprenta leía todas las pruebas 11 veces. ¿Por qué cree usted que el director llamó al Sr. Chambers



pidiendo ayuda? Acertó: estaba plagado de errores y de quejas de los clientes. Ninguno de los 11 lectores de pruebas tenía una tarea: cada uno confiaba en los otros 10 para hacer el trabajo.

*Mal hecho.* Una división del servicio civil de un estado está encargada de preparar los títulos de propiedad de los automóviles. La capataz del grupo describió las equivocaciones que se cometen: mala ortografía en el nombre del propietario, errores en el domicilio, errores en el número de serie, en el modelo, y otros más —pocos en número, pero costosos. Ella cree que sólo uno de siete errores vuelve atrás para ser corregido, y aún así la corrección de estos errores le cuesta al estado un millón de dólares al año.

Supo que podía comprar un *software* por 10.000\$ que indicaría cualquier incoherencia cuando se estuviese rellenando el título. Se podía hacer la corrección en seguida —de hecho se exigiría que se hiciera. Esta compra única eliminaría los errores y proporcionaría un dividendo de un millón de dólares al año, todos los años desde ese momento en adelante, pensó ella.

En mi opinión, una forma mejor de hacerlo hubiese sido mejorar los impresos para que fuesen más claros y cómodos; introducir también la formación para ayudar a las mecanógrafas a entender lo que constituye un error y sus consecuencias. Cuando las mecanógrafas hubiesen alcanzado el punto en que no necesitaran el *software*, se compra entonces, y se va mejorando constantemente. Entonces hubiese sido una inversión inteligente. El *output* hubiese tenido una calidad de la que estar orgulloso.

*Otro ejemplo:*

*P.* ¿Quién es el responsable de la calidad de las piezas y materiales en recepción?

*R.* Nuestro departamento de control de calidad. Su trabajo consiste en inspeccionar los materiales y las piezas en recepción y asegurarse de que nada que tenga defectos salga por la puerta.

*Mal hecho.*

En el Capítulo 3 aparecerán más detalles de los perjuicios por depender de la inspección de rutina.

*Observación.* Sin embargo, es un hecho que la consecución de un coste mínimo total puede exigir una inspección al 100 por 100 en algunos artículos (Capítulo 15).

En los casos de bajo rendimiento, como en los circuitos integrados acabados, la inspección al 100 por 100 también puede que sea un paso necesario dentro del proceso de fabricación.

**4. Acabar con la práctica de hacer negocios sobre la base del precio.** No podemos dejar más tiempo la calidad, el servicio y el precio en manos de la

competitividad por el precio sólo —no con los requisitos actuales de uniformidad y fiabilidad<sup>3</sup>.

El precio no tiene sentido sin una medida de la calidad que se compra<sup>4</sup>. Sin unas medidas adecuadas de la calidad, el negocio se encamina hacia el licitador más bajo, y el resultado inevitable es una baja calidad y un coste elevado. La industria americana y el gobierno de los EE.UU., civil y militar, se está defraudando con normas que conceden los negocios al licitador más bajo.

El objetivo, cuando se compran herramientas y otros equipos, debería ser minimizar el coste neto por hora (o anual) de vida. Pero para esto hace falta pensar a largo plazo, no sólo considerar el precio de compra hoy. Las cifras necesarias del coste inicial, mantenimiento, y duración de vida de cada herramienta importante están a mano, aunque desparramadas, y tendrían que recopilarse. La recopilación automática de tales cifras para utilizarlas habitualmente es uno de los proyectos importantes de hoy día.

Hasta ahora, el trabajo de un comprador ha consistido en estar atento a los precios bajos, a encontrar un proveedor que ofrezca un precio más bajo. Los otros proveedores del mismo material tendrán que acomodarse al mismo.

El comprador no tiene la culpa. Ese ha sido su trabajo durante veinte años. ¿Podemos echarle la culpa por hacer su trabajo? La dirección tiene la culpa por mantener unos términos de referencia que están anticuados.

La política de estar siempre intentando reducir el precio de cualquier cosa que se compra, sin importar la calidad y el servicio, puede llevar a los buenos proveedores y al buen servicio fuera de los negocios.

Aquel que tiene como norma hacer negocios con el licitador más bajo merece ser defraudado.

Las autoridades del transporte municipal constituyen un ejemplo de pillaje legalizado, invitando al robo con su política de hacer negocios con el licitador más bajo. Son empujadas a esta política, en los Estados Unidos, por la Administración del Transporte de Masas Urbano, que concede fondos sólo al licitador más bajo.

Unas pocas malas experiencias con el transporte de masas a causa del comportamiento errático del equipo, que se compró sobre la base del precio sólo, pueden haber retrasado en una generación la expansión del transporte de masas en los Estados Unidos.

Tengo entendido que el gobierno a veces concede los contratos para la investigación y desarrollo demográfico, social y científico al licitador más bajo.

Se pueden encontrar anuncios de material de enseñanza para los gráficos de

---

<sup>3</sup> Dicho con estas palabras por James K. Bakken, de la Ford Motor Company, el 27 de enero de 1981.

<sup>4</sup> Walter A. Shewhart, *Economic Control of Quality of Manufactured Product* (Van Nostrand, 1931; reeditado por la American Society for Quality Control, 1980; reimpresso por Ceeppress, The George Washington University, 1986).

control, a precios ínfimos. Cualquier persona que se dedique a enseñar con materiales obsoletos merece ser defraudado.

El siguiente flagrante ejemplo es una solicitud real, por parte de una agencia gubernamental, de ayuda profesional, para conceder al licitador más bajo:

Para dar y evaluar un curso sobre la gestión de la calidad a supervisores...  
Se encargará según el precio.

La hermana Jeanne Perreault, presidente del Rivier College, repitió al autor estas palabras dichas por su director comercial: «No podemos permitirnos comprar el equipo y los edificios al precio más bajo. Tenemos que tener cuidado.»

**Los directores de compras tienen una nueva tarea.** Los economistas enseñan al mundo que la competencia en el mercado le proporciona a cada uno el mejor trato. Puede que antes fuera así, cuando el panadero tenía sus clientes, el sastre los suyos, el quesero los suyos, y así sucesivamente. En aquellos días, era bastante fácil hacer una compra inteligente.

Hoy día es diferente. La etiqueta del precio es aún fácil de leer, pero la comprensión de la calidad requiere formación.

El departamento de compras debe cambiar su enfoque, de pensar en el coste inicial más bajo del material adquirido a pensar en el coste total más bajo. Esto significa que hay que educar para comprar. También es preciso aprender que las especificaciones para los materiales en recepción no lo cuentan todo sobre el comportamiento. ¿Con qué problemas se encontrará el material durante la producción? (Cf. la sección «La suposición de que sólo es necesario cumplir las especificaciones» Capítulo 3, p. 106.)

Los materiales y componentes puede que sean todos excelentes, cada uno por separado, pero que no funcionen bien juntos durante la producción o en el producto acabado. Es por tanto necesario seguir una muestra de los materiales por todo el proceso de producción hasta los montajes complejos, y aún más allá, por último, hasta el cliente. No había nada de malo en el cristal de un gran edificio de Boston, ni tampoco en el acero. Ambos cumplían las especificaciones. Sin embargo, por alguna razón, no iban bien juntos. Las ventanas de cristal se salieron de los marcos de acero y cayeron a la calle.

En una ocasión, la persona encargada de la provisión de materiales, que asistía a un seminario, declaró que él no tenía problemas con el aprovisionamiento, ya que sólo aceptaba materiales perfectos. («Así es como hay que hacerlo», me dije con satisfacción). Al día siguiente, en una de sus plantas, un superintendente me enseñó dos piezas de un determinado artículo procedentes de dos proveedores distintos, el mismo número de pieza, ambas perfectamente acabadas; ambas cumplían las especificaciones; sin embargo, eran lo bastante diferentes para que una se pudiera usar, y la otra sólo podía utilizarse después de un reproceso costoso, lo que constituía una grave pérdida para la planta.

La explicación era que un proveedor había entendido para qué se iban a utilizar los bloques, el otro no —simplemente cumplía las especificaciones.

Parece que dificultades como estas llevan a uno a buscar consuelo en una, o en las dos, de las siguientes observaciones:

Éste es el tipo de problemas con que nos encontramos todos los días en este negocio.

o

Nuestros competidores tienen el mismo problema.

¿Qué harían muchas personas sin sus competidores?

El gerente de una planta que pertenece a una de las mejores corporaciones de América se me lamentaba de que pasa la mayor parte del tiempo defendiendo a los buenos proveedores. El problema típico es así. Un proveedor no le ha enviado ni un solo producto defectuoso durante años, y el precio es el adecuado. El departamento de compras central propuso hacer negocios con un nuevo proveedor, que aún no habían probado, porque ofrecía un precio mejor. Estas piezas se utilizaban en repetidores. La compañía telefónica podía gastar varios miles de dólares para levantar el pavimento y sustituir el repetidor defectuoso. El gerente de la planta, tratando de proteger a la compañía y a todo el sistema, tenía que pasar muchas horas discutiendo para seguir con el proveedor que conocía su trabajo.

**Ventajas de la relación con un solo proveedor y a largo plazo.** Para una mejor economía es necesaria una relación a largo plazo entre el comprador y el proveedor. ¿Cómo puede ser innovador y económico en sus procesos de producción un proveedor si sólo puede esperar una relación a corto plazo con un comprador?

Hay también ventajas operativas. Incluso si dos proveedores suministran materiales excelentes, habrá algunas diferencias. Cualquier persona de producción sabe que el cambio de material de un proveedor al material de otro provoca una pérdida de tiempo. Pueden perderse sólo quince minutos. Pero pueden ser ocho horas en una fábrica de estampación. Puede que sean semanas. Esto es así incluso aunque ambos proveedores suministren buen material. «Bueno pero diferente», dijo un operario. Otro operario dijo: «Las piezas procedentes de dos fuentes diferentes eran ambas excelentes, pero sólo una era compatible con nuestras necesidades.»

La variación de lote a lote en un mismo proveedor es generalmente suficiente como para dar un susto en fabricación. Es entonces razonable suponer que la variación entre los lotes de dos proveedores aún creará más problemas.

*Oído en una planta.* Con cada nuevo lote de material S-T que llega (procedente del mismo proveedor), nuestros problemas con los defectos principales se

disparan, y tenemos que conquistar un nuevo conjunto de problemas. El material procedente de dos proveedores nos volvería locos.

Además, tampoco se debe pasar por alto la simplificación de la contabilidad y del papeleo al disminuir el número de proveedores y haber menos puntos de envío.

Un buen cliente debería esperar que sus proveedores, si son inteligentes y miran el futuro con constancia en el propósito, compitan para que se les elija como proveedor único.

El mismo proveedor debería trabajar para ser el único proveedor de cualquier artículo.

Protegerse con un segundo proveedor, por si la mala suerte pone fuera de servicio a un proveedor, temporal o permanentemente, es una política costosa.

Se hace una inversión menor y se tienen unas existencias totales menores con un sólo proveedor que con dos. (Charles E. Clough, Nashua Corporation).

Los directivos japoneses tuvieron un comienzo decisivo en 1950 con la necesidad de mejorar los materiales en recepción, y con el consejo de establecer con cada proveedor una relación laboral a largo plazo de lealtad y confianza.

La inseguridad respecto a la fecha de entrega y la calidad hace que algunos clientes traten con dos o tres proveedores, con la esperanza de que uno de ellos se materializará. Mi amiga Bárbara Kuklewicz, de San José, consejera de directivos, me contó que le había preguntado a un proveedor si no sería una buena idea informar al cliente de que su pedido llegaría con retraso. No, se pondría histérico. Bien, ¿qué pasa cuando usted sirve el pedido con retraso? Se pone histérico. Entonces ¿por qué no se lo advierte usted, para que pueda prepararse? Se pondría histérico dos veces.

Ningún fabricante que yo conozca posee los suficientes conocimientos y mano de obra para trabajar con eficacia con más de un proveedor para cualquier artículo.

El departamento de compras de uno de mis clientes mostró en tres años el siguiente progreso documentado:

Ahora, un solo artículo entre veinte procede de dos o más proveedores.

(Uno entre 20 es casi un mínimo irreducible.)

Hace un año la proporción era de 1 en 16.

Hace dos años la proporción era de 1 en 12.

Hace tres años la proporción era de 1 en 2.

El 92 por 100 de las piezas críticas para ser utilizadas dentro de tres o cuatro años, se están desarrollando ahora por equipos formados por el proveedor elegido, el ingeniero de diseño, compras, fabricación, ventas. El precio se establecerá más adelante, con todos los libros abiertos, y todo el mundo trabajando hacia un objetivo común, todos conformes con el «Hoy», página 33.

Una compañía que adopta las recomendaciones que aquí se hacen, tendrá

una gran influencia. Los proveedores que sirven a una compañía también sirven a otras, y les suministrarán a todas ellas una calidad cada vez mejor, y una economía cada vez mejor. Todo el mundo saldrá ganando.

Es agradable ver que este consejo está tomando amplia forma y fondo (del *Wall Street Journal*, 6 de mayo de 1983, p. 2), adaptado de la Pontiac Motor **División** de General Motors:

Se dice que GM  
busca acuerdos a largo plazo  
con los fabricantes de acero

Por AMAL NAG  
Reportero de *The Wall Street  
Journal*

DETROIT—Se dice que General Motors Corp., descontenta con su nuevo sistema de contratación para comprar acero, está considerando negociar, con compañías individuales, los contratos sobre precios y provisiones a largo plazo.

El año pasado, en un movimiento con mucha publicidad, dirigido a reducir los costes y mejorar la eficiencia de los proveedores, GM solicitó a los fabricantes de acero que hicieran sus ofertas anualmente. La compañía automovilística N.º 1 es el cliente más importante de la industria del acero...

Al conceder a pocos proveedores la mayor parte de los contratos, GM espera reducir los costes de producción con economías a escala y otros esfuerzos conjuntos, que resultarán en unos precios más bajos...

En compensación por la cooperación de los fabricantes de acero en la reducción de los costes de GM, se espera que el fabricante de coches firme contratos para varios años con los proveedores.

En una ocasión, ciertas personas de una compañía creían que estaban actuando conforme a la recomendación de trabajar con un sólo proveedor para un determinado artículo, porque aunque tenían acuerdos con seis proveedores, sólo pedían el artículo a un proveedor cada vez.

**Mercancías y servicios.** La adquisición de mercancías y servicios también debería desplazarse en el sentido de depender de un sólo proveedor. La misma mercancía podría conseguirse en varios sitios a precios diferentes. Sin embargo,

es importante para el cliente tener en cuenta las existencias y la capacidad de servir los bienes dentro de un período de tiempo razonable, y con fecha segura. También es importante el camión de transporte o el tipo de remolque que se utiliza para traer o llevar la mercancía, y su situación en lo que se refiere a la limpieza y estado de reparación. En los casos en que los materiales son difíciles de manejar, un buen mayorista debe enviar a una persona para que ayude a descargar y guardar los bienes adquiridos. Por tanto, la elección de un sólo proveedor para una mercancía determinada puede ser una determinación inteligente. Igualmente, también puede ser inteligente la elección de un sólo transportista para los envíos que se realizan desde un lugar específico.

Una directora de compras me contó que esta decisión (un sólo transportista) le libró de la carga de ir buscando transportes más baratos, con el riesgo de obtener un servicio deficiente e irresponsable. Además, saca provecho del tiempo que se ahorra.

Sin embargo, tal como ella suponía, algunos de sus clientes se quejaron de que ellos sabían cómo conseguir un transporte más barato. La realidad es que alguien siempre puede encontrar un precio más bajo para casi todo. Cualquier persona podía haber comprado neumáticos más baratos que los que llevaba su coche. ¿Qué hubiera conseguido a cambio de su dinero? Calidad inferior. Uno debe tener en cuenta el tiempo empleado regateando para conseguir precios más bajos cada vez. A la larga, uno sale adelante trabajando con un sólo proveedor, suponiendo que éste mantenga su responsabilidad de ir mejorando continuamente.

*Un proveedor, múltiples puntos de envío.* Estoy agradecido a James K. Bakken, de la Ford Motor Company, por la observación de que dos puntos de envío, del mismo proveedor, crean los mismos problemas que el material de dos proveedores. La siguiente pregunta y su respuesta se oyó en una visita a una planta: «¿Qué pasa con dos puntos de envío del mismo proveedor?», le pregunté a un director de planta. «Tan malo como dos proveedores», respondió.

Un proveedor que tiene dos puntos de envío puede servir a un cliente con materiales procedentes de dos plantas, especificando un punto de envío desde una planta, el otro desde la otra planta, sin sustituir ni mezclar los materiales.

**¿Cómo se califica a un proveedor?** Casi todas las compañías tienen un manual para «calificar» a los proveedores. Un ejemplo lo tenemos en el Military Standard 9858A. Equipos de inspectores no cualificados visitan a los proveedores para clasificarlos.

Un plan mejor consistiría en desechar estos manuales y equipos y dejar que los proveedores compitieran para ser los elegidos, no por el precio, sino, sobre el escenario adecuado, basándose en calificaciones que tengan sentido. Deje que los proveedores presenten la evidencia de que sus directores están comprometidos activamente en los 14 puntos, especialmente en el Punto 5, la mejora permanente de los procesos, junto con la abolición de las enfermedades que se

aprenderán en el Capítulo 3. Para elegir a un proveedor también se pueden aplicar los mismos criterios que son buenos para clasificar a una división de una corporación (p. 93).

Como base para elegir a un proveedor, también se pueden incluir:

1. Desembolsos presupuestados para la investigación y el desarrollo.
2. El desarrollo previo del producto.

(Aportado por Norbert Keller, General Motors.)

Cuidado con las promesas hechas en la sala de reuniones. (Ronald Moen.)

*Oído en un seminario.* Nosotros, como proveedores, debemos estar cualificados para dar los servicios que nuestro cliente necesita —piezas extra durante quince años, ensayos de nuestro producto, envíos. También tenemos que poder participar en los ensayos de nuestro producto dentro del montaje que nuestro cliente fabrica.

**La compra única comparada con el suministro continuado del material.** Es importante que los compradores conozcan la diferencia entre una compra única y un suministro continuado. Un ejemplo de compra única sería la de un piano de cola, los muebles y accesorios para una oficina, los muebles y accesorios de un hotel, doscientos motores pequeños para doscientas neveras de un tipo especial. La elección de un piano de cola o de los doscientos motores pequeños —ejemplos de compra única— se basará en la reputación del fabricante, así como en la experiencia previa que se tenga con él.

**Necesidad de la confianza mutua y el apoyo entre el comprador y el proveedor.** Lo que una compañía compra a otra no es sólo el material; compra algo mucho más importante, es decir, ingeniería y capacidad. Estos requisitos que tiene que cumplir un proveedor se deben establecer mucho antes de que éste fabrique ningún material. El cliente que tiene que esperar a recibir el material para saber lo que ha comprado tendrá lo que se merece.

Los componentes, pequeños y grandes, cambian rápidamente en algunas industrias, por ejemplo en comunicaciones, conmutaciones y transmisión de voz y de datos. El componente crea problemas o funciona bien, sólo para ser sustituido por otro a los seis meses.

El gran problema es el diseño de la ingeniería de los submontajes y montajes. Los cambios de ingeniería son caros, y en algunos casos imposibles. Esto es cierto para cualquier producto.

No obstante, algunas piezas aisladas pueden ser casi las mismas durante un largo intervalo de tiempo. Se pueden recibir por miles. Es posible mejorar continuamente su calidad, junto con la reducción de su precio si el proveedor y el comprador trabajan juntos.



Otra vez tenemos que la calidad de las piezas se incorpora dentro de ellas antes de que salgan por la puerta del proveedor.

La costumbre: Los ingenieros formulan el diseño de una pieza o sub-montaje.

El personal de compras acuerda los contratos para las piezas.

Algunos de los contratos se hacían con proveedores pertenecientes a la propia compañía, otros contratos se hacían con proveedores externos. Las dificultades de fabricación y los fallos en los montajes provocaban muchos cambios de ingeniería. Los cambios de ingeniería provocaban incrementos en el coste, y han sido, por tradición, un estilo de vida.

*Hoy: Ejemplo 1*

Equipos formados por expertos del proveedor elegidos para este material (pieza o componente); más su propio ingeniero de diseño, ingeniero de proceso, fabricación, ventas, o cualquier otro experto que haga falta.

Período de tiempo largo entre el diseño y la producción, suficiente para hacer bien el trabajo.

Resultado: mejor calidad conforme va pasando el tiempo, con costes cada vez menores.

*Ejemplo 2.* Equipo para desarrollar papel para imprimir facsímiles.

El fabricante del papel elegido.

Su químico.

Su comprador de materias primas (pulpa de madera, creta, óxido de aluminio, óxido de titanio, otros).

Su director de producción.

Cliente:

Su científico más antiguo, a cargo de la investigación y desarrollo.

Su químico.

Su director de producción.

Su director de marketing.

Los siguientes párrafos indican que en Japón es más importante una fuente firme y fiable, que responde a las necesidades, y con un acuerdo a largo plazo, que el precio.

La cuestión definitiva que piensan las firmas americanas es que los elevados márgenes comerciales generados por el sistema de distribución japonés multiestratificado a menudo eliminan cualquier ventaja que tengan las importaciones en el puerto.

Los japoneses contestan que los problemas se comprenden mejor si se consideran como una extensión de la relación de muchos años entre el cliente y el proveedor en Japón. Los compradores esperan que los proveedores sean una fuente fiable de mercancías, que comprendan sus necesidades y respondan con rapidez a ellas, y que ofrezcan un servicio post-venta fiable. Esta relación depende mucho de estos factores, excluyendo consideraciones económicas

como las de los costes más bajos para el rango de calidad requerido. Por tanto, aunque la relación cliente-proveedor no pretende excluir a las firmas extranjeras de la competencia, el trabajar dentro del sistema puede ser frustrante. (Instituto Económico de Japón, *Japan's Import Barriers: Analysis of Divergent Bilateral Views*, Washington, 1982.)

En 1950 los directivos japoneses aprendieron, con el diagrama de flujo de la Fig. 1 (p. 4) sobre la pizarra, que la mejor solución para mejorar los materiales de recepción es hacer que cada proveedor sea un socio, y trabajar con él en una relación a largo plazo de lealtad y confianza.

*Diálogo entre cliente y fabricante.* (Robert Brown, Nashua Corporation, 1985.)

Esto es lo que yo puedo hacer por usted.  
Esto es lo que usted podría hacer por mí.

A las compañías americanas les cuesta entender que el precio tiene poca importancia cuando se intentan abrir negociaciones con las firmas japonesas. Para la forma de hacer negocios de los japoneses, más importante que el precio es el mejorar continuamente la calidad, lo cual sólo puede conseguirse con una relación a largo plazo de lealtad y confianza, ajena a la forma americana de hacer negocios.

El proveedor tiene la obligación consigo mismo y con su cliente de insistir para ser el único proveedor. El proveedor único requiere toda la atención de su cliente, no una atención dividida (Mary Ann Gould, Presidente de Janbridge, Inc., Filadelfia.)

*Más-coste.* Se puede caer en una trampa cuando se compran bienes y servicios sobre la base del precio, y de la que la gente no suele hablar. Para jugar al juego del más-coste en la industria, un proveedor hace una oferta tan baja que está casi seguro de que conseguirá el negocio. Lo consigue. El cliente descubre que es vital hacer un cambio en la ingeniería. El proveedor es extremadamente amable, pero «lo siente», se ha dado cuenta de que este cambio duplicará el coste de los artículos. Es demasiado tarde para que el cliente trate de llegar a otros acuerdos. La producción se ha comenzado y tiene que continuar sin pararse. El proveedor se sale con la suya.

---

**EXTRACTOS DE UN INFORME<sup>5</sup>**  
**JAPANESE AUTOMOTIVE STAMPING**  
**REDACTADO POR UN EQUIPO, DICIEMBRE 1981**

A. INSTALACIONES

1. *Planta y equipo.* Las prensas de estampación son de diseño convencional. Están distribuidas densamente, atendidas por sistemas de transferencia y de manipulación más completos (a menudo mecanizados), y muestran pocas características especiales, excepto por su capacidad para cambiar rápidamente las matrices.

2. *Limpieza extraordinaria.* Era sorprendente la extrema limpieza en todas las áreas de la planta. Pasillos despejados, equipo limpio, suelos de cemento pintado sin una mancha, todos los empleados con monos blancos o de color pastel y con gorras. Por el suelo no había nada de lubricante desparramado, trapos, herramientas de mano, desechos, trozos de metal, colillas y otros residuos —*en todas partes.*

Los japoneses creen firmemente que un ambiente limpio aumenta la calidad.

B. OPERACIONES DE PRODUCCIÓN

2. *Existencias y productos almacenados mínimos.* El tan divulgado sistema de entregas justo-a-tiempo (conocido como el plan Kanban en la Toyota, y bajo otros nombres en otras partes) se seguía en todas partes. Los envíos de los estampados, submontajes y montajes se hacen varias veces al día y van directamente a la línea de montaje de coches. Los camiones de carga lateral entran en la planta de montaje y se descargan los contenedores de las piezas en el lugar adecuado de trabajo en la línea sin hacer una inspección ni recuento en recepción. Las piezas se montan en los coches tal como llegan.

La ausencia virtual de existencias da como resultado un ahorro de espacio estimado del 30 por 100 al compararlo con las operaciones similares en los Estados Unidos.

La misma filosofía de existencias bajas se sigue en las plantas de estampación contratadas. Las bobinas y cintas se reciben varias veces a la semana, procedentes de los proveedores de acero. Se dedica relativamente poco espacio en la planta para el almacenado, y las existencias tienen una rotación típica inferior a una semana.

---

<sup>5</sup> Estoy agradecido a Mr. Ralph E. Stinson, presidente de Bettcher Manufacturing Corporation, por haberme proporcionado una copia de este informe.

3. *Cambio rápido de las matrices.* Generalmente las matrices se cambian de tres a cinco veces en un turno, incluso en las prensas más grandes. El tiempo que se dedica a los cambios alcanza proporciones increíbles. Los cambios extraordinariamente rápidos de las matrices son posibles porque se utilizan juegos de matrices estandarizados, placas portaestampa y placas adaptadoras estandarizadas, alturas de cierre estandarizadas, uso frecuente de estampas de rodillo, y equipo de manipulación mecánico.

Durante los cambios de las matrices hasta las prensas más grandes casi nunca están paradas más de doce-quince minutos. Un ejemplo: una línea de cinco prensas, con una prensa de 500 toneladas, se transformó para fabricar una pieza completamente distinta en el tiempo memorable de tan sólo dos minutos y medio.

4. *Utilización elevada del equipo.* Lo normal es un índice relativamente elevado de utilización —estimado entre el 90 y el 95 por 100—. La observación de cerca de 1.000 prensas reveló que habían muy pocas prensas paradas o de reserva, ninguna prensa desmontada para su reparación, y no se reparaba ninguna matriz en la prensa. Había una fuerte evidencia de que se realizaba un mantenimiento preventivo eficaz.

5. *Lubricante sin desperdicios.* El stock se lubrica sólo en la cantidad mínima necesaria para que la producción salga bien. Se practica mucho la lubricación puntual, y es corriente la utilización de material pre-lubricado (cera o base de aceite). En consecuencia, se desperdicia poco lubricante, se reduce la necesidad de limpiar las piezas, y el lubricante no se desparrama sobre el equipo, los empleados o el suelo.

6. *Salud y seguridad.* Se seguían estrictamente las reglas para proteger los ojos, y era corriente el uso de cascos. Otra indumentaria protectora incluía delantales resistentes en las áreas de soldadura eléctrica por puntos y fabricación de matrices.

En general, la vigilancia de las máquinas se hacía con relativamente pocos guardias en las cercas, pero estaba muy extendido el empleo de dispositivos sensores de presencia. No se vieron dispositivos de llamada. Se observó que el ajuste de las matrices generalmente requería pocos desplazamientos o empujones de la prensa. No se vieron pilones de apoyo.

7. *Horas de funcionamiento.* De manera habitual las plantas funcionaban durante dos turnos de ocho horas, estando los turnos separados por intervalos de cuatro horas, durante los cuales se realizaba el mantenimiento preventivo, la limpieza y las reparaciones importantes de las matrices. Durante los períodos de producción extra, el día de trabajo consistía en dos turnos de diez horas separados por intervalos de dos horas.

8. *Producción y control de calidad.* El equipo de estampado se hacía funcionar a velocidades normales, pero debido a que el tiempo no productivo de las prensas se mantenía en niveles extremadamente bajos, la producción por hombre-hora es mucho más elevada que en los EE.UU. También contribuye a la productividad el énfasis puesto en la mecanización y el amplio uso de dispositivos de transferencia sencillos.

El control de calidad es una obsesión. Los operarios tienen la responsabilidad directa de la calidad de su producción. Los índices de rechazos se mantienen con regularidad alrededor del 1 por 100, y a menudo son aún más bajos.

### C. MANO DE OBRA

1. *Formación.* En general, los empleados de planta están claramente más formados, más capacitados y son más flexibles en las tareas que se les asigna que sus colegas americanos. Los operarios de máquinas generalmente hacen pequeñas reparaciones, hacen trabajos de mantenimiento, anotan los datos del comportamiento de la máquina, y comprueban la calidad de las piezas.

Obviamente, las compañías consideran que sus empleados son su activo competitivo más significativo, y les proporcionan una buena orientación general, así como la formación en las tareas específicas, que sobrepasa con mucho a la práctica normal en los EE.UU.

2. *Implicación de los empleados.* Los trabajadores de producción participan con regularidad en las decisiones de funcionamiento, incluyendo la planificación, el establecimiento de objetivos, y el seguimiento del comportamiento. Se les estimula para que hagan sugerencias y se responsabilicen bastante por el comportamiento global.

El bien conocido concepto de «Círculo de Calidad» que abarca a equipos reducidos de cinco a quince empleados, era muy habitual. La comunicación eficaz con la dirección estimula aún más el espíritu positivo de equipo, así como la intensa lealtad y elevada motivación. En la planta, las comunicaciones visuales —posters, carteles, gráficos— eran muy numerosas.

Los sindicatos de la compañía son la regla, en vez de los sindicatos por industrias, y se entiende claramente que los intereses del sindicato están ligados al éxito de la compañía. Por tanto, la forma de trabajar parece que es menos restrictiva y que estimula la productividad personal.

### D. RELACIONES CON EL CLIENTE

1. *¿Fabricar o comprar?* Según nuestros anfitriones, el fabricante de coches japonés compra el 70-80 por 100, en volumen de dólares, de los estampados que necesita a estampadores metálicos contratados, y fabrica el 20-30 por 100 de sus necesidades. En EE.UU. ocurre lo contrario.

Los fabricantes de coches japoneses aparentemente suponen que la calidad, las entregas, existencias y los costes relacionados se pueden controlar mejor por el departamento de compras en una situación de compra, que haciéndolo uno mismo.

2. *Relación amistosa.* Los fabricantes de coches y sus proveedores mantienen una relación extremadamente amistosa, y sin guardar las distancias, en

la que el control por el cliente es el concepto clave. En algunos casos el fabricante de coches insiste en que el estampador contratado le sirva sólo a él. Esto tiende a concentrar la producción en relativamente unos pocos proveedores a largo plazo, y establece un tipo de relación de captura en la cual los proveedores favorecidos se llaman «asociados».

Esta relación estrecha entre el cliente y el proveedor presumiblemente proporciona al proveedor grandes recompensas por sus logros. Sin embargo, la penalización por los fallos es devastadora.

Los contratos de producción generalmente son a largo plazo (hasta de 6 años), y pueden incluir los requisitos para el diseño del producto y los ensayos. Invariablemente contienen expectativas exigentes. Estas expectativas incluyen: (1) requisitos de calidad excepcional; (2) entregas fiables justo-a-tiempo; (3) cantidades exactas —ni producción excesiva ni insuficiente; y (4) mejorar la productividad continuamente, que tienen como consecuencia la reducción de los costes a largo plazo.

Los precios del acero generalmente no varían durante todo un año.

## E. COMPROMISO

Se observó repetidamente que la relación laboral positiva entre los proveedores de acero, los estampadores contratados, los sindicatos, y los fabricantes de coches refuerza la productividad y no interfiere en ella, al contrario de lo que ocurre con las relaciones más negativas existentes entre estos grupos en los EE.UU. Hay una dedicación común y unificada para lograr la excelencia competitiva por toda la estructura industrial japonesa, de la cual carecemos aquí.

Esta dedicación se extiende desde el alto ejecutivo de la mayor compañía hasta los empleados inferiores de la compañía más pequeña, y dirige todos sus esfuerzos a lograr un objetivo común. Esto les lleva a minimizar los desperdicios de cualquier tipo: (1) de recursos humanos, físicos y financieros; y (2) de tiempo.

Ellos capitalizan su recurso competitivo principal —las personas— y las forman, motivan y dirigen con especial eficacia.

### **5. Mejorar constantemente y siempre el sistema de producción y servicio.**

El tema que aparece una y otra vez en este libro es que la calidad se debe incorporar en la fase de diseño. Una vez que los planes se están ejecutando, puede ser demasiado tarde. Cada producto debería ser considerado como si fuese único; sólo hay una oportunidad para lograr el éxito óptimo. Es fundamental trabajar en equipo en el diseño, como se ilustra en la página 33. Debe haber una mejora continua en los métodos de ensayo (p. 108), y un entendimiento cada vez mejor de lo que necesita el cliente y de la forma en que éste usa y mal usa el producto.

Repetimos aquí lo dicho en la p. 4 de que la calidad deseada comienza con la idea, la cual es fijada por la dirección. La idea debe traducirse a planes, especificaciones, ensayos, en un intento de hacer llegar al consumidor la calidad deseada, todo lo cual es responsabilidad de la dirección.

Río abajo, habrá una continua reducción en los desperdicios y una continua mejora de la calidad en cada actividad de adquisición, transporte, ingeniería, métodos de distribución, supervisión, reciclaje, contabilidad, nóminas, servicio al cliente. Con el progreso continuo, las distribuciones de las características clave de las piezas, materiales y servicio se hacen tan estrechas que las especificaciones se pierden en el horizonte.

Nosotros en América nos hemos preocupado de las especificaciones: cumpla las especificaciones. Por el contrario, los japoneses se han preocupado de la uniformidad, trabajando para conseguir una variación alrededor del valor nominal cada vez menor —e.g., diámetro 1 cm (Aportado por John Betti, Ford Motor Company).

Esta afirmación concuerda con un modelo formal introducido por G. Taguchi hace años, el cual lleva a costes cada vez más bajos al mejorar la calidad<sup>6</sup>. (Sigue en la p. 106).

La dirección de una compañía, determinada a cambiar, seguirá intentando dominar el sentido de los 14 puntos y comprender y erradicar las enfermedades mortales y los obstáculos del Capítulo 3. (Sigue en el Punto 14, p. 65.)

Todo el mundo debería preguntarse a sí mismo todos los días qué es lo que ha hecho ese día para avanzar en sus conocimientos sobre su trabajo y mejorar su habilidad, y cómo avanza su educación para estar más satisfecho de la vida.

En un taller ¿se hace cada trabajo mejor que el anterior? ¿Hay un continuo progreso en los métodos para comprender mejor las necesidades de cada nuevo cliente? ¿Hay una continua mejora de los materiales, de la selección de nuevos empleados, de las capacidades de las personas que trabajan en un puesto, y de las operaciones repetitivas?

*Escuchado junto al Dr. Nelson.*

*Jefe de un taller.* Sólo fabricamos unos veinticinco cada vez. ¿Cómo podemos utilizar el control de calidad?

*Dr. Nelson.* Está usted pensando de forma equivocada. Usted está pensando en medir los desperdicios y la productividad al final. Es mejor trabajar

---

<sup>6</sup> Ver *Off-Line Quality Control*, de G. Taguchi y Yu-In Wu (Central Japan, 4-10-27 Meieki Nakamura-ku, Nagoya, 1979); *On-Line Quality Control during Production*, de G. Taguchi (Japanese Standards Association, 1-24 Akasaka 4-chome, Minato-ku, Tokio, 1981). Ver también «The value of improved performance», de Peter T. Jessup (Ford Motor Company), ponencia del encuentro de la División de Automoción, Sociedad Americana para el Control de Calidad, Detroit, 4 de noviembre de 1983.

en los procesos, en el equipo, en los materiales y en los componentes que forman parte de su producto, y en los procedimientos de ensayo de estos componentes antes de que se alcance el producto final. Y también —lo más importante— los ensayos del producto final: ¿están estos ensayos en control estadístico? Si no lo están, le inducirán a error.

Cada hotel que se termina (edificio y muebles) debería ser mejor que el último que se acabó, mejor que el acabado el año anterior, y mejor que el que se acabó dos años antes. ¿Lo es? ¿Por qué no? ¿Por qué repetir una y otra vez las mismas equivocaciones? ¿Por qué se prefieren los hoteles antiguos a los nuevos?

Una compañía que se encarga de la construcción de hoteles, hospitales, edificios para oficinas, apartamentos, ¿muestra una continua mejora en la planificación y en la realización? (Sigue en las pp. 72 y 73 y en el Capítulo 7.)

Los empleados encargados de tarifar en una compañía de transportes o en un ferrocarril ¿mejoran año a año? (Más en la p. 152.)

El progreso permanente en la fabricación significa un trabajo continuo con los proveedores y, con el tiempo, pasar a tener un proveedor y un punto de envío para cada artículo (Punto 4).

La mejora del proceso incluye una mejor asignación del esfuerzo humano. Incluye la selección del personal, su destino, su formación, para dar a cada uno, incluso a los trabajadores de fabricación, una oportunidad para avanzar en su aprendizaje y para contribuir con su talento. Supone eliminar las barreras para que cada uno esté orgulloso de su trabajo, tanto para los trabajadores de producción como para los directores y los ingenieros (Punto 12).

Apagar incendios no es mejorar el proceso. Ni tampoco lo es el descubrimiento y la eliminación de una causa especial detectada por un punto fuera de control. Esto sólo pone al proceso en el lugar en que debería haber estado desde el principio (observación del Dr. Joseph M. Juran, hace años).

La mejora de un proceso puede necesitar del estudio de los registros para saber más sobre los efectos de los cambios de temperatura, presión, velocidad, cambio de materiales. Los ingenieros y los químicos, que pretenden mejorar el proceso, pueden introducir cambios y observar sus efectos.

La causa de un fallo que aparece periódicamente o parece estar asociado con algún acontecimiento recurrente, generalmente es fácil de seguir. Debería hacerse el seguimiento de la aparición periódica de cualquier característica.

El ajuste de un proceso que está bajo control estadístico, y que se realiza al aparecer un artículo defectuoso o una equivocación, como si procediera de una causa inmediata obvia, sólo creará más problemas, no menos (teorema debido a Lloyd S. Nelson; ver p. 17; y también la p. 86). Los límites de la especificación no son límites de acción (ver Capítulo 11).

El gran adelanto del sistema Kanban (envíos justo-a-tiempo) es la disciplina que hay tras él —proceso bajo control; calidad, cantidad y regularidad predecibles.



**6. Implantar la formación.** La formación debe ser reconstruida totalmente. La dirección necesita formación para aprender todo lo relacionado con la compañía, desde los materiales en recepción hasta el cliente. Uno de los problemas centrales consiste en la necesidad de valorar la variación.

La dirección debe comprender y actuar sobre los problemas que privan al trabajador de producción de la posibilidad de realizar su trabajo con satisfacción (Punto 12a).

Los directores japoneses tienen, por naturaleza, importantes ventajas sobre los directores americanos. Un directivo japonés comienza su carrera con un largo internado (de cuatro a doce años) en planta y en otras tareas dentro de la compañía. Conoce los problemas de producción. Trabaja en compras, contabilidad, distribución, ventas.

Las personas aprenden de diferente manera. Algunas tienen dificultad para aprender por medio de instrucciones escritas (dislexia). Otras tienen dificultad en aprender por medio de la palabra hablada (disfasia). Unas personas aprenden mejor con dibujos; otras por imitación; otras, con métodos combinados.

¿Cuántos hombres han sido dados de baja en el ejército, caídos en desgracia por una supuesta desobediencia a una instrucción (verbal), cuando lo que ocurría era que no podían comprender la palabra hablada?

*Operario de producción* (anotado): No te dan ninguna instrucción. Lo que hacen es ponerte delante de una máquina y te dicen que te pongas a trabajar.

¿No hay nadie que le enseñe a usted?

Mis compañeros me ayudan, pero ellos tienen que hacer su propio trabajo.

¿No tiene usted un capataz?

Él no sabe nada.

¿Su trabajo no consiste en ayudarlo a usted a que aprenda el suyo?

Si necesitas ayuda, no la buscas en alguien que parece más tonto que tú, ¿no? El lleva corbata, pero no sabe nada.

Pero la corbata ayuda, ¿no?

No.

Un grave problema en la formación y el liderazgo en los Estados Unidos proviene de que el estándar de lo que constituye un trabajo aceptable y lo que no, es flexible. Demasiadas veces el estándar depende de la dificultad que tiene el capataz para cumplir su cupo diario en cifras.

El mayor derroche en América es la incapacidad de utilizar las habilidades de las personas. Uno solamente tiene que oír una cinta grabada en una reunión con los operarios para saber lo frustrados que están respecto de la contribución que desearían hacer (pp. 60-62). Cualquiera persona se quedaría impresionada de observar con qué claridad se expresan la mayoría de los operarios, a pesar de las críticas de nuestras escuelas.

El dinero y el tiempo empleados en la formación serán ineficaces a menos

que se eliminen las inhibiciones para realizar bien el trabajo (Punto 12). La formación para un trabajo debe enseñar las necesidades de los clientes; ver el Punto 14, p. 65. (Aportado por William W. Scherkenbach.)

Relacionado con los puntos 6 y 13, debería observarse, además, que el dinero gastado en formación, reciclaje y educación no aparece en la hoja de balances; no incrementa el valor neto de una compañía. Por el contrario, el dinero gastado en equipo aparece en la hoja de balances, e incrementa el valor neto actual de la compañía. (Aportado por Brian L. Joiner.)

*Observación.* Hay una diferencia importante entre los puntos 6 y 13. El punto 6 hace referencia a los fundamentos de la formación de la dirección y de los nuevos empleados. El punto 13 hace referencia a la educación continuada y a la mejora de cada uno en su trabajo —la automejora.

**7. Adoptar e implantar el liderazgo.** La tarea de la dirección no consiste en supervisar, sino en el liderazgo. La dirección debe trabajar en las fuentes de mejora, la idea de la calidad del producto y del servicio, y en la traducción desde la idea al diseño y al producto real. La necesaria transformación del estilo de gestión occidental requiere que los directores sean líderes. Se debe abolir la focalización en la producción (gestión por cifras, gestión por objetivos, estándares de trabajo, cumplir las especificaciones, cero defectos, valoración del comportamiento), y poner en su lugar el liderazgo. A continuación se dan algunas sugerencias:

a) Eliminar las barreras que imposibilitan que el trabajador haga su trabajo con orgullo (Punto 12).

b) Los líderes deben conocer el trabajo que supervisan. Deben estar facultados para informar a la alta dirección de las condiciones que necesitan corregirse (defectos heredados, máquinas sin mantenimiento, malas herramientas, definiciones confusas de lo que es un trabajo aceptable, énfasis en las cifras y no en la calidad). La dirección debe actuar sobre las correcciones propuestas. En la mayoría de las organizaciones, esta idea es tan sólo un sueño vano, ya que el supervisor no sabe nada del trabajo.

c) Podemos traer aquí otra falacia del liderazgo, un ejemplo que me contó mi amigo David S. Chambers. Una supervisora retenía los artículos defectuosos que sus siete operarios habían hecho durante el día. Ella pasaba la última hora del día con su gente para examinar y escudriñar, con gran paciencia y ganas de ayudar, cada uno de los artículos defectuosos fabricados ese día. Sus siete personas pensaban que era una gran supervisora, lo mismo que todos los demás.

La realidad era que el sistema era estable.

¿Qué estaba mal? Las siete personas no cometían los errores; el sistema sí. Estaban tratando cada fallo y cada imperfección como una cosa especial, sin trabajar para mejorar el sistema. Estaban aplicando la Regla 2 o la Regla 3 con el embudo (p. 255), empeorando las cosas, no mejorándolas, y garantizando

para siempre este nivel elevado de problemas. Veremos más ejemplos de este mismo fallo —haciendo las personas lo mejor que saben—. ¿Cómo podrían darse cuenta? Se aclarará en los Capítulos 8 y 11.

d) El director de una planta reúne cada mañana a sus supervisores para hacer el recuento, con una meticulosidad alemana, de todo lo que se hizo mal el día anterior. Estaba cometiendo la misma equivocación, tratando cada falta y cada defecto como si se debiesen a una causa especial, que se tenía que localizar y eliminar. Resultó que la mayoría de sus sistemas eran estables. Por tanto, estaba empeorando las cosas, y garantizando eternamente este nivel elevado de problemas. ¿Cómo podía darse cuenta?

e) Hubo una vez, hace años, en que el capataz seleccionaba a su gente, la formaba, la ayudaba, trabajaba con ella. Conocía su trabajo. Hoy, 19 capataces entre 20 jamás estuvieron haciendo el trabajo que supervisan. No intervienen en la selección de su gente. No pueden formar ni ayudar, ya que el trabajo es tan nuevo para el capataz como para su personal. Pero puede contar. Por tanto, su trabajo gravita sobre los números, cupos, sacar tantas piezas hoy, tantas al mes. Al final del mes, todo cuenta, no importa lo que salga. Algunos capataces tratan de aprender algo acerca de su trabajo, y este esfuerzo ayuda a suavizar las relaciones adversas que existen entre los operarios y el supervisor. La mayoría no se llega a ganar la confianza de las personas que supervisan porque sólo se preocupan de los números, y son incapaces de ayudar al operario a mejorar su trabajo. (Aportado por James K. Bakken, Ford Motor Company.)'

f) Me temo que la supervisión a nivel de planta es, en muchas compañías, un puesto introductorio para que los muchachos y muchachas universitarios aprendan algo acerca de la compañía, seis meses aquí, seis meses allá. Éstos son lo bastante inteligentes, y es cierto que algunos de ellos intentan aprender el trabajo, pero ¿cómo se puede aprender en seis meses? Es fácil comprender a un trabajador que afirmó que si acude a su capataz con un problema, éste (el capataz) lo único que hace es sonreír y marcharse. No entiende el problema, y no podría hacer nada si lo entendiese.

g) Mucha supervisión se puede describir como supervisión por números ordinales y porcentajes. Ejemplos de falacias:

Cualquier persona cuya producción está por debajo del promedio está ocasionando pérdidas.

Cualquier persona cuya proporción media de unidades defectuosas está por encima del promedio está ocasionando pérdidas.

Todo el mundo debería estar por encima del promedio.

Algunos líderes olvidan un importante teorema matemático y es que si 20 personas están haciendo un trabajo, dos estarán en el 10 por 100 inferior, sin importar de qué se trate. Resulta difícil derrocar la ley de la gravedad y las leyes de la naturaleza. El problema importante no es el 10 por 100 inferior, sino quién está estadísticamente fuera de línea y necesita ayuda (Capítulo 3).

*Ejemplos sacados de la vida diaria.* La mitad de nuestros presidentes han estado por encima de la media (de *San Diego Union*, 21 de febrero de 1983, p. C-2):

Los historiadores califican  
a los líderes de América,  
pasados y presentes

Por BOB DVORCHAK

«Por lo general, hemos tenido la suerte de tener unos líderes por encima de la media», dijo Robert K. Murray, quien está tabulando las respuestas de 970 historiadores encuestados.

«Hemos tenido una enorme suerte, considerando la forma tan fortuita que tenemos de elegir presidente. Los historiadores han determinado que casi uno de cada cuatro ha sido genial o casi genial y que más de la mitad están por encima del promedio», dijo el profesor de historia de la Universidad Estatal de Pensilvania.

*Observación.* La genialidad se encuentra en el 25 por 100 superior.

Uno puede ponderar el sentido de un informe atribuido a la Comisión de Reglamentación Nuclear (*Wall Street Journal*, 14 de septiembre de 1981; me lo hizo notar Robert E. Lewis, en su escrito en el *New York Statistician*, mayo-junio 1982)»:

El estudio de CRN califica  
a 15 plantas nucleares  
«por debajo del promedio»

Por un REPORTERO DEL  
WALL STREET JOURNAL

WASHINGTON—Los reactores nucleares de 15 de las 50 plantas eléctricas están mal según un informe de la Comisión de Reglamentación Nuclear, y los inspectores federales les dedicarán más atención. El staff de CRN, basándose en los estudios concluidos a finales del año pasado, encontró que 15 plantas eléctricas están «por debajo del promedio» en cuanto a su actuación global, incluyendo el mantenimiento, la protección frente a la radiación y el fuego, y el control de la dirección.

Un portavoz de CRN dijo, «...el objeto del estudio era asegurarse de que centramos nuestras inspecciones en las plantas que muestran un comportamiento por debajo del promedio».

En el informe de la Comisión de Reglamentación Nuclear<sup>7</sup>, «por debajo del promedio» aparentemente quiere decir insatisfactorio, cuya definición no está clara. Aparentemente CRN no conocía los métodos explicados en los Capítulos 3 y 11 para decidir qué instalaciones están fuera de línea. Ni tampoco propusieron la mejora permanente de todas las instalaciones.

El objetivo de un sistema de supervisión de las plantas nucleares eléctricas o de cualesquiera otras, debería ser el de mejorar todas las plantas. No importa lo bien hecha que esté la supervisión, siempre habrá plantas por debajo del promedio. Poner remedios específicos sólo estaría indicado en la planta que resultara estar, por medio de los ensayos estadísticos, fuera de control.

*Otro ejemplo* (comunicado al autor por un director de marketing). Una compañía automovilística tiene tres concesionarios en Dayton. Uno de ellos está por debajo de la media (no es una tomadura de pelo). Su actuación es obviamente inferior. Hay que hacer algo. Quizá deberíamos insistirle para que vendiera el negocio y pudiéramos encontrar un sustituto.

Por todo el libro aparecen sugerencias sobre las maneras de mejorar el liderazgo.

*Otro más.* (Del *Wisconsin State Journal*, 11 de marzo de 1983, aportado por Brian L. Joiner).

### La mitad aún está por debajo de la mediana

A pesar del incremento, dijeron los altos cargos del sindicato, más de la mitad de los jugadores de la liga ganaron menos de la mediana global de 75.000\$ al año.

El paso siguiente será elevar a la mitad inferior hasta la mediana. O por lo menos reducir a la mitad la proporción que está por debajo de la mediana.

*Y otro.* Mi amigo Heero Hacquebord de Pretoria, me contó que el maestro de la escuela a la que asistía su hijita puso dos exámenes y llamó a papá

---

<sup>7</sup> Comisión de Reglamentación Nuclear de los EE.UU. *Systematic Assesment of License Performance*, NUREG-0834, Washington, 20 de octubre de 1981.

para informarle de que su nena había quedado por debajo de la media en los dos. Él le dijo al maestro que fallar en ocho exámenes consecutivos sería para preocuparse, pero no por dos. Sin embargo hay que apreciar las buenas intenciones del maestro.

El sistema educativo de un país donde trabajé recientemente hace pasar por unos exámenes a los muchachos de quince años, y está establecido que sólo pasen el 50 por 100 de ellos. Los anuncios de trabajo especifican «Indispensable el certificado escolar». El sistema de calificación cataloga como fracasados para toda su vida a la mitad de los muchachos.

En algunos hoteles se informa que la camarera es responsable de todas las toallas y sábanas de la habitación. En otras palabras, se hace responsable a la camarera de lo que se les puede ocurrir robar a otros. ¿Es ésta la forma en que la dirección conseguirá que sus empleados sean leales y fieles?

**8. Desechar el miedo<sup>8</sup>.** Nadie puede dar lo mejor de sí a menos que se sienta seguro. Seguro procede del latín, de *se*, sin, y *curo*, preocuparse, tener miedo. *Seguro* significa sin miedo, no tener miedo de expresar las ideas, no tener miedo de hacer preguntas. El miedo toma varias formas. El denominador común del miedo bajo cualquier forma, en cualquier lugar, es el daño ocasionado debido a un comportamiento deteriorado y a unas cifras hinchadas (p. 204).

Existe una resistencia generalizada al saber. Los adelantos que hacen falta en la industria occidental requieren conocimientos, pero la gente tiene miedo de saber. Puede que el orgullo tenga un papel en la resistencia a saber. Los conocimientos nuevos introducidos en una compañía pueden revelar algunos de nuestros fallos. Desde luego que una perspectiva mejor consiste en aceptar los conocimientos nuevos porque pueden ayudarnos a realizar mejor el trabajo.

Algunas personas pueden preguntarse si en este momento de su vida pueden aprender algo nuevo. Si ocurriera algún cambio, ¿dónde estaría yo?

Los conocimientos nuevos cuestan dinero. ¿Recuperaremos nuestro dinero? ¿Cuándo?

Los negocios nuevos, para la exportación o para el mercado interior, proceden de la investigación básica, seguida por el desarrollo de nuevos niveles de calidad y de nuevos productos. La investigación básica, para que sea eficaz, necesita ser infundida por los conocimientos. Resulta interesante observar que el 83 por 100 de los fondos para investigación básica en los Estados Unidos procede de fuentes gubernamentales, y el resto de la industria privada. En Japón los porcentajes son al revés.

A continuación se citan algunas expresiones de temor.

Tengo miedo de perder mi trabajo porque la compañía dejará el negocio.

---

<sup>8</sup> Le estoy agradecido a William J. Latzko por haberme señalado hace tiempo la extensión del miedo y las pérdidas económicas que conlleva.

Tengo la sensación de que Dave (por encima de mí) se va a otra compañía. Si lo hace, ¿qué será de mí?

Podría hacer mejor el trabajo si comprendiese lo que viene después.

Tengo miedo de proponer una idea. Sería culpable de traición si lo hiciese.

Tengo miedo de que mi calificación anual próxima no me haga acreedor de un aumento.

Si yo hiciese lo mejor para la compañía, a largo plazo, tendría que parar la producción una temporada para hacer reparaciones y revisiones. Mi informe diario de la producción caería en picado, y yo me quedaría sin trabajo.

Tengo miedo de no tener siempre la respuesta cuando mi jefe me pregunta algo.

Tengo miedo de compartir mis esfuerzos con un compañero o con un equipo, porque gracias a mi contribución, alguien podría conseguir una calificación más alta que la mía.

Tengo miedo de equivocarme.

Mi jefe cree en el temor. ¿Cómo podría dirigir a su gente si no le tuviesen miedo? La dirección es punitiva.

El sistema en el que trabajo no me permite ampliar mi capacidad.

Me gustaría comprender mejor las razones de algunos de los procedimientos de la compañía, pero no me atrevo a preguntar.

Desconfiamos de la dirección. No podemos creer en sus contestaciones cuando preguntamos por qué hacemos las cosas así. La dirección tiene una razón, pero nos dice otra cosa.

Puede que no llegue hoy a mi cupo (un operario o un director de planta).

No tengo tiempo de revisar mi trabajo cuidadosamente. Debo acabar esto, y comenzar otra cosa (ingeniero).

**Más sobre el miedo.** Otro perjuicio ocasionado por el miedo es la incapacidad de servir al interés de la compañía por tener que satisfacer reglas específicas, o por la necesidad de satisfacer, a cualquier coste, el cupo de producción.

En el Capítulo 8 (p. 208) aparece un ejemplo en el que el capataz no se atrevía a detener la producción para hacer unas reparaciones. Él sabía lo que era mejor para la compañía, pero tenía que sacar adelante su cupo diario de coladas, con el riesgo de sufrir una avería. Efectivamente, el cojinete se bloqueó. No sólo no alcanzó su cupo sino que, peor aún, toda la línea se paró durante cuatro días para ser reparada. En el Capítulo 8 aparecen otros ejemplos.

Un departamento había dejado de fabricar, durante meses, suficientes artículos para el mercado. El director general designó a una persona para descubrir qué estaba mal. Lo que descubrió es que los inspectores estaban dominados por el miedo. Se les había metido en la cabeza la idea de que si el cliente encontraba un artículo defectuoso, el inspector que había dejado pasar el artículo se quedaría sin trabajo. En consecuencia, los inspectores retenían casi toda la producción. No tenían razón respecto a las consecuencias de dejar

pasar un artículo defectuoso, pero son los rumores los que dirigen una organización. (Aportado por J. J. Keating, de Richland, Washington.)

Algunos directores dicen que es necesaria una cierta cantidad de temor para que se haga el trabajo.

Los operarios no quieren cometer equivocaciones de forma continuada y que se les descubra. Las ocultan, temerosos de que la dirección lo descubra.

El temor entre los trabajadores asalariados se puede atribuir en gran parte a la calificación anual del comportamiento (ver Capítulo 3).

*Manera equivocada de dirigir.* Un director repasa el informe de las quejas por tipos de defectos. Su mirada se detiene en la cifra más alta que hay sobre el papel; coje el teléfono para arremeter contra el pobre diablo responsable de ese tipo de defecto. Esta es otra forma de gestión por el miedo, y de gestión por los números. El primer paso que tiene que dar la dirección debería ser descubrir por medio del cálculo, no por la impresión, si este tipo de defecto está fuera de control con respecto a los otros. Si es así, entonces este tipo de defecto requiere especial atención y ayuda. El director también debe trabajar sobre el sistema para reducir todas las quejas. (Aportado por William Scherkenbach.)

**9. Derribar las barreras entre las áreas de staff.** El personal de investigación, diseño, compra de materiales, ventas y recepción de materiales debe conocer los problemas surgidos con los diversos materiales y especificaciones de producción y montaje. De otro modo, habrá pérdidas en producción debido a la necesidad de reprocesar, causada por haber intentado utilizar materiales inadecuados. Todo el personal de ingeniería de diseño, compra de materiales, ensayos de materiales, y los ensayos del comportamiento de un producto, tiene un cliente, es decir, la persona (e.g., el gerente de planta) que tiene que intentar fabricar, con el material comprado, la cosa que fue diseñada. ¿Por qué no familiarizarse con el cliente? ¿Por qué no pasar tiempo en la fábrica, ver los problemas y enterarse de ellos?

Entró un nuevo presidente, habló con los jefes de ventas, diseño, fabricación, investigación de clientes y demás. Todo el mundo estaba haciendo un trabajo extraordinario, y lo habían estado haciendo así durante años. Nadie tenía problemas. No obstante, por alguna razón, la compañía se estaba hundiendo. ¿Por qué? La respuesta era simple. Cada área de staff estaba optimizando su propio trabajo, pero no trabajaban en equipo para la compañía. El papel del nuevo presidente consistía en coordinar las capacidades de estos hombres para el bien de la compañía.

Los hombres del servicio técnico aprenden mucho de los clientes sobre el producto. Desgraciadamente, en algunas compañías no existe un procedimiento de rutina para utilizar esta información. En una ocasión, el departamento de servicio técnico, como respuesta a las llamadas frenéticas de los clientes, había cortado por sistema un tubo que conducía material abrasivo hacia un orificio de salida y había invertido el tornillo de Arquímedes por detrás de la salida. El



problema era que dicho tornillo empujaba el material dentro del extremo del tubo. El departamento de fabricación seguía haciendo el tornillo de Arquímedes como siempre, mientras que el departamento de servicio técnico hacía el arreglo de forma rutinaria cuando lo reclamaba el cliente. La dirección no era consciente de la falta de trabajo en equipo entre fabricación y el servicio técnico, ni del perjuicio ocasionado. (Aportado por Kate McKeown.)

El personal de diseño trabajaba con el personal de ventas y con los ingenieros para diseñar un nuevo modelo. Los vendedores enseñaban los prototipos a los mayoristas y acumulaban los pedidos. La perspectiva era brillante hasta que llegaron las malas noticias —la fábrica no podía fabricar el artículo económicamente—. Para que la producción resultase económica había que hacer unos pequeños cambios en el modelo y en las especificaciones. Estos cambios ocasionaron un retraso en la fábrica. Además, el vendedor tenía que explicar los cambios a los mayoristas que habían pedido el producto. El resultado fue una pérdida de tiempo y de ventas en un mercado cambiante. El trabajo en equipo con el personal de fabricación desde el principio hubiese evitado estas pérdidas.

A menudo la dirección complica el trabajo del personal de diseño haciendo cambios a última hora en el modelo y en la ingeniería, después de que los planes han sido propuestos y la fabricación está a punto, dejando a los ingenieros de diseño y de producción tan sólo unas pocas semanas para hacer el trabajo de un año.

A los ingenieros se les culpa eternamente por los cambios de ingeniería. Yo mismo he criticado que no pasen por planta para comprender las dificultades de la fabricación de Jas piezas que ellos diseñan. La realidad es, ellos me dicen, que se ven obligados a saltarse algunos detalles para cumplir con la producción. Nunca tienen tiempo de acabar nada. Al tener que adelantar la producción se les priva de la oportunidad de meterse en el área de producción para aprender acerca de los problemas creados por los diseños que ellos construyen. A ellos se les califica por números (Capítulo 3).

El coste de garantía se puede cargar en gran parte al diseño de ingeniería, la prisa por fabricar, la reducción de los ensayos, ensayos mal interpretados. Sin embargo, en la práctica se suele culpar al personal de fabricación, siendo la cuestión si se hizo según la especificación.

Los equipos formados por personal de diseño, ingeniería, producción y ventas podrían cooperar en los diseños futuros, y podrían lograr importantes mejoras en el producto, servicio y calidad actual, si pudiesen trabajar sin miedo de arriesgarse (ver el Capítulo 3). Tales equipos podrían llamarse Círculos de CC de dirección. En la p. 33 vimos un ejemplo.

El trabajo en equipo es muy necesario en toda la compañía. El trabajo en equipo hace que una persona compense con su fuerza la debilidad de otra, y que todo el mundo aguace su ingenio para resolver las cuestiones. Desgraciadamente, la calificación anual hace fracasar el trabajo en equipo. El trabajo en equipo es arriesgado. Aquel que trabaja para ayudar a otras personas puede

que no tenga tanta producción que mostrar para su calificación anual como si hubiese trabajado solo (ver Capítulo 3).

Cualquiera puede ver las ventajas de tener unas existencias bajas —todo el mundo excepto la gente de fabricación y ventas. El gerente prefiere disponer de un inventario elevado. Tiene miedo de quedarse sin piezas. El vendedor y el asistente técnico prefieren tener a mano un inventario completo, disponer de todos los tamaños y todos los colores. El cliente no tiene ganas de esperar. Se podría perder una venta. La dirección tiene la misión de intentar ayudar a todas las personas implicadas en las existencias para que cooperen sobre una base de toma y daca, con normas para el inventario que den servicio al cliente.

Un ejemplo de posible cooperación entre departamentos podría ser el del servicio que el departamento de cuentas podría dar a la compañía. El departamento de cuentas podría ser el primero en conocer los problemas que tienen los clientes cuando se quedan cortos, los envíos que llegan con retraso, cuando hay retenciones, artículos estropeados, mala calidad. El cliente que tiene tales quejas puede enviar su cheque con una deducción, y explicando el porqué. El departamento de cuentas puede ayudar a apagar el fuego pasando rápidamente la referencia de tales quejas al personal de servicio al cliente, a los vendedores, y al personal de fabricación.

Como veremos en la página 140, y como todo el mundo sabe, el estudio de las quejas proporciona, una imagen sesgada de la realidad. No obstante, esta información proporcionada por el departamento de cuentas, si se utiliza inteligentemente, puede contribuir a mejorar la calidad y el servicio.

#### **10. Eliminar los eslogans, exhortaciones y nietas para la mano de obra.**

Eliminar las metas, eslogans, exhortaciones y carteles que piden a la gente que aumente la productividad. «Su trabajo es su propio retrato. ¿Lo firmaría usted?» *No* —no si usted me da un lienzo defectuoso sobre el que trabajar, pintura inadecuada, y pinceles desgastados, que hacen que yo no pueda llamarlo mi trabajo. Los carteles y los eslogans así nunca ayudaron a nadie a hacerlo mejor.

Se dijo que una compañía reunió a la alta dirección de sus 240 proveedores más importantes para comunicarles que a partir del mes siguiente la compañía no aceptaría piezas defectuosas. Esto suena fenomenal, pero un programa así es una farsa. ¿Cómo pueden los proveedores realizar tal cambio? ¿Cómo sabrá el cliente que no recibe ningún defecto? ¿Cómo puede entender el proveedor lo que necesita el cliente, a menos que los dos trabajen juntos en una relación de compañerismo? Hace falta tiempo.

Firme una promesa:

A partir de este momento no haré ningún defecto

\_\_\_\_\_ (firma)

El cartel de la Fig. 3 les parece ridículo a los operarios de producción.



**Fig. 3.** Hombre corriendo escaleras arriba.

«Hágalo bien a la primera.» Una llamada un poco altanera. Pero ¿cómo puede una persona hacerlo bien a la primera si el material que recibe no está bien calibrado, tiene el color mal, o cualquier otro defecto, o si su máquina está estropeada, o los instrumentos de medida no son fiables? Este es justo otro eslogan sin sentido, primo hermano de los cero defectos.

«Lo hacemos mejor juntos.» Los operarios de producción me han dicho que este eslogan los pone furiosos. ¡Juntos! Entonces ¿por qué nadie escucha nuestros problemas y sugerencias? Este es otro cartel inútil, un chiste cruel:

Sea un trabajador de calidad.  
Esté orgulloso de su trabajo.

¿Qué tienen de malo los carteles y las exhortaciones? Que no están dirigidos a las personas adecuadas. Que surgen de la suposición por parte de la dirección de que los operarios de producción podrían, si arrimaran el hombro, lograr los cero defectos, mejorar la calidad, mejorar la productividad, y cualquier otra cosa que fuera conveniente. Los gráficos y carteles no tienen en cuenta el hecho de que la mayor parte de los problemas vienen del sistema. Los cálculos que indican la proporción de defectos y errores y costes elevados que proceden del sistema (responsabilidad de la dirección), y los que proceden de las personas que hacen el trabajo, deberían ser una de las herramientas principales de la dirección, y ciertamente del liderazgo, tal como se explica en el Capítulo 11.

Las exhortaciones y los carteles generan frustración y resentimiento. Les advierten a los trabajadores que la dirección no es consciente de las barreras que hay para que estén orgullosos de su trabajo. La cita de Goethe de la página 307 puede que tenga más aplicaciones de las que él pensó.

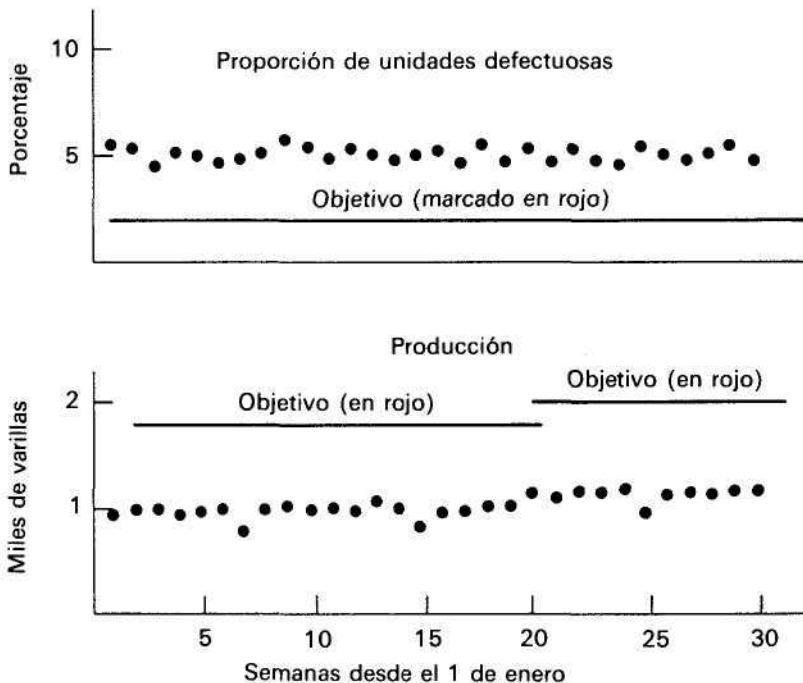
El efecto inmediato de una campaña de carteles, exhortaciones y promesas bien puede ser una mejora efímera de la calidad y productividad, debido al efecto de eliminar algunas causas especiales obvias. Con el tiempo, la mejora se detiene o incluso se invierte. Al final, se reconoce que la campaña ha sido un

engaño. La dirección tiene que aprender que la responsabilidad de mejorar el sistema es suya a partir de este momento, y, desde luego, la de eliminar cualquier causa especial que se detecte por medio de los métodos estadísticos. (Ver la p. 251 y la Fig. 33 del Capítulo 11.)

**Sistema estable de artículos defectuosos.** En la cafetería de una compañía vi los gráficos de la Fig. 4. Excelente idea. Establecer objetivos. Dar a la gente algo por lo que trabajar. Esto es típico. ¿Qué consiguen? ¿Nada? *Error*, su logro es negativo.

Este cartel indica que hay un sistema estable de productos fabricados y un sistema estable de producción de artículos defectuosos (Capítulo 11). Naturalmente que la dirección desea ver mayor producción y menos artículos defectuosos. Su método consistía en rogar a los operarios de producción.

El cartel no está dirigido a las personas adecuadas. Los operarios de producción puede que no hayan estudiado este libro, pero tal como ellos lo ven, la dirección les está pidiendo (a los operarios de producción) que hagan lo que ellos son incapaces de hacer. El resultado es el temor y la desconfianza de la dirección.



**Fig. 4.** Gráfico para la producción semanal y la proporción de unidades defectuosas. Los objetivos, establecidos por los ingenieros industriales, son desmorralizados e ineficaces. Los puntos indican estabilidad, lo que quiere decir que la responsabilidad para mejorar reside en la dirección (en este caso, los ingenieros industriales).

La mejora de la producción en la semana veinte, quizá obvia en el gráfico, provino de que se instalaron dos máquinas nuevas. Este incremento de la producción estableció un nuevo objetivo. El nuevo objetivo creará interrogantes y resentimiento entre los trabajadores de producción. Su primer pensamiento es que la dirección nunca está satisfecha. Cualquier cosa que hagan, se les pide más. Aquí están los frutos de las exhortaciones:

1. Fracaso en cumplir el objetivo.
2. Aumento de la variabilidad.
3. Aumento de la proporción de unidades defectuosas.
4. Aumento de los costes.
5. Desmoralización por parte de la mano de obra.
6. Falta de respeto hacia la dirección.

Los carteles que explican a todas las personas que trabajan lo que la dirección está haciendo, mes tras mes, para (por ejemplo) comprar materiales de mejor calidad a menos proveedores, para hacer mejor el mantenimiento, o para proporcionar mejor formación, o apoyo estadístico y mejor supervisión para mejorar la calidad y la productividad, no trabajando más duramente sino más inteligentemente, serían otra cosa: estimularían la moral. La gente entonces entendería que la dirección se está responsabilizando de los retrasos y defectos y está tratando de eliminar los obstáculos. Aún no he visto ningún cartel así.

Una persona desde luego que tendrá sus propios objetivos. Un hombre puede poner toda su ilusión en tener una educación universitaria. Puede tomar la decisión de estudiar más para aprobar un curso o un examen. Yo decido acabar este capítulo antes de mañana: me pongo una fecha tope. Los objetivos son necesarios, para usted y para mí, pero los objetivos numéricos establecidos para otras personas, tienen unos efectos contrarios a los buscados.

La compañía por supuesto que tendrá objetivos —por ejemplo, constancia en el propósito y estar siempre mejorando.

En los boletines diarios editados por las compañías se pueden encontrar exhortaciones. A continuación hay un ejemplo, sacado de un astillero de la Marina:

Quiero volver a hacer hincapié en que en cada uno de nuestros trabajos la calidad del producto es crítica. La verdadera productividad se debería traducir en una producción mayor de un producto profesional aceptable. El trabajo mal hecho no mejora la productividad, independientemente de lo rápido que se haga (sic) o de la cantidad que se acaba. Si fabricásemos mala calidad, nos estaríamos desacreditando a nosotros mismos y perjudicando al público.

No se puede insistir demasiado en la importancia del concepto del baremo de evaluación para las personas, y en el poder de un saber humano incisivo entre los trabajadores, supervisores, directores, y en que cada individuo sea responsable de los trabajos que hace. Se deben continuar las auditorías de seguimiento que documenten el trabajo completado y a los supervisores responsables de dicho trabajo. Las personas generalmente quieren hacer las cosas

bien, pero en una organización grande, con frecuencia no acaban de comprender qué es lo que está bien. La dirección debe dejar claro como el agua lo que se espera de cada empleado y que la actuación personal es fundamental para mantener el trabajo o ser promocionado. Cuando las instrucciones y las expectativas están absolutamente claras, y se realizan las acciones complementarias enseguida que ocurre algún fallo, tendrá lugar la obediencia. La conducta adecuada de la dirección traerá como consecuencia una mano de obra leal, altamente motivada y muy capaz, con una enorme capacidad para levantarse. La habilidad de la dirección para reunir todo esto de forma que apoye el desarrollo humano es un ingrediente vital de nuestros astilleros. Deberíamos evaluar con intensidad y analíticamente cómo manejar la obediencia (haciendo merecedores a los trabajadores, supervisores y directores) y tratar con los fallos de un modo que proporcione el mayor beneficio al mejorar la calidad y la productividad.

Palabras como estas suenan persuasivas. ¡Hacer merecedora a la gente! ¿De qué? ¿Qué quiere decir claro como el agua? ¿Qué es un fallo? ¿El fallo de quién —el fallo del empleado o el fallo del sistema?

Veremos en el Capítulo 9 que el único significado que se puede comunicar de cualquier palabra, especificación, instrucción, proclamación o norma no es lo que el escritor tenía en la mente sobre la misma, sino el resultado de su aplicación. ¿Cómo funciona en la práctica la instrucción? ¿Qué ocurre?

**11. a) Eliminar los cupos numéricos para la mano de obra.** A veces se conoce a los cupos numéricos para los trabajadores por horas como la medida del trabajo diario: también se les conoce como índices, o como estándares de trabajo. Naturalmente, el interventor (o contable) tiene que tener a mano la predicción de los costes. Los ingenieros industriales intentan estimar este coste. Entonces este coste se convierte en un coste estándar, un estándar de trabajo, un índice, un cupo.

En producción, los índices se establecen a menudo según el trabajador medio. Naturalmente que la mitad de ellos están por encima del promedio, y la mitad por debajo. Lo que ocurre es que semejante presión hace que la mitad superior se amolde al índice, nada más. Las personas por debajo del promedio no pueden llegar al índice. Los resultados son pérdidas, caos, insatisfacción y rotación del personal. Algunos índices se establecen según los logros del mejor, lo cual es aún peor.

El cupo es una fortaleza que evita la mejora de la calidad y la productividad. Todavía no he visto un cupo que incluya una mínima señal de que se trata de un sistema que ayuda a todo el mundo a que haga mejor el trabajo. El cupo es totalmente incompatible con la mejora continua. Hay formas mejores de lograrlo.

La idea de aplicar un estándar de trabajo es buena: predice los costes; establece un techo para los costes. El efecto real consiste en duplicar el coste de la operación y en ahogar la satisfacción por el trabajo bien hecho. Hay más

ingenieros ocupados en establecer los estándares de trabajo, y personas contando la producción, que personas ocupadas en la producción misma.

En cientos de fábricas se pueden ver, cualquier día, hombres y mujeres danzando durante la última hora o dos del día, esperando que suene el silbato. Han acabado sus cupos diarios; no tienen más trabajos que hacer, y no se pueden ir a casa. ¿Es esto bueno para que la industria americana sea competitiva? Estas personas no están contentas de no hacer nada. Preferirían trabajar.

En un banco para el que trabajé se acababa de contratar a una empresa consultora para que estableciese los estándares de trabajo. La consultoría salió con las cifras sobre el número de clientes que tenía que atender un cajero durante una hora, el número de cómputos de intereses y de penalizaciones que otra persona tenía que calcular en una hora, y cifras para todas las demás actividades, sin una palabra acerca de la calidad del trabajo, y ni una sugerencia para mejorar.

Uno de mis alumnos contó a la clase que él trabajaba en un banco en el cual todo el mundo anotaba cada cosa que hacía —una llamada telefónica, un cálculo, uso del ordenador, atender a un cliente, etc. Había un tiempo estándar para cada actividad, y todo el mundo era calificado diariamente. Este hombre unos días sacaba una puntuación de 50, al día siguiente de 260, etc. Todo el mundo era calificado según su puntuación, cuanto más bajos eran los puntos, más alta era la calificación. La moral era comprensiblemente baja.

«Mi cupo es de 155 piezas por día. No puedo alcanzar esta cifra —y todos tenemos el mismo problema— si no hago muchos productos defectuosos.» Debe olvidarse de sentirse orgullosa de su trabajo para cumplir su cupo, o cobrar menos y quizá perder su trabajo. Bien podría ser que con una supervisión inteligente y con ayuda, esta operaría pudiese fabricar en un día, y con menos esfuerzo, muchos más artículos buenos que los especificados en su cupo.

Algunos directivos sostienen que tienen un plan mejor: poner una penalización por artículo defectuoso. Esto suena bien. Que quede claro que éste no es el lugar para cometer equivocaciones y hacer artículos defectuosos. En realidad, ésta es una supervisión cruel. ¿Quién decide si un artículo es defectuoso? ¿Tienen claro, el trabajador y el inspector —los dos— qué constituye un artículo defectuoso? ¿Se hubiese dicho ayer que era un artículo defectuoso? ¿Quién hizo el artículo defectuoso? ¿El trabajador, o el sistema? ¿Dónde está la evidencia? (Cf. Capítulo 11.)

El trabajo a destajo aún es más devastador que los estándares de trabajo. La paga por incentivos es trabajo a destajo. El trabajador por horas y piezas pronto aprende que se le paga por hacer artículos defectuosos y desechos —cuantas más unidades defectuosas saque, más cobrará al día—. ¿Dónde está su satisfacción por el trabajo bien hecho?

En las fábricas japonesas no se trabaja a destajo.

Los estándares de trabajo, los índices, los incentivos y el trabajo a destajo son manifestaciones de la incapacidad de comprender y proporcionar una

supervisión adecuada. Las pérdidas pueden ser horribles. Las prisas por hacer más son un fracaso y un desgaste.

La dirección que está interesada en elevar los dividendos seguirá los pasos inmediatos y decisivos para eliminar los estándares de trabajo, los índices y el trabajo a destajo, y pondrá en su lugar una supervisión inteligente, siguiendo los principios y consejos dados en este libro. Éstos eliminarán las barreras que existen entre el operario y su satisfacción por hacer bien su trabajo (Punto 12).

Una señora de mi clase, en la Escuela de Graduados de Administración de Empresas de la Universidad de Nueva York, describió su trabajo en una línea aérea, el cual consistía en contestar al teléfono, hacer las reservas y dar información. Ella tiene que atender 25 llamadas por hora. Tiene que ser cortés y no dar prisa a las personas que llaman. Está continuamente plagada de obstáculos: (a) el ordenador es lento en proporcionar la información que ella le pide; (b) a veces no da ninguna información, con lo cual tiene que consultar los directorios y las guías. Cristina, ¿cuál es su trabajo? ¿Es:

Atender 25 llamadas por hora?

o

atender amablemente a las personas que llaman, o quitárselas de encima?

No pueden ser las dos cosas a la vez. ¿Cómo puede sentirse orgullosa de su trabajo si no sabe cuál es su trabajo? No obstante, el contable debe disponer de una cifra por adelantado para su presupuesto.

Aquí van algunas sugerencias sobre el esquema de un posible plan para mejorar la economía y el servicio. El orgullo por el trabajo bien hecho será una consecuencia natural, ya que todo el mundo intervendrá en la mejora.

Éstas son sólo unas sugerencias previas. El estadístico que haga el trabajo seguro que las modifica y las revisa para acomodarlas a sus propias inclinaciones y a sus condiciones particulares.

1. Dar al contable una cifra para su presupuesto, a revisar.
2. Que cada una de las 500 personas que tienen que hacer este trabajo tengan claro que el objetivo es satisfacer al cliente, y que se sientan satisfechas de su trabajo.
3. Todo el mundo anotará las llamadas que atiende. El informe debe indicar la hora del día en que se recibe la llamada y la hora en que se concluye; igualmente, para cada llamada, el tiempo en segundos que tarda en aparecer la información requerida y el número de segundos empleados en conseguir la información por métodos manuales. Unos doce códigos podrían registrar el tipo de información. La mayoría de estos registros pueden ser automáticos.
4. Cada operadora pasará a la supervisora aquellos clientes que tengan un problema especial, fuera de lo corriente, que no sea parte normal del trabajo. Por ejemplo, un cliente desea viajar hasta Búfalo (sin problemas), pero



después de unos días desea seguir hasta Londres desde Toronto, vía Canadian Pacific Air. El cliente necesita la información sobre la salida y las tarifas desde Toronto a Londres; y también las salidas desde Búfalo a Toronto.

5. Al final de la semana, se saca una muestra de 15 puestos. Se traza la distribución. Se puede sacar información de un gráfico de rachas trazado punto a punto frente a la edad de la interesada, o tiempo de servicio, o cualquier otra característica.

6. Se repiten los pasos 2, 3, 4 y 5 durante algunas semanas más, tomando una muestra diferente cada semana.

7. Se estudian los resultados. Se comparan las semanas. Se comparan las personas. ¿Qué patrón se deduce?

8. Se establece un estudio continuado siguiendo los pasos anteriores, pero sobre una base reducida.

Se encontrará una distribución del comportamiento. La mitad de las operadoras estarán por encima del promedio, la mitad por debajo. El estudio de los resultados proporcionará una mejora continua de la calidad y del servicio. El registro suministrará los datos para los gráficos y cálculos que indicarán si alguna persona está fuera del sistema con respecto (e.g.) al número de llamadas pasadas a la supervisora, el número de llamadas, de cualquier código, atendidas en una hora y que necesitan ayuda especial o atención por parte del jefe (Capítulos 3, 8, 11).

Al final, el contable dispondrá, año tras año, de una cifra razonable para predecir los costes (el presupuesto). Cada operaría sabrá que su trabajo consiste en dar servicio, no en cumplir un cupo, y sabrá que está dando un servicio a un coste mínimo razonable. Todo el mundo contribuirá a mejorar el servicio y a reducir los costes. Ésta es la mejor forma de calidad de la vida de trabajo.

Las sugerencias anteriores se pueden modificar y aplicar a cualquier actividad, en cualquier tipo de industria, incluidas las gubernamentales.

Por ejemplo, un funcionario del servicio postal estaba siempre molesto porque las personas que hacían la clasificación del correo cometían muchas equivocaciones. ¿Cómo se les paga? le pregunté. «Tienen que clasificar 15.000 piezas de correo por día. Ese es su trabajo.» El origen del problema es obvio. Con esta forma de pagar, nunca se mejorará la clasificación del correo ni disminuirán los costes por clasificarlo. Las mismas sugerencias que las hechas en el caso de la línea aérea irían reduciendo continuamente las equivocaciones en la clasificación del correo, mejorarían la productividad, y darían a los clasificadores una base para estar orgullosos de su trabajo.

La tarea de la dirección consiste en sustituir los estándares de trabajo por un liderazgo sabio e inteligente. Los líderes deben entender algo del trabajo y de los principios expuestos en los Capítulos 8 y 11. Dondequiera que se han desechado los estándares de trabajo y se han sustituido por el liderazgo, la calidad y la productividad se han incrementado sustancialmente, y las personas están más contentas de su trabajo.

**11. b) Eliminar los objetivos numéricos para los directivos.** Los objetivos internos establecidos en la dirección de una compañía, sin un método, son burlescos. Ejemplos: (1) Disminuir los costes de garantía en un 10 por 100 el año que viene; (2) aumentar las ventas en un 10 por 100; (3) mejorar la productividad en un 3 por 100 el año próximo. Una fluctuación natural en la dirección correcta (generalmente trazada a partir de datos inexactos) se interpreta como un éxito. Una fluctuación en el sentido opuesto hace que todo el mundo corra en busca de explicaciones y se meta en audaces correrías que sólo consiguen más frustración y más problemas.

Por ejemplo, el director de un departamento de compras declaró que su personal iba a aumentar la productividad en un 3 por 100 el año siguiente, con lo cual iban a incrementar en un 3 por 100 el promedio de pedidos conseguidos por hombre-año. Cuando pregunté con qué métodos, reconocieron que no tenían ningún plan. Tal como Lloyd S. Nelson dijo (p. 17): «Si lo pueden hacer el año que viene sin ningún plan, ¿por qué no lo hicieron el año pasado? Tienen que haber estado haciendo el rácano. Y si uno puede mejorar en un 3 por 100 sin ningún plan, ¿por qué no un 6 por 100?». Además, se trataba sólo de números; no había ningún plan para hacer el esfuerzo máximo para minimizar el coste total.

Una persona del Servicio Postal me contó que su organización tiene la intención de mejorar la productividad en un 3 por 100 el año que viene. Al preguntar por el plan o método para lograrlo, me dieron la respuesta usual: ningún plan —simplemente iban a mejorar.

Si usted tiene un sistema estable, no tiene sentido especificar un objetivo. Usted tendrá lo que el sistema dé. No se puede alcanzar un objetivo que esté por encima de la capacidad del sistema.

Si usted no tiene un sistema estable, tampoco tiene sentido establecer un objetivo. No hay forma de saber lo que el sistema producirá: no tiene capacidad. Aquí puede ayudar el estudio del Capítulo 11. (Aportado por Edward M. Baker, Ford Motor Company.)

Para dirigir, hay que ser líder. Para ser líder, uno tiene que entender el trabajo del que él y su personal son responsables. ¿Quién es el cliente (el siguiente paso) y cómo podemos servir mejor al cliente? Un director recién llegado, para ser un líder, y para dirigir las formas de mejorar, debe aprender. Él tiene que aprender de su personal lo que está haciendo, y tiene que aprender un montón de cosas nuevas. Para un director recién llegado es más fácil hacer un cortocircuito en su necesidad de aprender y en sus responsabilidades, y en vez de ello, centrarse en el lejano final, gestionar la producción —obtener los informes sobre la calidad, los fallos, la producción de unidades defectuosas, existencias, ventas, personal. El centrarse en la producción no es una forma eficaz de mejorar un proceso o una actividad.

Como ya hemos señalado, la gestión por objetivos numéricos es un intento de dirigir sin saber qué hacer, y de hecho generalmente se trata de la gestión por el miedo.

Cualquiera puede ahora entender la falacia de la «gestión por los números».

El único número que un director puede permitirse airear delante de su gente es la afirmación simple y real respecto a la supervivencia. Ejemplos: (1) A menos que nuestras ventas mejoren en un 10 por 100 el año que viene, nos quedaremos sin negocio. (2) El nivel medio de monóxido de carbono en una zona, durante un período de 8 horas, no puede sobrepasar las 8 partes por millón. Razón: 9 o más partes por millón son perjudiciales para la salud.

**12. Eliminar las barreras que privan a la gente de su derecho a estar orgullosa de su trabajo.** Estas barreras se deben eliminar para dos grupos de personas. Un grupo es el de dirección o personas con salario fijo. La barrera es la calificación anual de su actuación, o calificación por méritos, que se tratará en el Capítulo 3. El otro grupo es el de los trabajadores por horas, y que pasamos a explicar.

En América, el operario está sometido a unas limitaciones que se están cobrando un precio terrible en calidad, productividad y competitividad. Estas barreras y limitaciones le privan al trabajador por horas de su derecho de nacimiento, el derecho a estar orgulloso de su trabajo. Estas barreras existen hoy en casi todas las plantas, fábricas, compañías, grandes almacenes, y oficinas gubernamentales de los Estados Unidos.

¿Cómo puede alguien en planta sentirse orgulloso de su trabajo si no está seguro de lo que es un trabajo aceptable y lo que no lo es, y no puede enterarse? Ayer estaba bien; hoy está mal. ¿Cuál es mi trabajo?

Las personas, tanto de dirección como de planta, se han convertido, para la dirección, en una mercancía. Tuve una reunión con 40 buenos comerciantes de una compañía que funcionaba bien. Su queja principal era que ellos no sabían hasta el martes de cualquier semana si tendrían trabajo la semana siguiente. «Somos una mercancía», dijo uno de ellos. La dirección puede contratarlos al precio establecido, o puede que no, según las necesidades. Si no los necesitan la semana siguiente, regresan al mercado.

Los directivos están habituados a pasar largas horas enfrentados a unas ventas decrecientes, a unos dividendos trimestrales decrecientes, a incrementos en los costes de casi todo. Tienen muchas cosas de qué preocuparse, pero no pueden hacer nada para hacer frente a los problemas de las personas. Se quitan de encima estos problemas andando de lado y haciéndose ilusiones con la esperanza de que los problemas desaparecerán. Ellos establecen la implicación de los empleados, la participación de los empleados, la calidad de la vida de trabajo, todo son cortinas de humo.

Una operaría me dijo que las instrucciones para todos los trabajos donde ella trabaja están puestos por escrito en lugares visibles, pero que nadie llega a leer más de la mitad. Cuando alguien llega a la mitad está tan confuso que tiene miedo de seguir; aún podría confundirse más.

¿Cómo puede un operario estar orgulloso de su trabajo cuando hay problemas con la inspección —los inspectores no están seguros de lo que está bien, los

instrumentos y calibradores están estropeados, y el capataz se ve presionado desde arriba para cumplir un cupo diario de números, no de calidad?

¿Cómo puede, cuando tiene que dedicar tiempo a tratar de corregir o esconder el trabajo defectuoso, o el material que no cumple los calibres en una operación previa, o los desperfectos por manipulación?

¿Cómo puede, cuando su trabajo consiste en hacer X número de artículos en un día (estándar de trabajo), buenos, defectuosos, y desechos, todos juntos, quiera o no quiera?

¿Cómo puede, cuando la máquina está estropeada, y nadie escucha sus súplicas para que la ajusten?

¿Cómo puede, cuando, después de detener su máquina para ajustarla porque sólo salían productos defectuosos, aparece el capataz y le ordena con tres palabras, «Ponía a trabajar». En otras palabras, «Haz productos defectuosos»?

La persona (el operario) que me contó este incidente lo describió como un fallo de comunicación:

«¿Fallo de comunicación?» pregunté. «Usted entendió lo que dijo el capataz, ¿no?» Contestación: «Él me ordenó que hiciese unidades defectuosas. ¿Dónde está mi satisfacción por el trabajo bien hecho?»

Cómo puede un operario estar orgulloso de su trabajo si tiene que pasar una parte importante del tiempo cambiando de herramientas —«tonta y mala calidad» explicó.

«Pero a usted le pagan el tiempo; ¿cuál es el problema?»

«Podría hacer mucho más trabajo si no fuese por esas herramientas malas.»

Más ejemplos de conversaciones reales:

*Operario por horas* (anotado): El superintendente tiene miedo de tomar una decisión. Si no hace nada, no tiene nada que explicar a sus superiores. No se piden explicaciones a un hombre que no hace nada. ¿Cómo puede mejorar nada si lo que hace es cargarle el muerto a otro?

¿Qué pasa con la productividad?

No podemos tener productividad cuando la cinta transportadora no funciona bien, y tenemos que manejar la mayoría de los materiales a mano. El material está caliente y nos hace ampollas si lo cogemos tan pronto como sale. Tenemos que ir despacio. No podemos esperar nada de la dirección.

¿Cuánto tiempo lleva pasando esto?

Siete años.

*Otro operario* (anotado): Un supervisor entra a trabajar y se va a las cinco semanas. Viene otro. Al igual que el anterior, no sabe nada de su trabajo, y no tiene intención de aprender mucho ya que él también se irá cualquier día.

*Otro operario* (anotado): Nosotros (*sic*) hemos tenido durante años un contrato de un millón y medio de pies lineales de nuestro producto. La dirección decidió reducir los costes y mejorar los beneficios. Cada vez nos daban peores materiales para trabajar. Perdimos aquel negocio. Tal pérdida causó un profundo corte en nuestro margen de beneficios. No podemos fabricar calidad con materiales inferiores.

Los operarios me contaron de una máquina que estaban tratando de utilizar, que se había comprado nueva hacía dos años, y todavía se sentían decepcionados. Otros trabajadores me enseñaron máquinas con un mal mantenimiento. Durante años, mantenimiento había recuperado las piezas de máquinas desechadas en vez de utilizar piezas nuevas. Economías de chicha y nabo.

*Operario* (anotado): Las mangueras vienen demasiado largas y tenemos que cortarlas.

¿Todas las mangueras?

Una temporada todas, después llega un lote que está bien; luego demasiado largas otra vez.

¿Cuál es la diferencia? A usted le pagan lo mismo.

Nos pagan lo mismo pero (*sic*) perdemos dinero.

*Operario* (anotado): No se puede introducir la calidad con la inspección, pero cuando no hay calidad, la inspección puede que sea la única respuesta.

*Operario* (anotado): Nuestro trabajo es difícil porque falta mucha gente. Tenemos que tratar de hacer su trabajo además del nuestro. Nos cuesta mucho mantenernos al día y la calidad se resiente.

¿Por qué falta la gente?

No les gusta el trabajo.

¿Por qué no?

No podemos hacer un buen trabajo.

¿Por qué no pueden hacer un buen trabajo?

Demasiadas prisas. Cualquiera cosa vale. El capataz tiene que cumplir su cupo. No nos gusta que sea así; por tanto, algunos se quedan en casa.

*Comentario*: El absentismo es, en gran manera, función de la supervisión. Si las personas se sienten importantes en un trabajo, irán a trabajar.

*Operario* (anotado): Mi máquina, lógica programable, está fuera de combate mucho tiempo, y no puedo hacer mi trabajo cuando está fuera de combate.

Pero a usted le pagan por el tiempo, tanto si trabaja como si no, entonces ¿cuál es el problema?

Que no puedo trabajar cuando la máquina está fuera de combate.

¿No puede usted repararla?

Casi nunca. Lo hago cuando sé cómo. Cuando no, llamo al técnico. Él tarda mucho en venir.

Pero a usted le pagan por el tiempo. ¿Cuál es el problema?

La tensión que tengo que soportar esperando a que venga ese hombre no se puede pagar con dinero.

*Operario (anotado):* Nuestros capataces son muchachos universitarios que han estudiado relaciones humanas. No saben nada del trabajo que aquí se hace. No pueden ayudarnos.

*Operario (anotado):* ¿Qué beneficios se obtienen por hacer una sugerencia a su capataz? Simplemente sonrío y se larga.

*Comentario:* ¿Qué otra cosa podría hacer? No entiende el problema, y si lo hiciese no podría hacer nada. El puesto de capataz es el puesto de entrada para los chicos y chicas universitarios.

*Operario (anotado):* Nuestras máquinas funcionan hasta que se agotan; entonces perdemos tiempo. No se hace suficiente mantenimiento preventivo.

*Capataz (anotado):* Cuando algo va mal relleno un informe. Me dijeron que alguien de dirección vendría a ver el problema. Jamás ha venido nadie.

*Otro ejemplo.* Esto ocurrió en una fábrica que hace equipos eléctricos. La actividad más visible y absorbente parecía ser la inspección. «¿Qué proporción de su capital en equipo se invierte en calibradores, instrumentos y ordenadores?» Pregunté.

«Alrededor del 80 por 100», fue la respuesta, «incluyendo la redacción de los informes.»

«¿Qué proporción de su nómina va a la inspección?»

«Entre el cincuenta y cinco y el sesenta por cien. Tenemos que estar seguros de nuestra calidad. Tenemos que mantener nuestra reputación.»

Un chip de memoria en cada pieza acabada contenía la información para imprimir el número de serie de cada una de las 1100 partes de la pieza, indicando si este artículo se había aceptado en el primer ensayo o era un repuesto de un artículo que había fallado.

«Como hacemos tanta inspección», me explicó el ingeniero encargado de ella, «no necesitamos hacer control de calidad.»

Más adelante, en una reunión con los representantes de los sindicatos, dos de las mujeres presentes nos preguntaron: «¿Por qué tenemos que pasar tanto tiempo estirando estas placas de plástico antes de poder trabajar con ellas? Un tercio nos llegan alabeadas.»

«¿Por qué llegan alabeadas?» pregunté.

«Creemos que se estropean durante su manipulación.»

«¿Qué les importa a ustedes? A ustedes se les paga por horas.»

«Sí, pero podríamos trabajar más si no tuviéramos que emplear el tiempo estirando esas placas alabeadas», dijeron —¿y no podría yo hacer algo al respecto?

«¿Desde cuándo tienen este problema?» pregunté.

«Lo he estado diciendo a gritos desde hace tres años, pero todo sigue igual.»

Uno se puede preguntar lo que ella y sus compañeras pensaban de la dirección, al no hacer caso de sus gritos de auxilio para eliminar esta causa de despilfarro.

Más tarde le pregunté a la alta dirección: ¿Cómo es que si el 80 por 100 de su capital en máquinas se destina a calibradores, instrumentos y montañas de hojas impresas en los ordenadores, y dedicando el 55 por 100 de sus horas-hombre a la inspección, nadie, a excepción de las operarias, sabía lo de las placas alabeadas?

Usted está preocupado porque uno de sus mejores clientes está buscando un proveedor que le suministre a precios más bajos y mejor calidad. Usted puede perder un buen cliente. No se le puede culpar. Sus precios son altos porque se desperdicia mucho esfuerzo humano (reprocesos, inspección) y tiene unos gastos elevadísimos en inspección y almacenamiento de información inútil.

*Otro.* Junto a mí se sentaba un piloto en un vuelo desde Minneapolis. Se quejaba de que cobraba por hacer este vuelo, pero no estaba prestando ningún servicio a nadie. Mejor sería que estuviese pilotando un avión y haciendo ganar dinero a la compañía, dijo él. (Aparentemente los directores no habían explicado a los pilotos que es inevitable hacer algunos desplazamientos.)

Más problemas de los operarios aparecen aquí y allá por todo el libro.

Las barreras que cortan el paso a que uno esté orgulloso de su trabajo pueden ser, de hecho, uno de los mayores obstáculos para reducir los costes y mejorar la calidad en los Estados Unidos.

Hay más perjuicios debidos a un liderazgo incompetente, como si la mala calidad y la baja productividad no fuesen por sí mismas bastante malas. Por ejemplo, es bastante bien conocido que el número medio de días perdidos pagados por accidentes laborales están por las nubes cuando la supervisión es mala.

La rotación del personal aumenta al aumentar el número de artículos defectuosos, y la rotación disminuye cuando los empleados tienen claro que la dirección está tratando de mejorar el proceso.

La persona que se siente importante en un trabajo hará todos los esfuerzos posibles para quedarse en el trabajo. Se sentirá importante si puede sentirse orgullosa de su trabajo y puede colaborar en la mejora del sistema. El absentismo y la movilidad de la mano de obra es en gran parte el resultado de una mala supervisión y una mala gestión.

(Aportado por Heero Hacquebord, consultor, Pretoria):

Hablé con 45 operarios sobre las inhibiciones que cortan el camino a la mejora de la calidad y la productividad.

Formación inadecuada en tecnología: «No comprendo en qué consiste mi trabajo.»

Demoras y faltas de componentes.

Documentación inadecuada sobre cómo hacer el trabajo.

Prisas (mala planificación).

Planos anticuados.

Diseño inadecuado (se cambian los planos después que el trabajo está hecho, con lo que hay que reprocesar y reparar).

Los capataces no tienen conocimientos suficientes para proporcionar el liderazgo.

Herramientas e instrumentos inadecuados y equivocados.

No hay líneas de comunicación entre ellos y la dirección.

Ambiente de trabajo deficiente (frío en invierno, caluroso en verano, extracción de gases inadecuada).

«No sé cómo se mide mi actuación. La calificación por méritos es una farsa.»

«Los proveedores envían artículos defectuosos que detienen mi trabajo.»

Peleas para conseguir ayuda técnica de los ingenieros.

Traté de estos problemas con el director y me prometió hacer algo al respecto. Puede que lo haga, ya que ha asistido a un seminario suyo en Pretoria.

*Otro ejemplo.* Los empleados con salario fijo se ocuparon de la producción durante una huelga de los trabajadores por horas. El director de un departamento informó que había encontrado máquinas estropeadas, algunas muy mal, otras que necesitaban mantenimiento urgentemente, otra que tenía que ser reemplazada inmediatamente. La producción se duplicó cuando se pusieron a tono las máquinas. Si no hubiese sido por la huelga, nunca hubiese sabido lo mal que estaban las máquinas, y la producción hubiese seguido a mitad de la capacidad del proceso. «Bien, Hal», dije, «usted sabe quién tiene la culpa, ¿no?» Sí, lo sabe. No volverá a ocurrir. A partir de ahora, habrá un sistema para que los empleados informen sobre los problemas con las máquinas o con los materiales, y para que se preste atención a estos informes.

**¿Qué es lo que ocurre?** Según mi experiencia, la gente puede hacer frente a cualquier problema, excepto a los problemas de otras personas. Puede trabajar durante muchas horas, enfrentarse a la decadencia del negocio, hacer frente a la pérdida de trabajo, pero no a los problemas del personal. Cuando se ve delante de los problemas personales (incluidos los de dirección), la dirección, en mi opinión, se queda paralizada y se refugia en la formación de los Círculos de CC y de grupos para la IE, PE y CVT (Implicación de los Empleados, Partici-



pación de los Empleados, y Calidad de la Vida de Trabajo). Tal como está previsto, estos grupos desaparecen en unos pocos meses debido a la frustración por encontrarse a sí mismos como si fuesen los participantes involuntarios de una broma de mal gusto, incapaces de conseguir nada, por la sencilla razón de que ninguna persona de dirección hará nada respecto a las sugerencias para mejorar. Estos son unos mecanismos crueles y devastadores para quitarse de encima los problemas de las personas. Desde luego que hay excepciones agradables, en las que la dirección participa, con su consejo y actuación, en las sugerencias para eliminar las barreras para que la gente esté orgullosa de su trabajo.

La posibilidad de que la gente esté orgullosa de su trabajo significa más, para el trabajador, que los gimnasios, campos de tenis y áreas de recreo.

Dele a la mano de obra la oportunidad de sentirse orgullosa de su trabajo y el 3 por 100 a quienes aparentemente les trae sin cuidado se desvanecerá por la presión de sus compañeros.

**13. Estimular la educación y la automejora de todo el mundo.** Lo que necesita una organización no es sólo gente buena; necesita gente que esté mejorando su educación.

Con respecto a la automejora, es bueno que todo el mundo tenga presente que no hay escasez de gente buena. La escasez existe en los niveles altos del conocimiento y esto es cierto en todos los campos. Uno no debería esperar a que se le prometa la devolución de los gastos para hacer un curso. Además, el estudio dirigido a un fin inmediato puede que no sea el más adecuado.

Hay un miedo extendido al saber, como vimos en el Punto 8, pero las raíces de los avances en competitividad se encuentran en el saber.

Ya hemos visto que todo el mundo es responsable de la reconstrucción de la industria occidental, y necesita una nueva educación. La dirección tiene que aprender.

Las personas necesitan en su carrera, más que el dinero, oportunidades cada vez mayores para añadir algo, material o de otro tipo, a la sociedad.

## PLAN DE ACCIÓN

### **14. Actuar para lograr la transformación<sup>9</sup>.**

1. Los directores con autoridad lucharán en cada uno de los 13 puntos anteriores, las enfermedades mortales, los obstáculos (Capítulo 3). Éstos estarán de acuerdo en su significado y en la dirección a seguir. Ellos estarán de acuerdo en sacar adelante la nueva filosofía.

---

<sup>9</sup> Agradezco al Dr. Phyllis Sobo, de Filadelfia, su ayuda en este plan de acción.

2. Los directores con autoridad estarán orgullosos de adoptar la nueva filosofía y de sus nuevas responsabilidades. Tendrán el valor de romper con la tradición, incluso hasta el extremo de quedar aislados de sus iguales.

3. Los directores con autoridad explicarán, por medio de seminarios y otras medidas, a una masa de gente crítica dentro de la compañía, por qué es necesario el cambio, y que el cambio involucrará a todo el mundo. Bastantes personas de la compañía deben comprender los 14 puntos, las enfermedades mortales y los obstáculos del Capítulo 3. De no ser así, la dirección está perdida.

Este movimiento global se puede implantar y realizar por los mandos intermedios, hablando con una sola voz.

4. Cualquier actividad, cualquier trabajo, forma parte del proceso. El diagrama de flujo de cualquier proceso dividirá el trabajo en etapas. Las etapas como un todo constituyen el proceso. Las etapas no constituyen entidades individuales, funcionando cada una al máximo. El diagrama de flujo, sencillo o complicado, es un ejemplo de una teoría —una idea.



El trabajo interviene en cualquier etapa, cambia el estado y pasa a la etapa siguiente. En cualquier etapa hay un cliente, la etapa siguiente. La etapa final enviará el producto o el servicio al cliente final, aquél que compra el producto o el servicio. En cualquier fase tenemos:

Producción —cambio de estado, la entrada se convierte en salida. Algo le ocurre al material o a los papeles que entran en cualquier etapa. Salen en estado diferente.

Mejora continua de los métodos y procedimientos, dirigidos a proporcionar más satisfacción al cliente (usuario) en la etapa siguiente.

Cada etapa opera con la siguiente y con la anterior para conseguir la concordancia óptima, trabajando todas las etapas juntas para lograr la calidad de la que presumirá el cliente final. Recordamos aquí estas palabras de la página 34:

Esto es lo que yo puedo hacer por usted.  
 Esto es lo que usted podría hacer por mí.

Yo podría hacerlo mucho mejor (menos errores) si supiese para qué se va a utilizar el programa. Las especificaciones no me dicen lo que necesito saber (programador).

5. Comenzar tan pronto como sea posible a elaborar, con una rapidez deliberada, una organización que guíe la mejora continua de la calidad, tal como se recomienda en el Capítulo 16.

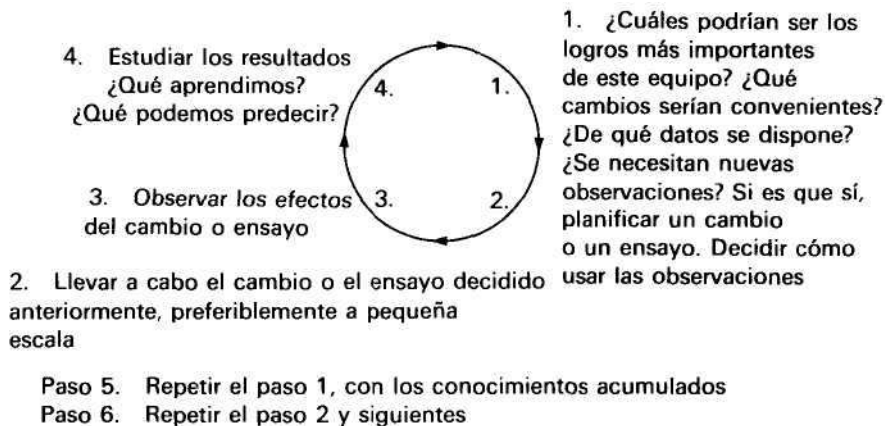


Fig. 5. El ciclo de Shewhart.

El ciclo de Shewhart<sup>10</sup> (Fig. 5) es un procedimiento valioso que ayuda a perseguir la mejora en cualquier etapa; también es un procedimiento para descubrir una causa especial que haya sido detectada por una señal estadística (Capítulo 11).

La razón para estudiar los resultados de un cambio consiste en tratar de aprender a mejorar el producto de mañana, o la cosecha del año que viene. La planificación requiere predicción. Los resultados de un cambio o de un ensayo pueden fomentar nuestra fe en la predicción, para poder planificar.

El paso 4 del ciclo de Shewhart (estudiar los resultados; ¿qué podemos aprender del cambio?) nos llevará (a) a mejorar en cualquier etapa, y (b) a satisfacer mejor al cliente de esa etapa. Puede que los resultados no indiquen ningún cambio, por lo menos por ahora.

Si los resultados del cambio o del ensayo son favorables, puede que decidamos volver a pasar por todo el ciclo bajo unas condiciones ambientales diferentes, para saber si los resultados favorables del primer ciclo fueron espurios o son válidos dentro de un intervalo de condiciones ambientales.

Cualquier paso del ciclo de Shewhart puede necesitar el apoyo de la metodología estadística para economizar, ir más rápido y protegerse de las conclusiones erróneas por no haber ensayado y medido los efectos de las interacciones.

<sup>10</sup> Wafter A. Shewhart describió el ciclo que aparece en la Fig. 5, en *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* (Escuela de Graduados, Departamento de Agricultura, Washington, 1939; Dover, 1986), p. 45. Yo lo llamé en Japón, a partir de 1950, el ciclo de Shewhart. Inmediatamente se aplicó en Japón con el nombre de ciclo de Deming y así se le viene llamando desde entonces.

El efecto de un cambio sugerido a veces se puede estudiar haciendo cálculos sobre el papel, o por simulación, o haciendo cambios en los planos de ingeniería, evitando la experimentación real. En el Capítulo 15 se dan unos ejemplos, en los que una aritmética sencilla, combinada con la teoría simple de la probabilidad indica si hay que hacer inspección y dónde, para minimizar el coste total.

El Dr. Ivor S. Francis sugirió otro ejemplo sencillo de cambio, en un seminario en el Instituto Edwards Deming, de Nueva Zelanda, en agosto de 1985; alargar el tiempo para tomar café de quince minutos a treinta minutos. Resultado: se ahorra tiempo; se evitan los alborotos. Explicación: quince minutos no son suficientes para que 350 personas vayan a tomar café y vuelvan. Si se les dan treinta minutos, tienen tiempo suficiente.

Ahora puede hacerse un bucle entre tres o más etapas, para mejorarlo todo estudiando la interacción de los cambios sobre una o más etapas del ciclo de Shewhart otra vez.

6. Todo el mundo puede formar parte de un equipo. El objetivo del equipo consiste en mejorar las entradas y salidas de cualquier etapa. Un equipo podría estar constituido por personas de diferentes áreas de staff. El equipo tiene un cliente.

Todas las personas integrantes del equipo tienen la oportunidad de aportar ideas, planes y cifras; pero también puede suponer cualquier persona que sus mejores ideas no lograrán el consenso del equipo. Puede que tenga otra oportunidad en un punto posterior del ciclo. Un buen equipo tiene memoria social.

En las sesiones sucesivas, las personas pueden romper todo lo que hicieron en la sesión anterior y comenzar de nuevo con ideas más claras. Esto es una señal de que se avanza.

7. Embarcarse en el establecimiento de una organización para la calidad como la que se describe en la Fig. 61 de la página 363, y en el texto adjunto. Este paso requiere la participación de estadísticos bien informados.

El grupo, el equipo, debería tener un fin, un trabajo, un objetivo. No debe hacerse una declaración detallada del mismo, para no sofocar las iniciativas.

Si se trabaja de este modo, todo el mundo verá lo que puede hacer y lo que sólo la dirección puede hacer. Con este fin, Edward M. Baker, de la Ford Motor Company, estableció las siguientes preguntas.

### **Preguntas para ayudar a comenzar a un equipo**

Su organización:

- a) ¿Dónde encaja su departamento dentro de la estructura global de la organización?
- b) ¿Qué productos y servicios suministra?
- c) ¿Cómo suministra estos productos y servicios; i.e. qué procesos se utilizan?

- d) ¿Qué efecto tendría el que su organización (unidad, sección, departamento) dejase de producir sus productos y servicios?

Usted:

- a) ¿Dónde encaja usted en su departamento? ¿Cuál es su trabajo?
- b) ¿Qué crea o produce; i.e., cuáles son los resultados de su trabajo?
- c) ¿Cómo lo hace? (E.g., dé una descripción general de lo que hace).
- d) ¿Cómo sabe si sus resultados son buenos o malos; i.e., hay estándares o criterios para lo que está bien?
- e) ¿Cómo se establecieron esos estándares?

Respecto a sus clientes:

- a) Clientes inmediatos
  - i. ¿Quién recibe directamente los productos o servicios que usted produce? (He aquí a su cliente.)
  - ii. ¿Cómo utiliza el producto su cliente?
  - iii. ¿Qué ocurriría si usted no lo hiciese bien?
  - iv. ¿Cómo le afectan a él sus errores?
  - v. ¿Cómo sabe usted si no cumple las necesidades o los requisitos de sus clientes (e.g., por el cliente, su jefe, los informes)?
- b) Cliente intermedio y final
  - i. ¿Hasta dónde puede usted seguir el efecto de lo que hace, después de su cliente inmediato?

Respecto a sus proveedores:

- a) ¿Cómo se inicia su trabajo (e.g., lo manda el jefe, lo pide un cliente, por iniciativa propia)?
- b) ¿Quién le proporciona el material, la información, los servicios y el resto de la información que usted necesita para hacer el trabajo (e.g., el jefe, el cliente, un compañero —del mismo grupo, de otras áreas)?
- c) ¿Qué le ocurriría si sus proveedores no hicieran su trabajo?
- d) ¿Tienen ellos estándares de comportamiento?
- e) ¿Cómo le afectan a usted sus errores?
- f) ¿Cómo saben si no están cumpliendo sus (de usted) necesidades o requisitos? ¿Trabaja usted con ellos? ¿Está usted cumpliendo con sus obligaciones respecto a ellos?

Están pasando cosas. El reloj se mueve con rapidez hacia una mejor calidad y hacia unas condiciones en las cuales todo el mundo pueda estar orgulloso de la calidad. Está cerca el día en que todo el mundo trabajará en armonía con los demás... Vemos nuevos empleados, y que se vuelve a contra-

tar a los viejos; los escépticos, incapaces de creer que la calidad es lo más importante, se quedan fuera. (Aportado por Juanita López, de la planta Fiero de la Pontiac Motor División.)

**Tipos de lagunas en la información sobre el comportamiento de los materiales en recepción.** Cualquier lote de material que llega a una planta cae dentro de una de estas cuatro categorías.

1. Se utiliza en producción sin ningún tipo de problemas.

2. Se utiliza en situaciones desesperadas, ya que no se amolda a los requisitos de fabricación y del producto acabado, con un invariable desperdicio de material, o coste de reproceso, o ambos. Ejemplo: un adoquín con la superficie convexa. Tenía que ser liso para poner el cemento. Hay que reprocesarlo antes de utilizarlo. Otro ejemplo es el de un panel (para cubrir u ocultar) de color no uniforme. Se tiene que desechar parte del material, con pérdida de tiempo y material, o se corre el riesgo de que el producto acabado sea condenado.

En otro ejemplo, sólo había un proveedor capaz de suministrar el material adecuado, pero para cumplir un contrato elevado, la compañía pidió el mismo material a otros proveedores, los cuales, como era de esperar, no fueron capaces de fabricar la clase deseada. A pesar de todo se utilizó este material desesperadamente, con las consecuencias de tener que reprocesar y malgastar el material.

3. Completamente inutilizable, según la opinión del gerente de planta. La forma de decidir qué hacer con este problema consiste en concertar una reunión entre el gerente y el comprador, y quizá también un experto del laboratorio. Estas personas pueden tomar las siguientes decisiones:

Que el gerente tenía razón al quejarse, el material no es adecuado; devolverlo al proveedor.

*o*

Que éste no entendió los requisitos del producto acabado, y que es posible utilizar el material.

*o*

Que el problema reside en las especificaciones que no tienen sentido para lo que se va a utilizar. Retener el material para utilizarlo en otras cosas, o intentar venderlo; posiblemente volvérselo a vender al proveedor (generalmente con un descuento). Conseguir el material adecuado.

4. Material en existencias. Éste puede consistir en lo siguiente: (i) Material comprado, retenido para utilizar. Desgraciadamente el material en existencia, retenido para usarlo, en muchos casos procede de lugares desconocidos. Parte del mismo es defectuoso. Al no conocerse la procedencia, el único camino seguro es hacer una inspección al 100 por 100. Una posibilidad mejor consiste en evitar las existencias, a excepción de cuando se espera una elevación del precio o una huelga inminente, (ii) Material que se compró para utilizarlo, pero

que no se va a usar. Ejemplos: (a) Producto que no se fabrica, (b) El cliente canceló el pedido antes de comenzar el trabajo, (c) El cliente contrató 2000 artículos; sólo hay material suficiente para 1000; él no puede utilizar 1000 y no puede esperar a que se intente conseguir más material; por lo tanto, cancela el pedido, (d) El producto llegaría al cliente demasiado tarde; la temporada se habrá acabado; el cliente cancela el pedido. Para este tipo de artículo hay varias soluciones posibles. Una es volvérselo a vender al proveedor. Otra es incluirlo en el inventario, con la esperanza de utilizarlo más adelante. Otra más es hacer una llamada al competidor: puede que él esté buscando este material exactamente.

El departamento de contabilidad de la compañía dispondrá de cifras exactas en el caso de las Categorías 3 y 4, pero pocas compañías tienen una idea clara acerca de la magnitud de las Categorías 1 y 2.

A lo largo de mi experiencia, la Categoría 3 (completamente inutilizable) es muy pequeña, inferior al 1 por 100 del valor en dólares de los materiales comprados. El valor en dólares de la Categoría 2 (utilizado en una urgencia), aun siendo elevado, puede ser inferior a la pérdida por el trabajo de intentar utilizarlo.

## CADA COSA ES ÚNICA<sup>11</sup>

**Todas las cosas son únicas.** Hay más productos caracterizados como que son únicos de lo que uno podría suponer. En realidad, casi todo lo que se fabrica es único, tal como vimos en el Punto 5. Generalmente pensamos en una casa como que es única, y así es; igualmente, la alfombra del suelo de esta oficina, y el piano de cola de casa. Un taller fabrica una cosa de cada, aunque el taller pueda estar haciendo una sola o doscientas. Un determinado modelo de coche es único: una vez se inicia la producción poco se puede hacer en cuanto a la resistencia a comprarlo, no más de lo que uno puede remodelar un buque de guerra una vez construido. Una compañía puede construir seis aviones de un determinado diseño, o 37. Cada uno es único. Un edificio, una vez construido, está bastante determinado. Los cambios son costosos.

La maquinaria, una vez comprada, se convierte en algo permanente. Lo mismo ocurre con la casa, el piano de cola, un edificio, un coche, un avión.

¿Cómo somete usted a ensayo un buque de guerra?

*Observación.* El lector puede recordar las notas sobre un taller de la página 39.

---

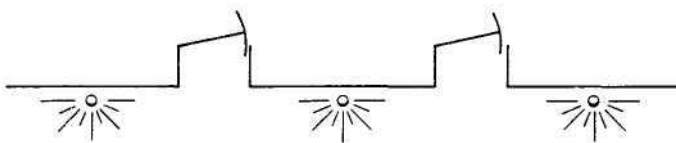
<sup>11</sup> Le debo a mi amigo William A. Golomski la idea de que una gran parte de los productos y servicios son como si fuesen únicos. También le estoy agradecido por algunos de los ejemplos de esta sección.

*Ejemplo 1.* Se habían puesto en marcha los motores del avión. Pronto íbamos a despegar, de Nashville a Washington. Todo estaba listo a excepción de nueve personas que quedaban de pie en el pasillo buscando sus asientos. La azafata les rogó que se sentaran, en cualquier parte. ¿Por qué estaban de pie? Estaban tratando de encontrar sus asientos. Los números en el pasillo eran demasiado pequeños para verlos bien, y quedaban poco visibles por las luces brillantes que había junto a los números. ¿Quién pudo hacer un avión que cuesta varios millones de dólares, sin prestar atención a los pasajeros? Alguien lo hizo. ¿Quién compraría una cosa así? Alguien lo hizo.

*Ejemplo 2.* Pregunte a algún experto en el negocio de líneas aéreas sobre los problemas para trasladar el equipaje de una compañía a otra en la mayoría de nuestros aeropuertos. Un pasajero hace un trasbordo; el equipaje no. El equipaje acaba por llegar, a veces con un gran coste para la compañía y con grandes incomodidades para el pasajero. ¿Quién diseñaría un aeropuerto sin tener en cuenta el problema de trasladar el equipaje de una línea a otra? Esto es lo que sucede cuando los responsables del aeropuerto aprietan para reducir el coste, sin considerar el coste total, incluyendo su utilización.

*Ejemplo 3.* Aquí tenemos un hotel (Fig. 6), casi nuevo; las luces están colocadas de manera que las cerraduras de las habitaciones están a oscuras. Los clientes se quejaron pero el gerente no podía hacer nada. Había heredado el problema. No podía reconstruir el hotel. Los clientes habían resuelto el problema por medio del tacto. Nadie que yo sepa pasó la noche en el pasillo por no haber podido entrar en su habitación. ¿Qué arquitecto pudo olvidarse así del cliente? ¿Qué comprador del edificio pudo tener el mismo fallo? Uno lo tuvo. (Más en el Capítulo 7.)

*Ejemplo 4.* Una cinta transportadora, a dos pies del suelo, transporta tarros de cristal con comida. Los tarros se caen, se rompen y desparraman el contenido pastoso por el suelo. Parte de la pasta cae debajo de la cinta. Para limpiarla, una persona tiene que medir menos de dos pies o bien arrastrarse sobre las rodillas por encima de los vidrios rotos para alcanzar por debajo de la cinta. ¿Qué arquitecto o ingeniero supondría que nunca haría falta limpiar la casa? Uno lo hizo.



**Fig. 6.** Las luces del pasillo de un hotel ocultan las cerraduras.



---

*Ejemplo 5.* ¿Qué compañía construiría un avión sin luces individuales para los pasajeros? El avión cuesta millones de dólares y está bien diseñado (eso espero) en lo que respecta a la ingeniería y aerodinámica, pero parece que la línea aérea cambió unos pocos dólares por la comodidad de los pasajeros. ¿Qué líneas aéreas comprarían varios de estos aviones sin pensar en las necesidades del pasajero? Una lo hizo.



# 3

---

## Enfermedades y obstáculos

*Mi pueblo está destruido por no saber. (Oseas 4:6.)*

**Objeto de este capítulo.** Los 14 puntos del Capítulo 2 constituyen una teoría de la gestión. Su aplicación transformará el estilo de gestión occidental. Desgraciadamente, unas enfermedades mortales se oponen a esta transformación. Aquí vamos a tratar de comprender sus efectos mortales. ¡Ay!, la curación de algunas de las enfermedades requiere una completa reorganización del estilo de gestión occidental (miedo a que la empresa sea absorbida, por ejemplo, y beneficios a corto plazo).

Hay enfermedades y hay obstáculos. La diferencia entre ambos se debe en parte a la dificultad de erradicación, y en parte a la gravedad del daño infligido.

### A. LAS ENFERMEDADES MORTALES

Las enfermedades mortales afligen a la mayoría de las compañías del mundo occidental. Una apreciada economista (Carolyn A. Emigh) observó que la curación de las enfermedades mortales requerirá la reconstrucción total de la gestión occidental.

#### **Enumeración de las enfermedades mortales.**

1. Carencia de constancia en el propósito de planificar un producto y servicio que tenga mercado, que mantenga a la compañía en el negocio y que proporcione puestos de trabajo.

2. Énfasis en los beneficios a corto plazo: se piensa a corto plazo (justo lo contrario de la constancia en el propósito de permanecer en el negocio), alimentado este pensamiento por el miedo de que la empresa sea absorbida en términos poco amistosos, y por la presión de los banqueros y propietarios para obtener dividendos.

3. Evaluación del comportamiento, calificación por el mérito, o revisión anual.

4. Movilidad de la dirección; se salta de un trabajo a otro.

5. Se dirige utilizando sólo las cifras visibles, teniendo muy poco en cuenta, o nada, las cifras que son desconocidas o incognoscibles.

Típico de la industria de los EE.UU. y más allá del ámbito de este libro.

6. Demasiados costes médicos.

Tal como me lo contó un día William E. Hoglund, director de la Pontiac Motor División, «La Cruz Azul<sup>1</sup> es nuestro segundo mayor proveedor.» El coste directo de los cuidados médicos es de 400\$ por coche («Sick cali», *Forbes*, 24 de octubre de 1983, p. 116). Seis meses después me dijo que la Cruz Azul había sobrepasado a los proveedores de acero. Esto no es todo. Hay costes médicos adicionales incluidos en el acero que van a parar a un coche. También están los costes directos de salud y atención, como los de los días de baja (pago de salarios y sueldos a las personas que están en tratamiento por una lesión laboral); también por aconsejar a las personas deprimidas que tienen una calificación anual baja de su comportamiento, más el consejo y tratamiento de los empleados cuyo comportamiento es deficiente debido al alcohol o a las drogas.

7. Costes excesivos de responsabilidad, hinchados por los abogados que trabajan por minuta<sup>2</sup>.

Ahora ya estamos listos para desarrollar las enfermedades mortales.

**1. La enfermedad paralizante: falta de constancia en el propósito.** La mayor parte de las industrias americanas están dirigidas mirando al dividendo trimestral. Es mejor proteger una inversión trabajando continuamente para mejorar los procesos, el producto y el servicio, que harán que el cliente vuelva otra vez (Puntos 1 y 5 del Capítulo 2).

---

<sup>1</sup> Organización sanitaria sin fines lucrativos para suscriptores privados y para los beneficiarios de muchos programas gubernamentales. Opera en EE.UU., Canadá, Puerto Rico y Jamaica. (*N. del T.*)

<sup>2</sup> Eugene L. Grant, entrevista en el periódico *Quality* (Chicago), marzo de 1984.

**2. Énfasis en los beneficios a corto plazo.** La persecución de los dividendos trimestrales y los beneficios a corto plazo hacen fracasar la constancia en el propósito. ¿De dónde proviene la lucha por el dividendo trimestral? ¿Cuál es la fuerza motriz que conduce a las prisas de última hora para que figure un buen dividendo al final del trimestre? Expida todo lo que tenga a mano, independientemente de la calidad: señálelo como expedido y hágalo figurar como cuentas pendientes. Aplase hasta el siguiente trimestre, tanto como pueda, los pedidos de material y equipo. Recorte la investigación, la educación, la formación.

El accionista que necesita los dividendos para vivir está más interesado en los dividendos futuros que simplemente en el tamaño de los dividendos de hoy. Para él, es importante que haya dividendos dentro de tres años, dentro de cinco años, dentro de ocho años. Cuando se pone el énfasis en los beneficios a corto plazo se hace fracasar constantemente a la constancia en el propósito y al crecimiento a largo plazo. El párrafo siguiente, sacado de un artículo del Dr. Yoshi Tsurumi en la página editorial del *New York Times* del 1 de mayo de 1983, p. F-3, es bastante elocuente:

Parte de los problemas industriales de América es el objetivo de los directores de las corporaciones. La mayoría de los ejecutivos americanos creen que están en el negocio para hacer dinero, no para dar productos y servicio... El credo japonés de las corporaciones, por otra parte, consiste en que una compañía debería ser el proveedor más eficiente del mundo para el producto o servicio que ofrece. Una vez que se ha convertido en el rector del mundo y sigue ofreciendo buenos productos, aparecen los beneficios.

El informe anual para los accionistas es generalmente toda una hazaña de color del idioma, mezclado con una contabilidad ingeniosa. Es raro el informe anual que declara que el valor añadido es un beneficio para la comunidad o la sociedad. El intento de rescatar las ruinas es una hazaña de la dirección.

Durante 1983, la dirección, a todos los niveles, se vio reforzada con el reclutamiento de ejecutivos experimentados para los puestos clave. La compañía también puso en funcionamiento un cierto número de programas de control de los costes más importantes, incluyendo reducciones en la mano de obra, la consolidación de las instalaciones y una gestión mejor de las cuentas pendientes y existencias. El objetivo de estas y de otras medidas que se están considerando consiste en mejorar los márgenes operativos.

Una explicación elocuente de cómo el sistema japonés está mejor adaptado a una productividad mayor y al comercio mundial que el sistema americano, se explica en el siguiente párrafo de Robert M. Kaus, «El problema de los sindicatos», *Harper's*, junio de 1983, pp. 23-35, en concreto la p. 32.

Las empresas japonesas no parecen ser organizaciones que maximizan los beneficios para beneficiar a los accionistas. El capital se obtiene por medio de créditos bancarios, a unos intereses fijos. Como no hay accionistas a los que

contentar, las firmas japonesas están libres para operar a favor de otra clientela —sus trabajadores. Peter Drucker ha observado que «Los grandes negocios se dirigen fundamentalmente para los empleados quienes, en los términos legales tradicionales, son los "propietarios beneficiarios"». Ya que los trabajadores son los beneficiarios de lo que de otro modo serían los beneficios, la confianza entre la mano de obra y la dirección surge espontáneamente<sup>3</sup>.

*Temor de la absorción de la empresa en términos poco amistosos.* Una compañía pública cuyas acciones caen por cualquier razón —incluso por una planificación a largo plazo— puede tener miedo de ser absorbida y también corre el mismo peligro una que lo está haciendo muy bien. El temor de una absorción poco amistosa puede que sea el único obstáculo más importante a la constancia en el propósito. Además de esta absorción poco amistosa, también puede ocurrir la igualmente devastadora compra ventajosa. De una forma o de otra, el conquistador exige dividendos, con consecuencias atroces para los vencidos.

¿Los directores americanos tienen que estar siempre sometidos a semejante saqueo?

Los negocios sobre el papel son a la vez la causa y la consecuencia de la titubeante economía americana. Los beneficios sobre el papel son los únicos fácilmente accesibles a los directivos profesionales que se quedan aislados al mando de organizaciones que están diseñadas para una forma de producción que ya no es adecuada al lugar que tiene América en la economía mundial. Al mismo tiempo, la implacable carrera hacia los beneficios sobre el papel ha desviado la atención y los recursos del difícil trabajo de transformar la base productiva. Ésta ha retrasado la transición que tiene que tener lugar, y ha hecho que el cambio sea más difícil en el futuro. De este modo, los negocios sobre el papel poseen una calidad autoperpetuante que, si no se controla, llevará a la nación a un declive mayor. (De Robert B. Reich, «La próxima frontera americana», *Atlantic*, marzo de 1983, pp. 43-57.)

Los bancos podrían ayudar en la planificación a largo plazo y así protegerían los fondos que se les confían. En contraste, aquí tenemos un ejemplo real de América. (Banquero: «Jim, no es este el momento de hablar de calidad y del futuro. Este es el momento de reducir los gastos, cerrar plantas, reducir las nóminas.»)

Desde luego que es posible que una absorción pueda, a la larga, al combinar las operaciones de dos compañías, mejorar la eficiencia total de la industria en un país, y, con el tiempo, ser beneficiosa para el bienestar de sus gentes. Sin embargo, es duro para la gente que de repente se encuentra sin trabajo. Las

---

<sup>3</sup> Copyright 1983, *Harper's Magazine*. Reservados todos los derechos. Reimpreso de la edición de junio de 1983 por autorización especial.

compañías japonesas que se fusionan se preocupan de su personal, aunque quizá algunos directivos se queden con la paga reducida.

**3. Evaluación del comportamiento, calificación por méritos, o revisión anual.** Muchas compañías en América tienen sistemas por medio de los cuales todas las personas de dirección o de investigación reciben una calificación todos los años. Algunas agencias gubernamentales tienen un sistema similar. La gestión por objetivos conduce al mismo mal. Igualmente, la gestión por números. Una mejor definición sería la de gestión por el miedo, como alguien sugirió en Alemania. El efecto es devastador:

Alimenta el comportamiento a corto plazo, aniquila la planificación a largo plazo, desarrolla el miedo, derriba el trabajo en equipo, alimenta las rivalidades y el politiquero.

Deja a las personas amargadas, desechas, heridas, apaleadas, desoladas, descorazonadas, sintiéndose inferiores, algunas incluso deprimidas, incapaces de trabajar durante varias semanas después de recibir la calificación, incapaces de comprender por qué son inferiores. No es justo, ya que adscribe a las personas de un grupo unas diferencias que pueden estar totalmente causadas por el sistema dentro del que trabajan.

Básicamente, lo que está mal es que la valoración del comportamiento o la calificación por méritos está centrada en el producto final, al final de la corriente, no sobre el liderazgo para ayudar a la gente. Es ésta una forma de evitar los problemas de las personas. El gerente se convierte, en realidad, en el gerente de los defectos.

La idea de una calificación por méritos es seductora. El sonido de las palabras cautiva la imaginación: se paga por lo que se obtiene; se obtiene lo que se paga; se motiva a la gente a que lo haga lo mejor posible, por su propio bien.

El efecto es exactamente lo contrario de lo que prometen las palabras. Todo el mundo se lanza hacia adelante, o lo intenta, por su propio bien, para salvaguardar su propia vida. Quien pierde es la organización.

La calificación por méritos recompensa a las personas que lo hacen bien dentro del sistema. No trata de recompensar los intentos de mejorar el sistema. No cause dificultades.

Si alguna persona de la alta dirección le pregunta al gerente de planta qué es lo que espera conseguir el año que viene, la respuesta será el eco de la política (objetivo numérico) de la compañía. (James K. Bakken, Ford Motor Company.)

Además, la calificación por méritos no tiene sentido para predecir el comportamiento, excepto cuando alguien se sale de los límites de las diferencias atribuibles al sistema en el que trabaja la gente (cf. páginas siguientes).

Los sistemas tradicionales de valoración incrementan la variabilidad del comportamiento de las personas. El problema reside en la imprecisión implícita de los esquemas de calificación. Esto es lo que ocurre. A alguien se le califica

por debajo del promedio, y éste da una ojeada a las personas que están calificadas por encima del promedio; naturalmente, se pregunta por qué existe esta diferencia. Él trata de emular a las personas que están por encima del promedio. El resultado es un comportamiento deteriorado<sup>4</sup>.

El presidente Reagan, en la primavera de 1983, salió con una idea estupenda: a partir de ese momento la promoción en la Administración Civil debe depender del comportamiento. El problema reside en la dificultad para definir una medida del comportamiento que tenga sentido. La única medida verificable es un recuento, a corto plazo, de cualquier tipo. Unos pocos meses después repitió la misma falacia (*Washington Post*, 22 de mayo de 1983, pp. 1,6).

Se sugiere un sistema  
de paga por méritos  
para mejorar las escuelas

Por JUAN WILLIAMS  
Redactor del *Washington Post*

SOUTH ORANGE, N.J., 21 de mayo —El Presidente Reagan la tomó hoy con las más importantes organizaciones de maestros, diciendo que las escuelas públicas están fallando, y que una forma de mejorarlas sin destinarles más fondos federales consiste en empezar a pagar a los maestros según sus méritos en vez de por la antigüedad.

Para la mayoría de los grupos de maestros esto es anatema, ya que dicen que no existe una forma exacta de medir la calidad de un maestro, y que las medidas tradicionales tales como las puntuaciones de los exámenes de los alumnos son desorientadoras.

¿Dónde estaban los consejeros económicos de nuestro Presidente? Él tan sólo lo estaba haciendo lo mejor que sabía.

**Precedente peligroso.** Del *Virginia Weekly, Washington Post*, 12 de abril de 1984, p. 1.

Las evaluaciones  
de los agentes se basan  
parcialmente en el total  
de las multas

Por MICHAEL MARTÍNEZ  
Redactor del *Washington Post*

Los agentes de policía dicen que los programas de evaluación no establecen

---

<sup>4</sup> Aportado por William W. Scherkenbach, de la Ford Motor Company.



cupos, pero que indican a los agentes cómo tienen que hacer su trabajo eficientemente mientras patrullan por las calles. Sin embargo, unos pocos agentes protestan de que la presión para cumplir los estándares les obliga a multar a motoristas que de otro modo hubiesen dejado marchar después de amonestarles, y que interfiere con actividades policiales más importantes.

En Alejandría, a los 32 agentes de policía de una patrulla se les califica como «sobresaliente», «por encima de los requisitos», «cumple los requisitos», «por debajo de los requisitos», o «no satisfactorio», según el número de multas de aparcamiento o de tráfico que ponen en un mes. El agente se gana una calificación de sobresaliente si pone 25 o más multas de tráfico y 21 o más por mal aparcamiento al mes.

El teniente William Banks, de Alejandría, dijo que los estándares de comportamiento se acordaron entre los agentes y sus supervisores en septiembre pasado formando parte de un nuevo sistema de evaluación en toda la ciudad. Con el tiempo, todos los agentes quedarían sometidos a los mismos estándares, dijo Banks.

El teniente Paul Lucas, de Falls Church, dijo que el departamento está trabajando para cumplir un cierto número de objetivos listados en su presupuesto anual, que incluyen un número determinado de multas de tráfico. En el año fiscal 1984, el departamento tratará de poner 551 multas por conducir bebido, 2.592 por exceso de velocidad y 3.476 por otras cuestiones de tráfico, dijo Lucas.

«No se trata de un cupo», dijo. «Es un objetivo del departamento. No es un objetivo individual.»

**Degeneración al contar.** Uno de los principales efectos de la evaluación del comportamiento es que alimenta el pensar y la actuación a corto plazo. Una persona tiene que tener algo que mostrar. Su superior está medido en números. Es fácil contar. Al contar, la dirección se ve aliviada de tener que inventarse una medida que tenga sentido.

Desgraciadamente, las personas que son medidas contando están privadas

de sentirse orgullosas de su trabajo. El número de diseños que tiene que hacer un ingeniero en un período de tiempo sería un índice que no deja lugar a que se sienta orgulloso de su trabajo. No se atreve a tomarse tiempo para estudiar y enmendar el diseño que acaba de hacer. Si lo hiciera, disminuiría su producción.

Igualmente, al personal de investigación y desarrollo se le califica según el número de nuevos productos que desarrolla. Éste me dice que no se atreve a detenerse en un proyecto lo suficiente como para ver la fabricación de un producto; que su calificación se resentiría si lo hiciese.

Incluso si su superior aprecia el esfuerzo y la capacidad para contribuir de manera duradera a los métodos y estructura de la organización, él tiene que defender con evidencia tangible (viz., recuentos) las promociones que recomienda.

Un mediador federal me contó que a él se le califica según el número de reuniones a las que va durante el año. Consigue mejorar su calificación estirando las negociaciones entre (e.g.) Ford y la UAW<sup>5</sup> haciendo tres reuniones cuando todos los problemas se podrían haber resuelto en una reunión.

El número de reuniones a las que va se compensa parcialmente con el reconocimiento del número de acuerdos logrados. Un acuerdo es un acuerdo, tanto si pone a una compañía fuera del negocio o defrauda a los empleados, como si supone un beneficio duradero para el pueblo americano.

Una encargada de compras del Servicio Postal de los EE.UU. me contó que a ella se le califica por el número de contratos que negocia a lo largo del año, y cada contrato debe ser por un importe mínimo. Un contrato a largo plazo requiere tiempo y reduciría su producción anual.

Estos índices son ridículos, pero son típicos en toda la industria americana y el gobierno.

Mientras al personal de compras se le califique por el número de contratos realizados, tendrá poco interés en tomarse el tiempo necesario para conocer los problemas de producción y las pérdidas que ocasionan sus compras.

Una buena calificación del trabajo sobre un nuevo producto y nuevo servicio que puede generar más negocios de aquí a cinco u ocho años, requiere una dirección bien informada. Aquel que se compromete en semejante tarea debería estudiar los cambios en educación, en estilo de vida, migración hacia y de las zonas urbanas. Debería asistir a las reuniones de la Sociedad Sociológica Americana, la Sección de Empresas de la Asociación Estadística Americana y la Asociación de Marketing Americana. Tendría que escribir ponencias para exponerlas en esas reuniones, todas las cuales son necesarias para planificar los productos y servicios del futuro. Durante unos años no tendría nada que mostrar de sus trabajos. Mientras tanto, en ausencia de una dirección bien

---

<sup>5</sup> United Auto Workers, sindicato que abarca a la mayoría de los trabajadores del automóvil. (N. del T.)

informada, las otras personas que obtuviesen una buena calificación en sus proyectos a corto plazo le dejarían atrás.

**Trabajo en equipo sofocante.** Creo que la evaluación del comportamiento explica por qué es difícil que las áreas de staff trabajen juntas por el bien de la compañía. En vez de eso, trabajan como *prima donnas*, defraudando a la compañía. El buen comportamiento en equipo ayuda a la compañía pero produce resultados menos tangibles adscribibles a los individuos. El problema del equipo es: ¿quién hizo eso?

¿Cómo se puede interesar al personal del departamento de compras, con el sistema actual de evaluación, en mejorar la calidad de los materiales para producción, del servicio, las herramientas y otros materiales para fines no productivos? Haría falta cooperar con fabricación. Esto estorbaría a la productividad del departamento de compras, que se mide frecuentemente por el número de contratos negociados por año-hombre, sin tener en cuenta el comportamiento de los materiales o servicios comprados. Si se lograra algo de lo que presumir, el personal de fabricación se quedaría con la gloria, no el personal de compras. O podría ser al revés. Por tanto, el trabajo en equipo, tan deseable, no puede desarrollarse con la calificación anual. El miedo se apodera de todos. Ten cuidado; no te arriesgues; no te pares.

*Oído en un seminario.* Uno obtiene una buena calificación por encender un fuego. El resultado es visible; se puede cuantificar. Si lo haces bien a la primera, nadie lo ve. Has cumplido los requisitos. Ese es tu trabajo. Estropéalo y corrígelo después, te convertirás en un héroe.

Dos químicos colaboran en un proyecto y escriben su trabajo para una publicación científica. El trabajo se admite para una reunión en Hamburgo. Sin embargo, en este momento sólo uno de los dos puede ir a Hamburgo para leer la ponencia —viz., el de calificación más alta. El de la calificación inferior jura no volver a trabajar con nadie.

Resultado: cada uno para sí mismo.

Los químicos de la compañía pueden comprender que hay veces en que se debe limitar el número de personas que vayan a una reunión. Un buen plan consistiría en dejar que ellos mismos decidieran quién va a ir a las reuniones. Cada vez iría uno, de manera equilibrada.

Los directivos en América tienen en mucha estima las nuevas tecnologías, con lo que las personas están desanimadas para trabajar en otros aspectos del sistema. Cuando se acaba un diseño se ofrecen gratificaciones por las sugerencias para mejorarlo. Un comité estudia las sugerencias. Se puede desechar una sugerencia porque, aunque sea buena, es demasiado caro introducirla en ese momento. En un momento anterior hubiese sido posible tomarla en consideración. El lugar adecuado para las mejoras está en las etapas iniciales del desarrollo. De este modo el sistema de calificación corre el riesgo de perder buenas

ideas que hubiesen elevado la calidad y reducido los costes. En América, la persona que da una sugerencia no está presente y puede que el comité no comprenda el significado y las posibilidades de la idea.

En Japón, las sugerencias son estudiadas por el grupo y la persona que hace la sugerencia está presente. La decisión no recae sobre una persona, sino sobre el grupo. El grupo llega a una conclusión para el bien de la compañía. Una vez que se toma una decisión unánime, todo el mundo se pone a trabajar para dar lo mejor de sí al grupo. Cualquier disidente o cualquiera que no dé lo mejor de sí irá a parar a otro grupo o a otro trabajo.

La evaluación del comportamiento alimenta el temor. Las personas tienen miedo de hacer preguntas que pudieran sugerir una cierta duda respecto de las ideas y decisiones del jefe, o respecto de su lógica. Cualquier persona que presente otro punto de vista o haga preguntas corre el riesgo de que le llamen desleal, que no colabora, que está tratando de colocarse a la cabeza. Di que sí a todo.

En muchas compañías americanas los niveles más altos de salarios y primas están por las nubes. Es natural que una persona joven aspire a llegar, con el tiempo, a una de estas posiciones. La única posibilidad de alcanzar un nivel elevado es a través de una promoción consistente, sin parar, año tras año. Lo que busca el joven aspirante no es cómo servir a la compañía con sus conocimientos, sino cómo conseguir una buena calificación. Si pierdes un escalón, no lo lograrás: otra persona lo conseguirá.

Un hombre no se atreve a arriesgarse. No cambies un procedimiento. El cambio puede que no funcione. ¿Qué le ocurriría si lo cambiara? Debe proteger su propia seguridad. Es más seguro quedarse en la fila.

El director, bajo el sistema de revisión, al igual que las personas a las que dirige, trabaja individualmente para su propia promoción, no para la compañía. Tiene que hacer un buen papel.

*Director* (a su personal): No trabaje con esas personas (de otro grupo). Su tiempo pertenece a nuestro proyecto.

Todo el mundo respiraría aliviado si se eliminara la calificación anual.

*Preguntas para meditar.* (1) ¿Cómo se calificaría usted? ¿Con qué método o criterio? ¿Con qué objeto? (2) ¿Qué está usted tratando de medir cuando califica a alguien? ¿Cómo ayudaría su calificación a predecir su comportamiento futuro: (a) en este trabajo; (b) en otro trabajo de más categoría (más responsabilidad)?

**¿Otro Irving Langmuir?** ¿Podría la historia americana, bajo el impedimento de la calificación anual, producir otro Irving Langmuir, ganador de un Premio Nobel, u otro W.D. Coolidge? Estos dos hombres trabajaban en la General Electric Company. ¿Podría la Compañía Siemens producir otro Ernst von Siemens?

Vale la pena observar que los 80 Premios Nobel americanos todos ellos tenían una ocupación, seguridad. Sólo tenían que responder ante ellos mismos.

**Es imposible una calificación justa.** Una falacia corriente es la suposición de que es posible calificar a las personas; colocarlas en un orden de comportamiento para el año próximo, basado en el comportamiento durante el año anterior.

El comportamiento de cualquier persona es el resultado de la combinación de muchas fuerzas —la misma persona, las personas con las que trabaja, el trabajo, su directiva, sus supervisores, las condiciones ambientales (ruido, confusión, comida mala en la cafetería de la compañía). Estas fuerzas producirán unas diferencias increíbles entre las personas. De hecho, como veremos, las diferencias aparentes entre las personas surgen casi completamente de la acción del sistema en el que trabajan, no de las personas mismas. Una persona que no ha sido promocionada no puede entender por qué su comportamiento es inferior al de otra persona. No hay que extrañarse; su calificación fue el resultado de una lotería. Desgraciadamente, él se toma en serio su calificación.

Los siguientes ejemplos numéricos aclararán las increíbles diferencias entre las personas y se deben atribuir a la acción del sistema, no de la gente. El comportamiento sobresaliente sólo puede atribuirse a alguien que por medio de los cálculos apropiados, está fuera de los límites de la variación del sistema, o que crea un patrón (p. 89).

Se debe hacer hincapié en que cualquier sistema real creará diferencias aún mayores entre las personas que las que aquí se señalan, ya que aquí podemos simular bastante bien un sistema de causas constantes.

*Ejemplo 1.* Como ejemplo, sean seis personas que toman parte en un experimento sencillo. Cada persona removerá una mezcla de bolas rojas y blancas (4.000), con el 20 por 100 de rojas y, con los ojos vendados, sacará una muestra de 50 bolas, que luego devolverá al conjunto antes de que saque su muestra la persona siguiente. El objetivo consiste en producir bolas blancas: nuestro cliente no aceptará bolas rojas. A continuación tenemos los resultados.

<i>Nombre</i>	<i>Numero de bolas rojas sacadas</i>
Miguelito .....	9
Pedro .....	5
Terry .....	15
Juanito .....	4
Luisa .....	10
Gary.....	8
<b>Total.....</b>	<b>51</b>

Sería difícil construir unas circunstancias físicas casi tan iguales para seis personas, sin embargo a simple vista el comportamiento de las personas varía mucho.

Pero pensemos con ayuda de la teoría estadística. Calculamos los límites entre los empleados que podrían ser atribuibles a la variación casual del sistema. Este cálculo se basa en el comportamiento medio y en la suposición de que las personas y las bolas rojas que sacan son independientes.

El lector que no esté familiarizado con los cálculos siguientes puede ir al Capítulo 11 o buscar a quien le enseñe, o consultar alguno de los libros que se mencionan al final del Capítulo 11.

$$\bar{x} = \frac{51}{6} = 8,5 \text{ (promedio de bolas rojas por trabajador)}$$

$$\bar{p} = \frac{51}{6 \times 50} = 0,17 \text{ (proporción media de rojas)}$$

Cálculo de los límites de variación atribuibles al sistema:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Límite superior} \\ \text{Límite inferior} \end{array} \right\} = \bar{x} \pm 3\sqrt{\bar{x}(1 - \bar{p})} =$$

$$= 8,5 \pm 3\sqrt{8,5 \times 0,83} =$$

$$= \begin{cases} 16 \\ 1 \end{cases}$$

Obviamente los seis empleados caen dentro de los límites calculados de variación que podrían surgir del sistema en el que trabajan. Con estos datos no hay evidencia de que en el futuro Juanito lo vaya a hacer mejor que Terry. Por tanto, todo el mundo debería recibir el mismo aumento. Si uno es más antiguo que otro, desde luego que tendrá que tener un nivel más elevado de salario.

Obviamente sería una pérdida de tiempo tratar de descubrir por qué Terry sacó 15 bolas rojas, o por qué Juanito sólo sacó 4. Y lo que es peor, cualquiera que buscara una causa, encontraría una respuesta, y si se actuara en consecuencia las cosas sólo empeorarían en adelante.

Mientras tanto, el problema que tiene la dirección consiste en mejorar el sistema para que todas las personas puedan sacar más bolas blancas y menos rojas. (Más en el Capítulo 11.)

*Ejemplo 2.* (Aportado por William W. Scherkenbach, Ford Motor Company.) Usted es un director que tiene a nueve personas bajo su responsabilidad directa. Todos tienen en esencia las mismas responsabilidades y en el último

año han cometido el siguiente número de equivocaciones. Cada empleado tenía aproximadamente la misma probabilidad que otro de cometer una equivocación.

Las equivocaciones que aquí se cuentan podrían ser errores al llevar los libros, equivocaciones en los planos de ingeniería, errores de cálculo, errores de los operadores de montaje o cualquier otra cosa.

<i>Nombre</i>	<i>Número de equivocaciones</i>
Juanita.....	10
Andrés .....	15
Guille.....	11
Paco.....	4
Ricardo .....	17
Carlitos .....	23
Alicia .....	11
Tomás .....	12
Joana .....	10
Total.....	113

Ya es hora de hacer las evaluaciones y las recomendaciones para los aumentos. ¿A quién se premia? ¿A quién se penaliza? Primero, ¿qué márgenes se deberían dejar para los efectos del sistema en el que trabajan las personas? Los cálculos, a continuación

$$\bar{X} = \frac{113}{9} = 12,55$$

Cálculo de los límites de variación atribuibles al sistema:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Límite superior} \\ \text{Límite inferior} \end{array} \right\} = 12,55 \pm 3\sqrt{12,55} =$$

$$= \left\{ \begin{array}{l} 23,2 \\ 1,9 \end{array} \right.$$

Por tanto, ninguna de las nueve personas cae fuera de los límites calculados. Las diferencias aparentes entre las nueve personas bien podrían adscribirse a la acción del resto del sistema. La misma fórmula que tenga la compañía para los aumentos de salario se debería aplicar a todas las personas por igual (página 91)

Obsérvese que las cifras de los dos ejemplos podrían igualmente deducirse de un índice compuesto.

*Ejemplo 3.* (Aportado por Ronald Moen, General Motors.) El proceso consiste en el diseño de la pieza, una «solicitud». Etapas:

1. Origen de la solicitud (asignada a un ingeniero de producto.)
2. El ingeniero dibuja un plano.
3. Presenta el plano al ingeniero que lo ha de autorizar. Éste puede aceptar el diseño o solicitar otro intento, en cuyo caso el ingeniero de producto repite los pasos 1, 2 y 3.
4. El ingeniero que ha de autorizarlo acepta el diseño.

El registro del número de cambios que han realizado cada uno de los 11 ingenieros de producto a lo largo del desarrollo de un proyecto están dibujados en la Fig. 7. Los límites de control, basados sólo en la independencia de los cambios, se calculan de la manera siguiente. El número total de cambios para todos los 11 ingenieros fue de 53; el promedio, 4,8.

$$\left. \begin{array}{l} \text{LCS} \\ \text{LCI} \end{array} \right\} = 4,8 \pm 3\sqrt{4,8} =$$

$$= \begin{cases} 11,4 \text{ (redondear a 12)} \\ 0 \end{cases}$$

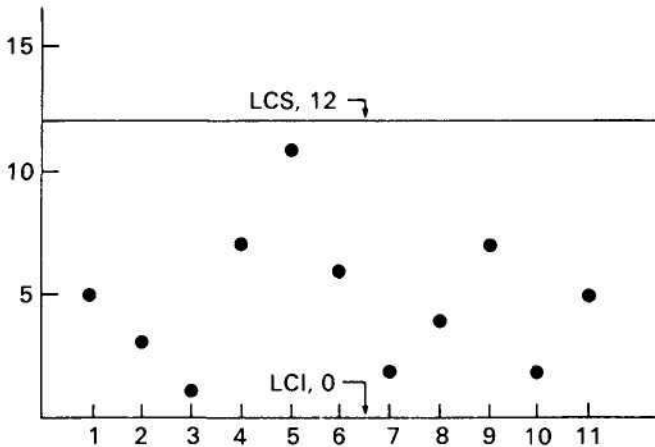


Fig. 7. Gráfico que muestra, para los 11 ingenieros de producto, el número de cambios de ingeniería que hizo cada uno a lo largo de un año. (El orden horizontal es meramente alfabético.) Ninguno de ellos cayó fuera de los límites de control. Por tanto, todos pertenecen a un sistema. (Ronald Moen.)



Ninguno de los 11 ingenieros cae por fuera de los límites. Por tanto, forman un sistema. Según esta evidencia, ninguno de ellos lo hará mejor que otro al año siguiente. Todos deberían recibir el mismo aumento de paga. Cada uno de los 11 ingenieros dio las mismas razones para los cambios:

Solicitud complicada; especial; producto nuevo; nunca se hizo nada semejante.

Ingeniero que autoriza, exigente.

**Más sobre el Hderazgo.** Cualquier persona cuyo punto caiga fuera de los límites calculados para las diferencias adscribibles al sistema, está fuera del sistema. Un buen líder tiene que investigar las causas posibles. Si aquél está fuera del límite de variación del sistema por el lado bueno, hay una base razonable para predecir que en el futuro su comportamiento será bueno: merece que se le reconozca. La causa de un punto por fuera del límite de variación del sistema por el lado malo puede ser permanente; o puede ser efímera. Una persona incapaz de aprender su trabajo sería un ejemplo de una circunstancia permanente. La compañía la contrató para este trabajo; por tanto, tiene la obligación moral de colocarla en el puesto adecuado. Igualmente, una persona que está preocupada por su salud, o por alguien de su familia, puede mostrar un comportamiento deficiente. En algunos casos, unos consejos le pueden restaurar la confianza y el comportamiento. El sistema que envía a algún trabajador un material más difícil de lo normal con el que trabajar, puede desplazarlo fuera de los límites por el lado malo. Esta circunstancia puede continuar sin ser detectada, y el hombre, temeroso de quejarse, no dice nada al respecto. Lo mismo podría ser cierto de alguien cuyo equipo está estropeado. Si nadie sabe cuál es el problema, o si nadie hace nada al respecto, los puntos de este hombre bien pueden estar por fuera de los límites por el lado malo, año tras año.

Un ejemplo de circunstancia efímera podría ser la necesidad de usar gafas, la cual podría corregirse fácilmente enviando a la persona al oculista. (Remitimos al lector a los 11 soldados, p. 199.)

**¿Qué pasa cuando se repite un patrón?** Lo que estamos diciendo es que las diferencias aparentes —incluso las diferencias grandes— podrían estar ocasionadas por un sistema de causas constantes. Otra vez señalamos que cualquier sistema real ocasionará diferencias aún mayores entre las personas.

Una persona puede ganarse la reputación de hombre de nivel alto o bajo respecto de los otros, con un comportamiento persistente, manteniendo la misma posición relativa a lo largo de al menos siete períodos de tiempo sucesivos (que pueden ser siete años). Si una persona persiste en mantener una posición relativa superior durante siete períodos, podemos concluir con seguridad que es ciertamente superior, cualquiera que sea el índice de comportamiento, tenga sentido o no. Después de veinte años, las personas estrella emergen

definitivamente, suponiendo que el índice de comportamiento tenga sentido. El número de diseños que tiene que hacer un ingeniero durante un período de tiempo sería un ejemplo de un índice que no le deja ocasión a la persona para sentirse orgullosa de su trabajo.

Un criterio útil para reconocer el comportamiento sobresaliente es la demostración incuestionable de mejora año tras año, a lo largo de un período de siete o más años, en habilidades, conocimiento, liderazgo. El criterio opuesto, es decir, deterioro persistente a lo largo de un período de siete años, podría señalar a las personas que necesitan ayuda.

Todo esto puede que sólo sea un sueño, porque ningún grupo de personas estará tanto tiempo en el mismo trabajo. En algunas aplicaciones, no obstante, se puede comprimir el período de tiempo y que naturalmente será con los operarios de producción. Para ellos se pueden tener los datos semanales del número de artículos fabricados. Siete o más semanas sucesivas pueden dar una indicación fiable del comportamiento relativo.

«**Puede que no todo sea malo.**» En algunas partes la alta dirección retrasa la abolición de la calificación anual del comportamiento, refugiándose en el corolario obvio de que «puede que no todo sea malo. Me puso a mí en esta posición.» Es esta una trampa en la que se cae fácilmente. Cada uno de los hombres con los que trabajo ocupa una posición elevada y es estupendo, vale la pena trabajar y discutir con él. Alcanzó esta posición sobresaliendo en todas las calificaciones anuales, arruinando las vidas de un montón de otras personas. Hay otra forma mejor de hacerlo.

**Principios modernos del liderazgo.** Los principios modernos del liderazgo, que se explican e ilustran abundantemente en este libro, reemplazarán a la revisión anual del comportamiento. En una compañía el primer paso consistirá en proporcionar la formación para el liderazgo. La revisión anual del comportamiento puede entonces ser abolida. El liderazgo ocupará su lugar. Esto es lo que los directivos occidentales deberían haber estado haciendo todo el tiempo.

La revisión anual del comportamiento se deslizó dentro de las empresas furtivamente y se hizo popular porque no requiere que nadie se enfrente a los problemas de la gente. Es más fácil catalogar a las personas; centrar la atención en la producción. Lo que necesita la industria occidental son métodos que mejoren la producción. A continuación se dan unas sugerencias.

1. Implantar la formación para el liderazgo; obligaciones, principios y métodos.
2. Selección más cuidadosa de las personas, en primer lugar.
3. Mejor formación y educación después de la selección.
4. El líder, en vez de ser un juez, será un compañero, que aconseje y dirija a su gente día a día, aprendiendo de ellos y con ellos. Todo el mundo tiene que estar en un equipo para trabajar en la mejora de la calidad, en los cuatro pasos del ciclo de Shewhart mostrado en la Fig. 5 de la página 67.

5. El líder descubrirá quién, si es que hay alguien, de su gente está (a) fuera del sistema por el lado bueno, (b) fuera, por el lado malo, (c) dentro del sistema. Los cálculos necesarios (reflejados en la p. 88, el Capítulo 11, y en otras partes) son bastante sencillos si los números se utilizan para medir el comportamiento. La clasificación de las personas (desde sobresaliente hasta insatisfactorio) que están dentro del sistema viola la lógica científica y es una política ruinosa, como quedará claro en el texto y en el Capítulo 11.

En ausencia de datos numéricos, el líder debe hacer unos juicios subjetivos. El líder se pasará horas con cada uno de sus trabajadores. Ellos sabrán qué tipo de ayuda necesitan. Algunas veces se tendrá la evidencia incontrovertible de un comportamiento excelente, como si ha hecho patentes, publicado artículos, es invitado a dar conferencias.

Las personas que se encuentran en el lado malo del sistema requerirán ayuda individualizada. Hemos visto ejemplos y veremos más.

La recompensa económica para el comportamiento sobresaliente por fuera del sistema, sin otro reconocimiento más satisfactorio, puede ser contraproducente.

6. Las personas de un grupo que forman un sistema estarán todas sometidas a la misma fórmula que tenga la compañía para los aumentos de salario. Esta fórmula puede que considere (e.g.) la antigüedad. No dependerá de la categoría dentro del grupo, ya que las personas dentro del sistema no estarán catalogadas como N° 1, N° 2, N° último. (En las épocas malas puede que no haya aumentos para nadie.)

7. Mantener una larga entrevista con cada empleado, de tres o cuatro horas, por lo menos una vez al año, no para criticarlo, sino para ayudarlo y para que haya un mejor entendimiento por parte de todos.

8. Las cifras sobre el comportamiento deberían usarse no para clasificar a la gente de un grupo que está dentro del sistema, sino para asistir al líder en la mejora del sistema. Estas cifras también pueden indicarle algunas de sus propias debilidades (Michael Dolan, Universidad de Columbia, marzo de 1986).

Al mejorar el sistema se ayudará a todo el mundo, y disminuirá la distancia entre los números que dan el comportamiento de las personas.

Ha llegado el día en que cualquier persona privada de un aumento o de cualquier privilegio por el mal uso de los números del comportamiento (como cuando se clasifica a las personas de un grupo) pueda, en justicia, presentar una queja.

En este momento puede que el lector quiera pasar a la p. 213.

**El trabajador solitario.** Existen muchos ejemplos de personas que no pueden trabajar bien en equipo, pero que demuestran unos logros incuestionables bajo la forma de ser respetados por sus colegas y semejantes, por medio de invenciones y publicaciones en revistas científicas. Tales personas pueden hacer unas contribuciones fabulosas a la compañía y a la ciencia. La compañía debe reconocer las contribuciones de tales personas y proporcionarles ayuda.

**Liderazgo en vez de la calificación anual en Ford.** Los principios anteriores quedaron claros, hace unos pocos años, para Donald E. Petersen, ahora presidente de la Ford Motor Company. Los cambios en la Ford constituirán una señal potente para toda la industria occidental de que por lo menos una compañía grande está vitalmente preocupada por el recurso más importante de la compañía, viz., las personas que allí trabajan. La razón principal para realizar el cambio es que se quiere eliminar un inhibidor importante del programa de la compañía para mejorar continuamente en calidad y productividad<sup>6</sup>.

**Problemas en los servicios gubernamentales.** (Aportado por Georgianna M. Bishop.) Hay una preocupación creciente dentro de la administración civil de que la capacidad para lograr la constancia en el propósito se está convirtiendo en una causa perdida. Después de haber trabajado en el área de personal en cuatro administraciones que han cambiado rápidamente y con filosofías muy divergentes, vemos ahora que tienen lugar unos cambios importantes en las reglamentaciones que incrementan la posibilidad de trastornos con cada cambio de administración. Nuestro sistema político, que elige a los directivos más antiguos para la administración federal, debe entender por encima de todo la importancia de la constancia en el propósito y la importancia del saber. Los directores asignados políticamente deben comprender los 14 puntos y las enfermedades mortales y los obstáculos. Sólo entonces podrán situarse en el papel de líderes.

*De un funcionario federal:*

Duración media en el cargo del Ministerio de Hacienda, dieciocho meses, algunas veces menos, algunas más.

Duración media de un Diputado, dieciocho meses también: de igual modo, a veces es menor, a veces mayor.

El proceso político favorece el comportamiento a corto plazo. En el mismo momento en que alguien resulta elegido, se pone a hacer campaña para la próxima elección.

La perspectiva de las personas a las que tenemos que informar abarca un período de dos semanas.

El siguiente párrafo sacado del libro de Marvin E. Mundel citado anteriormente (p. 12) también puede servir de ayuda para entender la administración gubernamental:

...Hoy día, el gobierno, en los países desarrollados, es una cosa tan tremendamente complicada que hay que dudar si la relación entre una sociedad determinada y su gobierno se llega a entender por cualquier segmento amplio

<sup>6</sup> William W. Scherkenbach, «Quality in the driver's seat,» *Quality Progress*, abril 1985, pp. 40-46.

de la sociedad. Además, existen dudas de que el gobierno moderno responda completamente a cualesquiera objetivos definidos coherentemente, de la sociedad a la que sirve: ciertamente que hay razones para dudar de que estos objetivos se definan alguna vez completamente en una forma factible y comprensible. En muchos aspectos, el gobierno tiene una naturaleza creada por el hábito y *simplemente es así*. Esto no se puede tolerar. También resulta obvio que dentro de tal marco uno no puede hablar razonablemente sobre la mejora, tal como se utiliza el término en este libro. El tratar de llevar a un estado más deseable una organización cuyos objetivos, y las necesarias y apropiadas limitaciones y constricciones, no están realmente definidos, es asumir una tarea imposible.

**4. Movilidad de los directivos.** La compañía cuya alta dirección está arraigada y comprometida con la calidad y la productividad no padece incertidumbres y desconciertos. Pero ¿cómo puede alguien estar comprometido con una política cuando su puesto es sólo para unos pocos años, cuando está dentro y fuera?

J. Noguchi, director de la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses, en una conversación con un cliente mío hizo la observación de que «América no puede conseguirlo debido a la movilidad de los directivos americanos».

La tarea de la dirección es inseparable del bienestar de la compañía. La movilidad de una compañía a otra crea *prima donnas* para conseguir resultados rápidos. La movilidad anula el trabajo en equipo, que es tan vital para seguir existiendo. Llega un nuevo director. Todo el mundo se pregunta qué ocurrirá. Se extiende la inquietud cuando el consejo de administración busca fuera de la compañía a alguien para hacer una operación de rescate. Todo el mundo coge su salvavidas.

Si un hombre no consigue una buena puntuación en su calificación anual hace que éste se ponga a buscar oportunidades mejores en alguna otra parte. No es infrecuente que el competidor más fuerte sea alguien que se largó ante un fracaso para conseguir una promoción.

**Movilidad de la mano de obra en América.** La movilidad de la mano de obra en América es otro problema, casi igual al de la movilidad de los directivos. Un factor que contribuye mucho es la insatisfacción en el trabajo, la incapacidad para sentirse orgullosos de su trabajo. Las personas se quedan en casa o buscan otro trabajo cuando no pueden sentirse orgullosas de su trabajo. El absentismo y la movilidad son, en gran medida, creaciones de la mala supervisión y la mala gestión (Ver p. 61.)

**5. Dirigir una compañía basándose sólo en las cifras (contando el dinero).** No se puede tener éxito sólo con las cifras visibles. Ahora bien, desde luego que las cifras visibles son importantes. Hay que pagar las nóminas, pagar a los proveedores, pagar los impuestos; amortización, fondos de pensiones y fondos de contingencias que cumplir. Pero aquel que dirige su compañía

únicamente por las cifras visibles, con el tiempo se quedará sin compañía y sin cifras.

En realidad, las cifras más importantes que se necesitan para la gestión son desconocidas e incognoscibles (Lloyd S. Nelson, p. 17), pero una buena gestión tiene, no obstante, que tenerlas en cuenta. Ejemplos:

1. El efecto multiplicador sobre las ventas que tiene un cliente satisfecho, y el efecto contrario de un cliente insatisfecho.

El cliente satisfecho que vuelve vale más que 10 folletos publicitarios. Éste regresa sin publicidad ni habersele persuadido, e incluso puede que traiga a un amigo.

Compensa que los clientes estén satisfechos: si al propietario de un coche le gusta su coche, es posible que compre otros cuatro coches del mismo tipo en los doce años siguientes, dice en el Programa de Investigación de Asistencia Técnica una empresa consultora de Washington que está especializada en el comportamiento de los consumidores. Igualmente, es también probable que comunique las buenas noticias a otras ocho personas. Pero, ¡ay de la casa de coches que suministra un producto mal hecho! El comprador de un coche que está irritado le contará sus problemas a un promedio de dieciséis personas. (*Car and Driver*, agosto 1983, p. 33).

2. El incremento de la calidad y la productividad a lo largo de toda la línea, que surge cuando se consigue algún éxito en la mejora de la calidad en cualquier etapa anterior.

3. Mejora de la calidad y la productividad cuando la dirección deja claro que la política de la compañía será, en adelante, permanecer en el negocio adecuado al mercado: que esta política es incommovible, independientemente de quien entre y salga.

4. Mejora de la calidad y productividad cuando hay una mejora continuada de los procesos (Punto 5 de los 14 puntos del Capítulo 2); y también cuando se eliminan los estándares de trabajo, y cuando hay mejor formación o supervisión (Puntos 6, 7 y 11).

5. Mejora de la calidad y productividad por medio de un equipo formado por el proveedor seleccionado, el comprador, el ingeniero de diseño, ventas y cliente, que trabajan en un nuevo componente o en el rediseño de un componente ya existente (p. 33).

6. Mejora de la calidad y productividad por medio del trabajo en equipo entre los ingenieros, producción, ventas y el cliente.

7. Perjuicios por la calificación anual del comportamiento.

8. Perjuicios que ocasionan las trabas a que los empleados se sientan orgullosos de su trabajo.

9. En el transporte de mercancías, por ejemplo, ¿dónde están las cifras del coste de los extravíos?, ¿de los retrasos por un mal mantenimiento?

Aquel que espera cuantificar en dólares las ganancias que vayan a llegar a la compañía, año tras año, por un programa para mejorar la calidad, por medio de los principios expuestos en este libro, se llevará una desilusión. Antes de empezar, debería saber que sólo podrá cuantificar una parte nimia de las ganancias.

Las cifras visibles indicaban que el departamento de cuentas de una compañía había triunfado reteniendo a la mayoría de los clientes que pagaban prontamente. El departamento de cuentas había hecho bien el trabajo que se le había asignado. Merecía una buena calificación. Se descubrió que las cifras no tan visibles indicaban que el departamento de cuentas había dirigido hacia la competencia a algunos de los mejores clientes. La alta dirección se había fijado demasiado tarde en el coste total.

Los costes de garantía son claramente visibles, pero no lo cuentan todo sobre la calidad. Cualquiera puede reducir los costes de garantía rehusando las quejas, o actuando tarde sobre ellas.

**Otra observación sobre la gestión por las cifras.** Según la perspectiva de una compañía se hace menos y menos prometedora, la dirección depende más y más del interventor para gestionar por cifras. En ausencia del conocimiento de los problemas de producción, el interventor no puede más que mirar a la línea inferior, estrujar los costes de los materiales adquiridos, incluyendo los costes de las herramientas, la maquinaria, el mantenimiento y las provisiones. El rechazo de las cifras invisibles más importantes, desconocidas e incognoscibles, de los costes totales de estos movimientos, origina un encogimiento mayor del beneficio en lo que queda del negocio.

Los directores de una compañía que es dirigida por las cifras visibles únicamente, bien podrían trasladarse al campo o a Honolulu o a cualquier otro lugar del mundo que les guste, recibir las cifras a través de cualquier canal de comunicación, y tratar de utilizarlas en la forma habitual. Los siguientes párrafos sacados de *Business Week*, del 25 de abril de 1983, p. 68, dicen lo fácil que es hoy día recopilar y ensamblar las cifras visibles.

El advenimiento de los ordenadores de sobremesa y otras herramientas de información, combinados con las redes de telecomunicación avanzada, que proporcionan el acceso a muchas fuentes de datos, anuncia una enorme oleada en la productividad para los aproximadamente diez millones de directores de los EE. UU. Parte de la nueva magia ya está situada:

Ahora algunos directores toman decisiones combinando las informaciones procedentes de su propia compañía con las bases de datos externas, incluyendo las estadísticas económicas e industriales. Estos datos les permiten recopilar los estudios de sus negocios, mercados, competencia, precios y provisiones, en unas pocas horas —estudios que antes llevaban meses de trabajo.

Los nuevos sistemas pueden convertir montones de números en gráficos y dibujos en color, que son fácilmente comprensibles por los directores. De este

modo se pueden digerir más rápidamente los papeles impresos y actuar con rapidez.

El correo electrónico permite que los informes, memos y bocetos se puedan hacer llegar simultáneamente a un cierto número de personas de la compañía. Estos sistemas aceleran enormemente las comunicaciones dentro de casa.

Puede parecer que una compañía lo está haciendo bien, sobre la base de las cifras visibles y aun así ir cuesta abajo debido a que la dirección no presta atención a las cifras desconocidas e incognoscibles.

**¿Qué pasa con la calificación de las divisiones de una corporación?** Al igual que la calificación anual del comportamiento de las personas individualmente, la calificación de las divisiones por parte de la central —todas las que yo he visto— crean un pensar a corto plazo y desvían los esfuerzos de las mejoras a largo plazo. Por ejemplo, en una corporación el procedimiento consiste en seleccionar «al azar» 20 especificaciones de entre los miles de especificaciones para los miles de piezas que fabrica una división; luego selecciona «al azar» 20 piezas sometidas a cada especificación; luego determina qué proporción de piezas fabricadas la última semana cumplieron las especificaciones.

Lo divertido es que una división podría estar, mes tras mes, consiguiendo una calificación máxima y ganando trofeos, además de los incrementos y primas para los directores de la división, y al mismo tiempo estar yéndose al garete.

Es fácil ver lo que está mal. Se limita a cumplir las especificaciones: eso es suficiente. Al mismo tiempo, la división podría estar perdiendo hasta la camisa en (1) el tiempo perdido en la planta tratando de utilizar materiales inadecuados para el trabajo; (2) mantenimiento deficiente; (3) reprocesos; (4) mal liderazgo; (5) herramientas baratas; (6) no actuar sobre las quejas de los clientes; (7) diseño inepto del producto; (8) no mejorar los procesos; etc.

Nadie puede culpar al responsable de una división por estar profundamente interesado en la calificación de su división por parte de la central. ¡Su salario y su prima dependen de la calificación!

Este tipo de calificación es una gestión tardía, gestión de la producción con demasiado retraso, lo cual es más fácil que proveer un liderazgo para mejorar. Una forma mejor de calificar sería averiguando los progresos del último año en:

1. La eliminación de barreras para que los trabajadores por horas estén orgullosos de su trabajo.
2. La reducción del número de proveedores.
3. El número de piezas suministradas hoy por un proveedor comparado con el mismo número hace un año.
4. Los adelantos hacia el trabajo en equipo con el proveedor seleccionado (p. 33. Número de equipos que están trabajando así en las piezas críticas.
5. El ajuste de las distribuciones de un número seleccionado de piezas o montajes fabricados por esta división durante el último año.



6. Otras evidencias de que los procesos han mejorado.
7. La mejor formación de las personas que entran en la compañía.
8. Educación para los empleados.

Se podría seguir sin parar. Pero todo esto, o parte de ello, requeriría innovación y cambio en la oficina central.

Los mismos criterios para calificar a una división se pueden adaptar a la selección de un proveedor para un artículo determinado, ya tratado en la página 32.

## B. OBSTÁCULOS

Además de las enfermedades mortales, hay toda una procesión de obstáculos. De hecho, algunos obstáculos son unos competidores de primera línea para la eficacia, junto con las enfermedades mortales, aunque la mayoría de ellos son más fáciles de curar que las enfermedades mortales. Algunos de ellos se mencionaron en el Capítulo 2 y no necesitan más explicación. Otros son nuevos aquí.

**Buscar resultados inmediatos.** Un obstáculo importante es la suposición de que la mejora de la calidad y la productividad se logra instantáneamente por medio de un acto de fe. Las cartas y llamadas telefónicas recibidas por el autor revelan el predominio de la suposición de que una o dos consultas con un estadístico competente colocarán a la compañía en el camino hacia la calidad y la productividad —instantáneamente: «Venga, pase un día con nosotros y haga lo que hizo por los japoneses; también nosotros queremos que nos salve». Y cuelgan desconsolados. No es tan sencillo: será necesario estudiar y ponerse a trabajar. Una persona me escribió pidiéndome la fórmula que yo tenía y la factura consiguiente.

Una revista, muy leída por los americanos, publicó en 1981, en su sección sobre empresas y economía, un artículo sobre Japón. El autor del artículo estropeó su, de otro modo espléndido, artículo diciendo en realidad: «El Dr. Deming fue a Japón en 1950, dio una conferencia y miren ustedes lo que ha pasado». Supongo que un millón de lectores han llegado a la falsa suposición de que es muy sencillo que la industria americana copie a la japonesa.

En una carta recibida por el Dr. Lloyd S. Nelson, estadístico de la Nashua Corporation, está el modelo de un ejemplo en el que se esperan resultados rápidos sin ningún esfuerzo y sin suficiente conocimiento del trabajo. Dice lo siguiente:

El Presidente de mi compañía me ha asignado la misma posición que usted ocupa en su compañía. Me ha concedido total autoridad para actuar y desea que yo haga mi trabajo sin molestarle a él. ¿Qué debería yo hacer? ¿Cómo debo enfocar mi nuevo trabajo?

El que alguien esté designado para hacer el mismo trabajo que el Dr. Nelson no hará de él otro Dr. Nelson. Es muy difícil exponer en cuatro líneas tantos malos entendidos. La suposición del presidente de que puede renegar de su obligación de dirigir la mejora de la calidad es una falacia resplandeciente. ¿Y quién aceptaría semejante mandato de la cabeza de una organización? Sólo alguien que sea un completo novato en calidad y en la mejora de la calidad.

**La suposición de que resolviendo los problemas, la automatización, aparatos y nueva maquinaria, transformará la industria.** Nadie debería hacer ascos a unos ahorros de 800.000\$ al año, ni tan siquiera a 1.000\$ al año. Un grupo de trabajadores estaba muy orgulloso de unos cambios que habían ahorrado 500\$ al año. Cualquier contribución neta a la eficiencia es importante, por pequeña que sea.

El gran beneficio no son los 500\$ anuales que ahorraron. Lo que es importante es que estos hombres podían estar orgullosos de la mejora. Se sentían importantes para el trabajo y para la compañía. La calidad de su producción mejoró junto con su rendimiento. Además, esta mejora trajo una mejor calidad, productividad y moral en toda la línea. Esta mejora no se puede cuantificar. Es una de las cifras invisibles, tan importantes en la gestión (p. 91).

A propósito, el cálculo de los ahorros por usar un aparato (automatización o maquinaria robotizada) debería tener en cuenta el coste total, tal como lo definiría un economista. En lo que yo he visto, las personas casi nunca pueden sacar las cifras del coste total.

**Búsqueda de ejemplos.** La mejora de la calidad es un método que se puede trasladar a diferentes problemas y circunstancias. No consiste en unas recetas de cocina o en unas fichas listas para aplicar a una situación específica para ésta o la otra clase de producto.

No es infrecuente que a un consultor se le pidan ejemplos de casos bien resueltos en una línea de productos similares. Una persona preguntó si los métodos explicados en este libro se habían aplicado alguna vez a la fabricación de sillas de ruedas. Otra preguntó acerca de los compresores para acondicionadores de aire: ¿sabía yo de alguna aplicación? Otra persona preguntó por la gestión de un hospital: ¿se podrían aplicar los 14 puntos? Otra persona se preguntaba por la aplicación a una gran empresa de contabilidad. Otra persona se preguntaba si los principios enseñados en este libro se habían utilizado alguna vez en la fabricación de coches, como si nunca hubiese oído hablar de los coches japoneses. Un banquero se preguntaba acerca de su aplicación a los bancos. (Ver Capítulo 8.)

Una persona acababa de llamar por teléfono desde Johannesburgo proponiéndome ir a ese país y visitar juntos seis compañías que estuvieran haciéndolo bien. Necesitaba ejemplos, dijo.

Mi contestación a tales preguntas es que ningún número de ejemplos con buenos o malos resultados en cuanto a la mejora de la calidad y la productividad indicarían a la persona que hace la pregunta si tendría éxito en su compañía. El éxito dependería totalmente de su conocimiento de los 14 puntos y de las enfermedades y obstáculos y de los esfuerzos que él mismo hiciera.

Con demasiada frecuencia la historia es así. La dirección de una compañía, apoderada por el deseo de mejorar la calidad y la productividad, sin saber nada del asunto, sin unos principios rectores, buscando algunas aclaraciones, se embarca en excursiones a otras compañías que lo están haciendo bien de manera ostensible. Se les recibe con los brazos abiertos y comienza el intercambio de ideas. Ellos (los visitantes) ven lo que el anfitrión está haciendo, parte de lo cual puede que coincida con los 14 puntos sólo por casualidad. Al no tener principios rectores, ambos van a la deriva. Ninguna de las dos compañías sabe si, o por qué, un procedimiento es correcto, ni si, o por qué, otro no lo es. La cuestión no es si un negocio va bien, sino ¿por qué?, ¿y por qué no va mejor? Lo único que uno puede esperar es que los visitantes se lo hayan pasado bien. Son más dignos de tener lástima que de censurar.

Copiar es un riesgo. Es necesario comprender la teoría de lo que uno desea hacer o fabricar. Los americanos son unos grandes copiones (Círculos de CC, *Kanban* o justo a tiempo, por ejemplo). La realidad es que los japoneses aprenden la teoría de lo que desean fabricar y luego trabajan en ello.

Los Círculos de CC realizan una contribución vital a la industria japonesa. Los directivos americanos, que no entienden el papel de la dirección en los Círculos de CC, tratan de copiar los círculos, sólo para descubrir un poco más tarde que son una calamidad. Los Círculos de CC que cuentan con la cooperación y la actuación de la dirección, funcionarán bien en cualquier parte. Volveremos a los Círculos de CC en la página 104.

Durante un seminario me contaron (desafortunadamente no tengo anotado quién) que la dirección de una compañía que fabrica muebles, y que funciona bien, se metió en la cabeza ampliar su línea y fabricar pianos. ¿Por qué no hacer pianos? Compraron un piano Steinway, lo desmontaron, fabricaron o compraron las piezas y montaron un piano exactamente igual que el Steinway, para descubrir que sólo podía emitir ruidos. Entonces volvieron a montar el Steinway con la intención de recuperar el dinero que les había costado, sólo para descubrir que también éste no emitía más que ruidos.

«**Nuestros problemas son diferentes.**» Una enfermedad corriente que aflige a los directores y a la administración gubernamental por todo el mundo es la impresión-de que «Nuestros problemas son diferentes». Desde luego que son diferentes, pero los principios que ayudan a mejorar la calidad del producto y del servicio son, por naturaleza, universales.

**Obsolescencia en las escuelas.** Las personas a veces preguntan si la obsolescencia planificada no es una de las muchas causas del descenso de la posición de la industria de los EE.UU. La obsolescencia no tiene que planificarse.

En general, al decaer los beneficios desde 1970 en adelante, muchas compañías americanas intentaron reforzar sus ganancias comprando otras compañías y realizando beneficios en papel. El personal de finanzas y legislación se convirtió en la gente importante de la compañía. La calidad y la competitividad quedaron en segundo plano. Las escuelas empresariales respondieron a la demanda popular de finanzas y contabilidad creadora. El resultado fue el declive. (Comunicación privada de Robert B. Reich.)

A los estudiantes de las escuelas empresariales en América se les enseña que la gestión es una profesión; que están preparados para ocupar trabajos de responsabilidad. Esta es una broma pesada. La mayoría de los estudiantes no han tenido experiencia en producción ni en ventas. El trabajar en la planta, con una paga que es la mitad de lo que él esperaba al conseguir la licenciatura en Administración de Empresas, sólo para ganar experiencia, es una idea horrible para un licenciado, no es el estilo de vida americana. En consecuencia, sigue peleando, desconocedor de sus limitaciones o incapaz de enfrentarse a la necesidad de rellenar sus lagunas. Los resultados son obvios.

La mejor manera de que un estudiante aprenda un oficio consiste en ponerse a trabajar en cualquier compañía buena, bajo unos maestros y cobrando mientras aprende. Las deficiencias de la educación las definió bien Edward A. Reynolds en *Standardization News* (Filadelfia), abril de 1983, p. 7:

Hay muchas razones de por qué la calidad/productividad (van mano a mano) en los EE.UU. no se han mantenido a la cabeza. Algunas de las principales son: el sistema educativo que produce ignorantes matemáticos y pone el énfasis en el título de licenciado en Administración de Empresas (que enseña a los directivos cómo adquirir compañías pero no cómo dirigir las); los objetivos a corto plazo de los responsables de las corporaciones (el beneficio de este año para la prima, o un trabajo mejor en cualquier otra parte); la práctica de ir trasladándose por el país y por último salir de él buscando mano de obra más barata (a pesar del hecho de que la mano de obra directa es una parte mínima de los costes); el giro desde la gestión honesta y la ética en el trabajo a «saca lo que puedas» y «todo el mundo lo hace» a todos los niveles.

Prácticamente todas nuestras corporaciones más importantes nacieron con técnicos —inventores, mecánicos, ingenieros y químicos— que estaban interesados sinceramente en la calidad de los productos. Ahora estas compañías están dirigidas fundamentalmente por personas que están interesadas en el beneficio, no en el producto. Se sienten orgullosas de la cuenta de pérdidas y ganancias o del informe para los accionistas.

**Enseñanza deficiente de los métodos estadísticos en la industria.** Al despertar la necesidad de la calidad, y al no tener idea de lo que la calidad significa ni cómo conseguirla, los directivos americanos han recurrido a asambleas masivas para hacer cursos urgentes sobre los métodos estadísticos, contratando a maestros que son incapaces de distinguir entre competencia e ignorancia. El resultado es que cientos de personas están aprendiendo lo que no se debe.

Nadie debería enseñar la teoría y el uso de los gráficos de control sin conocer la teoría estadística por lo menos a nivel de licenciado, complementado con la experiencia bajo un maestro. Hago esta afirmación por experiencia, porque veo todos los días los efectos devastadores de la enseñanza incompetente y su mala aplicación.

La enseñanza de la teoría estadística pura en las universidades, incluyendo la teoría de la probabilidad y materias relacionadas, es excelente en casi todas partes. La aplicación a los estudios enumerativos es casi siempre correcta, pero sin embargo la aplicación a los problemas analíticos —planificación para mejorar la producción de mañana, la cosecha del año que viene— es desgraciadamente decepcionante y confusa en muchos libros de texto<sup>7</sup>.

A pesar de que son interesantes, el análisis de la varianza, los ensayos-t, intervalos de confianza y otras técnicas que se enseñan en los libros, son inadecuadas porque ocultan la información encaminada a la producción. La mayoría, si no todos, de los paquetes de ordenador para analizar los datos, tal como se les llama, suministran unos ejemplos flagrantes de ineficiencia.

Un intervalo de confianza tiene un sentido operativo y es muy útil para resumir los resultados de un estudio enumerativo. Yo utilizo los intervalos de confianza como evidencia legal en los estudios enumerativos. Pero el intervalo de confianza no tiene significado operativo para la predicción; por tanto, no proporciona ningún grado de credibilidad para la planificación.

Un patrón repetido y repetible (el Método 2 se comporta mejor que el Método 1), sin un fallo inexplicable en un rango de condiciones ambientales, conduce a un grado de credibilidad para la planificación. El grado de credibilidad no se puede cuantificar como 0,8, 0,9, 0,95, 0,99. Los llamados niveles de probabilidad de significación entre el Método 1 y el Método 2 no proporcionan ninguna medida del grado de credibilidad para la planificación —i.e., para la predicción.

Por ejemplo, ciertos polímeros agitados durante sesenta minutos en Colonia funcionan mejor en los subsiguientes procesos de fabricación que los mismos polímeros agitados durante treinta minutos (a la misma temperatura, desde luego). Se puede suponer, con objeto de hacer una planificación, que en Dayton la comparación sería aproximadamente la misma.

Este paso de fe se daría por el conocimiento de la química, no por la teoría estadística. Nunca se puede olvidar la importancia de la materia que se trata.

Independientemente de lo sólido que sea nuestro grado de confianza, siempre debemos tener presente que la evidencia empírica nunca es completa<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> W. Edwards Deming, *Some Theory of Sampling* (Wiley, 1950; Dover, 1984) Capítulo 7; *Sample Design in Business Research* (Wiley, 1960), p. 356.

<sup>8</sup> Clarence Irving Lewis, *Mind and the World-Order* (Scribner's, 1929; Dover, 1956, Capítulos 6-9).

Los licenciados en teoría estadística aceptan trabajos en la industria y el gobierno para trabajar con ordenadores. Es un ciclo vicioso. Los estadísticos no saben lo que es el trabajo estadístico y se sienten satisfechos de trabajar con ordenadores. Las personas que contratan a los estadísticos tampoco tienen idea de lo que es el trabajo estadístico y por alguna razón suponen que los ordenadores son la respuesta. Los estadísticos y los directores se confunden así unos a otros y siguen dando vueltas al círculo vicioso. (De una conversación con R. Clifton Bailey, 7 de julio de 1984.)

**Uso del Military Standard 105D y otras tablas de aceptación.** Muchos miles de dólares del valor del producto cambian de manos cada hora por los lotes que son sometidos a aceptación o rechazo, dependiendo de los ensayos de las muestras sacadas de los lotes. Unos ejemplos de tales planes son el Military Standard 105D y el Dodge-Romig AOQL (average outgoing quality limit, límite de la calidad media de salida) o el Dodge-Romig LTPD (lot tolerance percentage defective, porcentaje tolerado de unidades defectuosas en el lote). Estos planes no hacen más que incrementar los costes, tal como se verá en el Capítulo 16. Si se utilizan para la auditoría de calidad del producto final tal como sale por la puerta, lo que hacen es garantizar que algunos clientes reciban productos defectuosos. Ha llegado el día en que se han de acabar tales planes. La industria americana no puede permitirse las pérdidas que originan. (Más en el Capítulo 15.)

Increíblemente, los cursos y libros sobre los métodos estadísticos todavía dedican tiempo y páginas al muestreo de aceptación.

**«Nuestro departamento de control de calidad se ocupa de todos los problemas de la calidad.»** Todas las compañías tienen un departamento de control de calidad. Desgraciadamente, los departamentos de control de calidad han quitado las tareas de la calidad a las personas que más pueden contribuir a la misma —los directores, supervisores, jefes de compras y trabajadores de producción. No han sabido explicar a la dirección la importancia de la buena gestión, incluyendo los perjuicios de (e.g.) la compra de materiales sobre la base del precio, los perjuicios de tener múltiples proveedores, de los estándares de trabajo, de los difíciles y costosos arreglos de la planta. La dirección, desorientada por los gráficos de control y los pensamientos estadísticos, es feliz de dejar la calidad en manos de las personas que los mistifican.

Desgraciadamente, la función de garantía de calidad de muchas compañías es, con demasiada frecuencia, la de suministrar una visión retrospectiva para mantener informada a la dirección sobre la cantidad de productos defectuosos fabricados semana tras semana, o las comparaciones mes a mes de los niveles de calidad, costes de garantía, etc.

Lo que la dirección necesita son los gráficos que demuestren si el sistema ha alcanzado un estado estable (en cuyo caso la dirección debe asumir el papel

principal para mejorar), o si todavía está infestado de causas especiales (Capítulo 11).

Por lo que yo he visto, algunos departamentos de control de calidad trabajan aparentemente bajo la suposición de que cuantos más gráficos mejor. Los departamentos de control de calidad dibujan los puntos y archivan los gráficos. Esto es lo que ocurrió en América en los años que van de 1942 a 1948. En 1949 habían desaparecido todos los gráficos. ¿Por qué? Ni los directivos de entonces ni los de ahora comprenden su trabajo y las aportaciones que sólo ellos pueden hacer.

**«Nuestros problemas residen completamente en la mano de obra.»** La suposición de que no habría problemas en la producción o en el servicio si tan sólo los trabajadores hiciesen su trabajo de la manera en que se les enseñó, predomina en todo el mundo. Sueños felices. Los trabajadores están limitados por el sistema y el sistema pertenece a la dirección.

Fue el Dr. Joseph M. Juran quien señaló hace tiempo que la mayoría de las posibilidades de mejora residen en la actuación sobre el sistema y que las contribuciones de los operarios de producción están severamente limitadas.

Aquí (en Checoslovaquia) se ha extendido la misma suposición, sin ningún fundamento, de que el grueso de los defectos son controlables por los operarios y que si los mismos arrimaran el hombro, los problemas de calidad en la planta desaparecerían materialmente. (Joseph M. Juran, *Industrial Quality Control*, 22 de mayo de 1986: p. 624.)

Muy recientemente, todos los directivos de una gran empresa manufacturera suponían, manifestado por ellos mismos, que si las 2.700 operaciones que se realizaban en su planta se hiciesen sin ninguna tacha no habría problemas. Estuve escuchando durante tres horas los admirables logros conseguidos en planta con los métodos estadísticos. Supe que sus ingenieros estaban tratando cada problema como si tuviesen una causa especial encontrarla y eliminarla—, sin trabajar sobre el sistema mismo (Capítulo 11). Al mismo tiempo, los costes de garantía se estaban elevando vertiginosamente y el negocio se venía abajo. La dirección parecía ser totalmente inconsciente de que lo que se necesitaba era un diseño mejor de su producto principal y prestar más atención a los materiales en recepción. ¿Por qué tenían tanta fe en los métodos estadísticos en planta? Respuesta: ¿Qué otra cosa hay? La calidad es para los demás, no para nosotros.

Un enorme banco de Chicago iba a la deriva por playas rocosas. Esto hubiese sido así incluso si cada hoja de papel manejada por el banco no hubiese contenido un sólo error.

Un supermercado apenas si puede ser solvente o empieza a decaer porque el gerente no acopla los salarios a las necesidades y al nivel de renta de la comunidad, aunque no se cometan errores en el mostrador y nunca esté agotado ningún producto.

Por tanto, no es suficiente con mejorar los procesos. También se tiene que mejorar constantemente el diseño del producto y del servicio, e introducir al mismo tiempo nuevos productos y servicios y nueva tecnología. Todo esto es responsabilidad de la dirección.

**Falsos comienzos.** Los falsos comienzos son decepcionantes. Producen satisfacción, algo que mostrar por el esfuerzo hecho, pero conducen a la frustración, desesperación, decepción y atrasos.

Un tipo de falso comienzo surge de la suposición de que la enseñanza en masa de los métodos estadísticos a suficientes personas de producción hará cambiar las cosas. La falacia de esta suposición ha sido ampliamente demostrada.

Resulta vital la comprensión de la variación, de las causas especiales y las causas comunes, y de la necesidad de reducir constantemente la variación debida a las causas comunes. Es un hecho que, con un registro limpio, la compañía cuya dirección abroga de su responsabilidad en cuanto a la calidad y depende enteramente de los métodos estadísticos en planta y que impone esos métodos a los proveedores, en tres años eliminará estos métodos junto con las personas implicadas en ellos.

Un amigo mío, un consultor bastante más capaz que yo, pasó seis semanas durante la primavera y verano de 1983 en una división de una de las compañías más conocidas de América. He aquí lo que encontró:

1. El 30 de junio (el último día del trimestre) la planta expedía el 30 por 100 de los artículos que había fabricado durante el mes. Política: al final del trimestre, expedirlo todo. Diferir las compras y los pagos hasta los comienzos del nuevo trimestre.

2. En la planta se llevaban 154 gráficos de control, pero sólo cinco se calculaban y utilizaban correctamente.

3. La calificación anual del comportamiento se llevaba hasta extremos insospechados: las calificaciones de cualquier grupo, aunque sólo constara de cinco personas, tenía que ir de sobresaliente a deficiente.

4. Por encima del gerente de planta había cinco niveles de dirección. No hay que extrañarse de que el gerente no consiguiese que ninguno de sus superiores entrara en acción.

5. El nuevo gerente que entró en funciones en una de las plantas ordenó que todas las personas de dirección llevaran corbata. Resultado: caos, rebelión. (No es que sea pecado llevar corbata, pero los hombres no alcanzaban a entender la relación entre la corbata y el comportamiento.)

Otro falso comienzo es con los Círculos de CC. La idea es atractiva. El trabajador de producción nos puede decir muchas cosas que van mal y cómo se pueden mejorar: ¿por qué no explotar esta fuente de información y ayuda? En la mayoría de las compañías americanas la eficacia de los Círculos de CC es muy baja, tal como el Dr. Tsurumi lo señala al final de este capítulo. Un Círculo de CC sólo puede ir adelante si la dirección actúa según la recomendación del



Círculo. Me temo que muchos Círculos de CC son una salida cómoda para los directores.

Los expertos cuya tarea consiste en iniciar y hacer el seguimiento de los Círculos de CC se preocupan mucho de trabajar primero con el director para poner la base del éxito.

*Sacado de un discurso del Dr. Akira Ishikawa en el  
Newark Museum, el 16 de noviembre de 1983*

En los EE.UU. el Círculo de CC se estructura como si fuera una organización formal de staff, mientras que un Círculo de CC en Japón consiste en un grupo informal de trabajadores. En Japón el director actúa de consejero o consultor. En los EE.UU. el director de producción, para quitarse de encima el trabajo, designa ayudantes para los grupos de Calidad de Vida en el Trabajo, Implicación de los Empleados, Participación de los Empleados, Círculos de Calidad, todos los cuales acaban por desintegrarse.

El segundo contraste reside en la elección del tema para la reunión y la forma en que se lleva la reunión. En los EE.UU. el director propone el tema o proyecto y cómo hay que hacerlo. Por el contrario, en Japón estas cosas se deciden por iniciativa de los miembros del grupo.

La tercera característica es la diferencia de horarios para las reuniones. En los EE.UU. la reunión se hace durante horas de trabajo. En Japón la reunión se puede hacer durante las horas de trabajo, durante el tiempo para comer o después de la jornada de trabajo.

En los EE.UU. la recompensa económica por una sugerencia va a la persona. En Japón, el beneficio se reparte entre todos los empleados. El reconocimiento de los logros del grupo sobrepasa al beneficio económico del individuo.

Un buen sitio para comenzar los CC en América es entre la dirección. Por ejemplo, los jefes de compras tienen que seguir el material que compran por toda la línea de producción. Esto reclama un Círculo de CC que constaría de personal de compras, producción, investigación, ingeniería de diseño y ventas. Muchas compañías ya tienen un Círculo de CC en dirección pero jamás pensaron en él como si fuese un Círculo de CC. Los Círculos de CC formados por supervisores e inspectores son excelentes y con un poco de estímulo salen espontáneamente. La carta siguiente ha sido de gran ayuda para el autor.

En los seminarios muchos participantes preguntaron acerca de los Círculos de CC (C-CC). Además he oído que en muchas plantas de todo el mundo se están iniciando los C-CC. Muchos ejecutivos y directivos pueden tener la seria ilusión de que si tienen éxito estableciendo los C-CC podrían resolver los problemas más importantes de sus plantas. Entonces no acometerían ninguna actividad de mejora de la gestión para la calidad por ellos mismos. No hay duda de que los Círculos de CC son un arma poderosa para resolver los problemas de calidad y productividad a nivel operativo, pero debería enten-

derse bien que un Círculo de CC no es un curalotodo. Los defectos están causados no solo por las operaciones defectuosas de los operarios sino también, y generalmente más gravemente y con mayor frecuencia, por el diseño deficiente, las malas especificaciones, la mala educación y formación, mala distribución y mal mantenimiento de las máquinas y así sucesivamente. Todos estos son problemas de la dirección y que un Círculo de CC no puede resolver. (Carta de mi amigo el Dr. Noriaki Kano de la Universidad de Electro-Comunicaciones, Tokio.)

**«Hemos instalado el control de calidad.»** No. Usted puede instalar una mesa de despacho nueva o una alfombra nueva o un nuevo decano, pero no el control de calidad. Cualquiera que proponga «instalar el control de calidad» desgraciadamente no sabe mucho sobre el control de calidad.

Para que la mejora de la calidad y productividad tenga éxito en cualquier compañía, aquélla debe consistir en un proceso de aprendizaje, año tras año, con la alta dirección a la cabeza de toda la compañía.

**El ordenador despersonalizado.** Un ordenador puede ser una bendición. Pero también puede ser una maldición. Algunas personas hacen un buen uso de los ordenadores. Sin embargo, pocas personas son conscientes del input negativo de los ordenadores. A lo largo de mi experiencia, una y otra vez, cuando pido los datos de inspección para saber si éstos indican que el proceso está en control o fuera de control, y a qué hora del día se salió y por qué, o pregunto las diferencias que hay entre los inspectores y entre los operarios de producción, o entre los operarios de producción y los inspectores, en un intento de descubrir las causas del problema y para mejorar la eficiencia, la respuesta es: «Los datos están en el ordenador». Y allí se quedan.

Las personas se sienten intimidadas por el ordenador. No pueden decirle qué datos o qué gráficos necesitan: en su lugar, aceptan cualquier cosa que dé el ordenador, que son montones de cifras.

La publicidad de un ordenador expone este adelanto —al apretar un botón instantáneamente se tienen las cifras de las ventas de ayer, por ejemplo, o las cuentas pendientes.

Por supuesto que éste es un gran adelanto, electrónicamente hablando. Pero para la gestión puede que sea otra trampa. Una cifra aislada (como la de ayer, por ejemplo) suministra poca información por sí misma. Puede ser mal interpretada. Las cifras variarán día tras día, a menos que se las mantenga constantes por miedo. Lo que la dirección necesita es comprender la variación. Las cifras de ayer, dibujadas sobre un gráfico e interpretadas con algunos conocimientos de la variación, indicarán la existencia de una causa especial de variación que debería investigarse enseguida, si es que existe, o que la variación se debería atribuir al sistema.

**La suposición de que sólo es necesario cumplir las especificaciones.** Las especificaciones no lo dicen todo. El proveedor tiene que saber para qué se va a

utilizar el material. Por ejemplo, la especificación de una lámina de acero de una determinada composición y espesor no es suficiente si se va a utilizar en el panel interior de la puerta de un coche. El panel interior estará sometido a una cantidad considerable de estiramientos y deformaciones. Si el proveedor sabe que el acero se va a utilizar para el panel interior podrá suministrar un acero que cumpla su función. El acero que simplemente cumple las especificaciones puede causar un montón de problemas.

Un programador tiene un problema similar. Cuando ha terminado el trabajo se entera de que programó muy bien las especificaciones tal como le llegaron, pero que éstas eran deficientes. Si hubiese sabido el objetivo del programa, podría haberlo hecho bien con ese fin, incluso si las especificaciones hubiesen sido deficientes.

Un vicepresidente responsable de la fabricación me contó que sus problemas procedían de los materiales que cumplían las especificaciones.

El problema no está sólo en encontrar buenos proveedores de piezas buenas. Puede que dos proveedores sean capaces de cumplir sus requisitos con evidencia estadística de la calidad y fabricar ambos unos productos estupendos. Sin embargo, puede ser problemático el cambiar de culatas de cilindros fabricadas en los Estados Unidos a culatas de cilindros fabricadas en Italia. Ambas tienen una calidad excelente pero se necesitan cinco horas para cambiar de unas a otras.

En la fabricación de dispositivos complejos, como un cable de fibra de vidrio que vaya de una ciudad a otra, todavía hay un problema más grave. El sistema requiere algo más que un buen cable. Necesita repetidores y carretes de carga, equipo de transporte y filtros y otros mil artículos esenciales más del equipo. Estos artículos no son ladrillos y cemento que tiene que colocar un hombre hábil. Son artículos que se han de diseñar juntos, se deben ensayar una y otra vez en pequeños montajes, se deben modificar según vaya haciendo falta, luego volverlos a ensayar un montón de submontajes un poco mayores y así sucesivamente.

Cualquier persona que haya comprado su equipo de ordenador en varios sitios puede testificar estos problemas. Pase lo que pase, cualquier problema procede de cualquier otra parte del equipo fabricada por otra persona.

Mi amigo Robert Piketty, de París, lo cuenta así: escuche a la Orquesta Filarmónica Real de Londres tocar la Quinta Sinfonía de Beethoven. Luego escúchela tocar a cualquier orquesta de aficionados. Por supuesto que a usted le gustaron las dos interpretaciones; a usted le gusta ver a la gente que se ha hecho sola. Ambas orquestas cumplen las especificaciones: no han cometido ni un sólo error. Pero observe la diferencia. ¡Simplemente observe la diferencia!

Al cliente final (e.g., el propietario de un coche) no le importan las especificaciones de las 800 piezas de la transmisión. Sólo le importa que la transmisión funcione y si ésta es silenciosa.

**La falacia de los cero defectos**<sup>9</sup>. Obviamente algo no está bien cuando una característica que apenas cumple una especificación se declara conforme; por fuera, se declara no conforme. La suposición de que todo está bien dentro de las especificaciones y que todo está mal por fuera, no se corresponde con este mundo.

Una descripción más correcta del mundo es la función de pérdida de Taguchi en la cual hay una pérdida mínima en el valor nominal y una pérdida siempre en aumento al separarse del valor nominal en cualquier sentido. (Ver la nota al pie de la p. 39.)

No es suficiente con tener clientes que simplemente están satisfechos. Un cliente insatisfecho se irá. Desgraciadamente, un cliente satisfecho también puede que se vaya, con la teoría de que no puede perder mucho y sí ganar. En los negocios el beneficio proviene de los clientes que repiten, los clientes que presumen del producto y servicio que le dan y que traen a amigos. Los costes completamente localizados bien podrían indicar que el beneficio de una transacción con un cliente que regresa voluntariamente puede ser hasta diez veces el beneficio realizado con un cliente que responde a la publicidad y a otros medios de persuasión.

Los dispositivos y servomecanismos que por medio de circuitos mecánicos o electrónicos garantizan cero defectos estropearán la ventaja de una hermosa y estrecha distribución de las dimensiones. Desplazan la distribución hacia adelante y hacia atrás dentro de los límites de la especificación consiguiendo cero defectos y al mismo tiempo llevando las pérdidas y los costes al máximo. Estos aplican la Regla 2, 3 o la Regla 4 con el embudo de la p. 255, ocasionando problemas. Mejor sin que con.

**Ensayos inadecuados de los prototipos.** Una práctica corriente entre los ingenieros consiste en montar un prototipo de un montaje con las características medidas de todas las piezas muy próximas al valor nominal o previsto. El ensayo puede ir bien. El problema es que cuando se lleva el montaje a producción todas las características variarán. En el mejor de los casos, variarán según una distribución alrededor del valor nominal o previsto. En la práctica, puede que no haya una distribución predecible en muchas de las piezas por estar muy lejos todavía en el tiempo del control estadístico. La realidad es que la producción en masa puede que sólo dé una pieza entre 100.000 que funcione como el prototipo.

Cualquier persona que está haciendo un ensayo se debería hacer las siguientes preguntas:

1. ¿A qué se referirán los resultados?
2. ¿Se referirán a la producción de mañana o a la cosecha del año próximo?

---

<sup>9</sup> Le estoy agradecido a William W. Scherkenbach, de la Ford Motor Company, por el contenido de esta sección.

3. ¿Bajo qué condiciones estos resultados predecirán los resultados de la producción de mañana o de la cosecha del año que viene?
4. ¿Aumentarán el grado de confianza que tengo en alguna predicción que necesito para mañana?
5. ¿Cómo me ayudarán a planificar un cambio?
6. ¿Cuál es el sentido operativo del verbo «aprender», en el estudio de un proceso, cuando se quiere mejorar éste?

Los métodos de Monte Carlo pueden servir de ayuda en los ensayos, especialmente durante la fase del diseño asistido por ordenador, variando las dimensiones, la presión, temperatura y momento de torsión, dentro de unos intervalos razonables e irrazonables. Estos mismos métodos son igualmente valiosos en los ensayos del *hardware* real, aunque el número de combinaciones de las desviaciones de los valores nominales se deben reducir drásticamente.

Por no entender la variación en los ensayos, se ha retrasado en algunos años la ciencia de la genética. Las relaciones entre (e.g.) guisantes gigantes y enanos variaba mucho por encima y por debajo del valor medio que se da en la naturaleza de 1:4. Esta variación confundió a todo el mundo, incluyendo al monje Gregor Mendel que fue el descubridor del gen simple dominante<sup>10</sup>.

**«Cualquier persona que trate de ayudarnos debe saberlo todo sobre nuestro negocio.»** Todas las evidencias señalan hacia la falacia de esta suposición. Las personas competentes en cualquier puesto, si lo están haciendo lo mejor que pueden, saben todo lo que hay que saber sobre su trabajo excepto cómo mejorarlo. La ayuda para mejorar sólo puede llegar de cualquier otro tipo de conocimiento. La ayuda puede venir de fuera de la compañía, combinada con los conocimientos que ya posee la gente de dentro de la compañía pero que no se utilizan.

### Oído y visto

1. Con frecuencia, las especificaciones del cliente son mucho más estrictas de lo que necesita. Sería interesante preguntarle al cliente cómo llega a sus especificaciones y por qué necesita las tolerancias que especifica.
2. Rechazamos una carga de material y la devolvimos al proveedor. Él nos la volvió a remitir y esta vez la inspección aceptó el lote. El proveedor aprendió enseguida lo que tenía que hacer. De hecho, nuestros dos chóferes se encontraron en la carretera tomando café, uno devolviendo la carga y el otro volviendo a traer otra carga rechazada para ver si pasaba en un segundo intento.
3. Las cifras sobre la cantidad de reprocesos no proporcionan ninguna

---

<sup>10</sup> O. Kempthorne, *An Introduction to Genetic Statistics* (Wiley, 1957).

indicación de cómo reducirlos. No obstante, sí que proporcionan la base para entender la magnitud del problema. Cualquiera puede ver lo que cuestan los reprocesos y que valdría la pena gastar mucho dinero para saber cómo reducirlos.

4. Nuestro presupuesto nos permite un 6 por 100 de reprocesos. ¡Piense tan sólo en cómo aumentarían los beneficios de la compañía si no tuviésemos que reprocesar! El margen del 6 por 100 no proporciona ningún incentivo para hacerlo mejor. Se ha convertido en un estándar de trabajo: cúmplalo, pero no lo derribe.

5. Hacía falta un aceite especial y caro para una máquina complicada. El gerente de la planta tenía orden de cortar los gastos. Lo hizo. Compró aceite a un agente local, mucho más barato. Resultado: reparaciones por valor de 7500\$.

6. Una máquina está estropeada, pero está funcionando, dando productos, todas las piezas salen mal pero aún se pueden utilizar. Producto final: echado a perder. El operario había informado tres veces de que su máquina estaba estropeada pero aún no se había hecho nada al respecto.

7. En un tablero de circuitos hay 1.100 piezas. Según la normativa del gobierno, cada pieza debe ser inspeccionada y firmada por cuatro personas, siendo la cuarta de ellas un inspector del gobierno. Esto quiere decir que hay 4.400 firmas por cada tablero. Tenemos más problemas con las firmas que con los circuitos. Por ejemplo, las cuatro personas se olvidaron de firmar una pieza. Tuvimos que volver a traer a las cuatro para que inspeccionaran la pieza y firmaran el informe. Las cuatro inspeccionaron una pieza, pero una de ellas no firmó. ¿Dónde está?

8. *Capataz* (en respuesta a una pregunta de un operario): Simplemente haz tu trabajo.

9. El trabajo de una mujer fue detenido por un error de contaje. Ella estaba haciendo una tanda de 24 unidades. Resultó que faltaba una unidad en una caja de una cierta pieza. Resultado: treinta y cinco minutos perdidos buscando la pieza del tamaño correcto.

10. Se mandaron muestras de zapatos; llegaron los pedidos. La producción estaba lista para comenzar, excepto por un impedimento: el departamento de compras no podía encontrar material que concordara con el color y textura de las muestras. Nadie había previsto esta dificultad.

11. Una compañía envió una máquina a un cliente. El vendedor la repasó antes de que el cliente la pusiera en funcionamiento y observó que tendría una fuga de abrasivo. El vendedor no quería decirle al cliente que tenía un defecto, así que llamó al departamento de servicio técnico para que fuese a hacer los cambios necesarios. El jefe del servicio técnico dijo que él ya sabía que tendría una fuga pero que no podía hacer nada al respecto porque el personal de ingeniería no le creería hasta que fallase durante el funcionamiento. Falló y le ocasionó al cliente un retraso de cinco semanas. El cliente retuvo 10.000\$ por sus pérdidas en producción. (Me lo contó Kate McKeown.)

12. *Operario* (haciendo funcionar cuatro tornos simultáneamente): Antes de tener el gráfico de control yo no podía decir lo que estaba haciendo. Sólo me enteraba después: demasiado tarde. Ahora puedo ver lo que estoy haciendo antes de que sea demasiado tarde. Los tres que estamos en los tres turnos utilizamos el mismo gráfico. No necesitamos hacer ningún ajuste cuando nos ponemos a trabajar. Podemos ver dónde estamos. Ahora no estamos haciendo ninguna unidad defectuosa. Me siento satisfecho. *Consultor*: ¿Por qué se siente usted más satisfecho? *Operario*: Porque ahora no estoy haciendo ninguna unidad defectuosa.

13. Un experto en viviendas instaló 100 de éstas en un área de viviendas modestas. El gobierno asignó tres inspectores para que informasen sobre la construcción una vez terminada. Cuando llegó el invierno, los ocupantes de las viviendas se encontraron con unas facturas de calefacción de 300\$ al mes, que no concordaban con las cuentas bancarias de los ocupantes de estas casas modestas. ¿Por qué era tan elevado el coste de la calefacción? «El ático no tenía aislamiento» fue la respuesta. Los tres inspectores declararon que se habían dado cuenta del fallo pero que cada uno había decidido no indicarlo porque estaba seguro de que los otros dos inspectores no lo notarían y no quería desacreditar a sus colegas.

14. Todos estos años hemos estado fabricando guarniciones de frenos y nunca pudimos entender lo que estábamos haciendo ni la guarnición de frenos que quería el cliente. Tuvimos muchas discusiones; de hecho, nada importante aunque él se quedaba con nuestra guarnición de frenos tal como era. Quizá él no disponía de otra fuente. Hace unos pocos años decidimos trabajar juntos para desarrollar las definiciones operativas de lo que él quería y de lo que podíamos hacer. Desde luego que esto era mucho trabajo, ya que las guarniciones de frenos se miden por muchas características. Ahora le proporcionamos al cliente los gráficos  $J_e$  y  $R$  de las características principales de las guarniciones de frenos que nos compra y no tenemos problemas.

15. Intentamos implantar los Círculos de CC entre los trabajadores por horas, sin haber formado antes a los directivos en lo que respecta a sus responsabilidades para eliminar los obstáculos que les fueran comunicados. Aprendimos la lección duramente: nuestros Círculos de CC se desintegraron.

16. Durante veinticinco años hemos estado trabajando sobre los problemas pero no sobre los procesos que causaron los problemas.

17. Aquí no necesitamos gráficos de control ni diseño de experimentos. Tenemos ordenadores que se ocupan de todos nuestros problemas de calidad. (Citado por un fabricante de equipos electrónicos intrincados, en respuesta a un cliente que deseaba tratar de los problemas con el producto de este fabricante y de la posibilidad de trabajar juntos para lograr una mejor calidad por medio de la utilización de los gráficos de control y para mejorar los procesos y procedimientos.)

18. Yo vi que esta compañía estaba realizando una inspección al 100 por 100 de los discos de frenos, cuando los gráficos de control decían que no hacía

falta ninguna inspección, excepto, por supuesto, la de las muestras para el gráfico de control (Citando a Heero Hacquebord, Pretoria).

### **Los directivos americanos no han caído en la cuenta — la cuenta son ellos mismos<sup>11</sup>**

Por YOSHI TSURUMI

Los directivos americanos se han quedado impresionados, especialmente después de sus giras por las empresas japonesas. En los últimos años, cientos de empresas de este país han estado experimentando los círculos de control de calidad. Sin embargo, muy pocas de las cincuenta grandes firmas japonesas de fabricación han utilizado extensivamente los círculos de control de calidad. La mayoría de los directivos japoneses saben que el establecimiento de los mismos no es sino el último paso del desarrollo de una cultura corporativa que apoyará el compromiso total de la compañía con la calidad del producto y la alta productividad.

Ningún concepto ha sido más mal interpretado por los directivos americanos, los universitarios y trabajadores que la productividad. Para los trabajadores de América una llamada a la productividad comporta el riesgo de los despidos. Los directivos entienden la productividad como un intercambio económico entre eficiencia y calidad del producto. Los cursos de gestión de las escuelas empresariales a menudo se reducen a unos juegos numéricos sobre control de existencias y flujo de producción, en los cuales los presupuestos financieros y el control estricto se venden como herramientas eficaces de gestión. En la planta de producción y en las oficinas centrales, la verborrea sociológica ha sustituido a la comprensión básica del comportamiento humano.

Los intentos de tratar el lado humano del trabajo a menudo son superficiales. Los directivos americanos han salido con soluciones para ambas cosas, suavizar las emociones e incrementar la producción retrasada. Ahora los trabajadores reciben estos caprichos de la dirección con escepticismo ya que han visto a muchos ir y venir. Se intentó con la música de fondo y los buzones de sugerencias y los consejos psicológicos, y se abandonaron. Estos esfuerzos son simplemente unos intentos ingenuos, dicen los trabajadores, de que trabajen más. ¿Son diferentes los círculos de calidad? preguntan, especialmente después que una empresa de electrónica que había puesto en práctica la idea, despidió repentinamente a los trabajadores para conseguir los beneficios presupuestados.

En Japón, cuando una compañía tiene que absorber una situación difícil repentina tal como un descenso del 25 por 100 en las ventas, el sacrificio se establece firmemente según la ley del más fuerte. Primero se reducen los divi-

---

<sup>11</sup> Resumido del artículo del Dr. Tsurumi publicado en *The Dial*, septiembre 1981. «Estoy muy agradecido al Dr. Tsurumi y a los editores del *The Dial*.»



dendos. Luego se reducen los salarios y las primas de la alta dirección. A continuación se recortan los salarios de la dirección, desde los más altos a los jerárquicamente medios. Por último se pide a la tropa que acepte reducción de paga o bien de la mano de obra, por cese voluntario o reduciéndose ésta paulatinamente. En los Estados Unidos una firma típica probablemente haría lo contrario en circunstancias similares.

Los círculos de control de calidad no pueden jamás sustituir la responsabilidad primaria que tiene la dirección de redefinir su papel y reconstruir la cultura corporativa. Mientras la dirección esté presta a asumir el crédito del éxito, pero esté igualmente pronta a culpar a sus trabajadores por sus fracasos, no se puede esperar un remedio seguro a la baja productividad en las fábricas americanas y en las empresas de servicios.

Las grandes corporaciones japonesas tratan a los recursos humanos como si fuesen sus recursos más renovables. La contratación, formación y la promoción de los empleados y directores es responsabilidad de la corporación como un todo. Incluso un presidente no deja entrever la amenaza, implícita o de otro tipo, de despedir a un subordinado. Al revés, la dirección tiene la misión de fomentar que se trabaje para conseguir los objetivos compartidos del sistema, ayudando a satisfacer la necesidad de que las personas se sientan satisfechas y realizadas en el trabajo.

El gerente de una planta japonesa que convirtió una fábrica americana no productiva en una aventura rentable en menos de tres meses, me dijo: «Es sencillo. Tratas a los trabajadores americanos como si fuesen seres humanos, con unas necesidades y valores humanos corrientes. Reaccionan como seres humanos.» Una vez se ha eliminado la relación adversa y superficial entre los directores y los trabajadores es más probable que aúnen sus esfuerzos durante los tiempos difíciles y que defiendan su interés en la salud de la empresa.

Si no hay una revolución cultural en la gestión, los círculos de control de calidad no producirán los efectos deseados en América. Ni nadie puede garantizar que la seguridad en el trabajo de la tropa sea suficiente para dar una elevada productividad y calidad en el producto. Sin embargo, si la dirección no se compromete con el bienestar de sus trabajadores, será imposible inspirar interés entre los empleados en la productividad y la calidad del producto. Cuando hay seguridad en el trabajo, la tarea de la dirección se hace más complicada y desafiante.

Por primera vez en la historia los Estados Unidos se enfrentan a la tarea de gestionar el crecimiento económico con una cada vez mayor escasez de capital, materias primas, fuentes de energía, capacidad de dirección y oportunidades de mercado. Existen unas relaciones tensas empresa-gobierno y unas relaciones antagonistas directivos-empleados. No será fácil que los Estados Unidos aprendan el secreto japonés.



---

## ¿Cuándo? ¿Cuánto tiempo?

*Quien corta piedras, se hiere con ellas:  
y el que parte leña, en ello peligrá. (Eclesiastés 10:9.)*

**¿Ponerse al corriente?** La gente se pregunta cuánto tiempo tardará América en ponerse al corriente con los japoneses. Es esta una pregunta desdibujada, sincera, pero nacida por falta de entendimiento. ¿Supone alguien que los japoneses se van a quedar parados y esperar a que alguien les alcance? ¿Cómo se puede alcanzar a alguien que está todo el tiempo ganando velocidad? Ahora sabemos que no se trata sólo de entrar en la competición; aquel que espera simplemente entrar en la competición ya está derrotado. Debemos hacerlo mejor en las carreras finales, y podemos hacerlo. Pasarán décadas antes de lograrlo.

**Enumeración de algunos de los problemas.** Vivimos en una sociedad que está dedicada a los dividendos, organización, decisión, órdenes de arriba a abajo, confrontación (cualquier idea manifestada tiene que ganar o perder), y guerra sin cuartel para destruir a un competidor, esté éste en casa o en el extranjero. No hay que hacer prisioneros. Tiene que haber ganadores, y tiene que haber perdedores. Puede que este no sea el camino para lograr un mejor nivel de vida material.

Vivimos en una era en la que todo el mundo espera ver un estándar de vida siempre en aumento. A veces viene bien hacer unos pocos cálculos aritméticos. ¿De dónde procede la provisión siempre en aumento de bienes materiales que establecerán un suministro de alimentos siempre creciente, de vestidos, vivienda, transporte y otros servicios? Resulta difícil entender cómo puede tener lugar en los Estados Unidos un giro económico ascendente de importancia hasta que nuestros productos sean competitivos, en casa y en el extranjero.

¿Cómo se pueden comprar los bienes de otras personas, si no se pueden vender los propios productos y servicios? La única respuesta posible reside en un mejor diseño, una mejor calidad, y mayor productividad.

Sólo una mejor gestión puede traer el progreso necesario. La gran pregunta es ¿cuánto tiempo pasará antes de que la alta dirección actúe conforme a sus responsabilidades? Y después ¿cuánto tiempo se tardará? ¿Hacia dónde camina la industria americana? ¿Restauración? Restauración no, sino transformación. La respuesta no está en resolver los problemas e instalar aparatos.

El gran problema de la dirección puede que sea la dificultad en hacer algún tipo de cambio. De hecho puede que esta dificultad equivalga a una parálisis.

La recompensa de los capitanes de la industria está ahora tan íntimamente ligada a los dividendos trimestrales que puede que piensen que personalmente no compensa hacer lo que es correcto para la compañía. El paso más importante que tendría que dar una compañía sería que el consejo de dirección manifestara su interés en los proyectos de la compañía a largo plazo. Para proteger esta resolución, puede que sea necesario aprobar leyes que prohíban la absorción de las empresas o las compras ventajosas.

**Retrasos en la transformación.** ¿Con qué rapidez los directivos americanos derribarán los obstáculos que bloquean el camino hacia la restauración del liderazgo americano? Los Capítulos 2 y 3 han descrito una procesión de enfermedades mortales y un montón más de enfermedades destructivas. Éstas son todas producto de la gestión americana. Sólo los directivos americanos las pueden erradicar.

Existen otros pretendidos impedimentos, los cuales, reales o no, desvían convenientemente la atención del público del fracaso en la gestión. Algunos de ellos podrían ser los índices artificiales de cambio de moneda, derechos arancelarios y otras barreras ocultas para el comercio, las interferencias del gobierno. Todos estos supuestos impedimentos juntos constituirían un paquete pequeño comparado con los obstáculos que los directivos americanos se han creado ellos mismos.

Por ejemplo, ¿puede la dirección de una compañía adoptar la constancia en el propósito para el producto y el servicio futuros como la razón fundamental de la existencia de la compañía, y permanecer en su puesto el tiempo suficiente para comenzar la andadura?

La constancia en el propósito de permanecer en el negocio, de suministrar puestos de trabajo para nuestra gente, planificando ahora el producto y servicio que tendrá mercado en el futuro, es vital, tal como se ha explicado en páginas anteriores. Sin embargo, no es fácil adoptar esta política. Cualquier persona que emprenda este camino corre el riesgo de ser despedido por utilizar fondos que podrían haberse destinado a dividendos. En *Business Week* del 15 de marzo de 1982 apareció un ejemplo de esto. Una persona que había sido contratada por una gran compañía para dirigir los planes para el futuro fue despedida porque descendieron los dividendos del cuarto trimestre de 1981.

Los directivos han hecho creer a los accionistas que los dividendos son una medida de la actuación de la dirección. Algunas escuelas empresariales enseñan a sus alumnos cómo llevar al máximo los beneficios sobre una base a corto plazo. Pero podría ser que los accionistas fuesen más listos que los directivos. Esto es, que los accionistas, incluyendo a los directores de los fondos de pensiones invertidos en la industria, estén más interesados en el crecimiento y en los dividendos futuros que en los dividendos presentes. ¿Cuándo aprenderán los directivos que tienen la obligación moral de proteger la inversión?

**¿Cuánto tiempo?** ¿Cuánto tiempo se tardará en cambiar el clima? Una agencia de publicidad cambió, en una década, la opinión de una nación respecto de un producto<sup>1</sup>. ¿Podría una agencia publicitaria cambiar la actitud de una nación respecto a los beneficios rápidos, para que los directivos tuviesen una nueva perspectiva y la oportunidad de adoptar la constancia en el propósito? Si así fuera, ¿cuánto tiempo se tardaría? ¿Una década? ¿Dos? Más bien tres.

¿Cuántos años pasarán antes de que los economistas aprendan la nueva economía y la enseñen? ¿Una década? ¿Dos?

**¿Qué pasa con las fuerzas inhibitorias del gobierno?** ¿Cuántos años pasarán antes de que los organismos de control gubernamentales aprendan que la competitividad por el precio no resuelve los problemas de la calidad y del servicio: que la competencia que destruye el servicio no es un objeto conveniente de reglamentación? ¿Dos décadas? ¿Tres?

Los organismos de control, víctimas de mandatos que no están claros, o están pasados de moda, y que no saben cómo considerar el interés del público, pueden seguir mientras tanto poniendo dificultades para que la industria mejore la productividad. La División Antimonopolios del Ministerio de Justicia ya ha echado a pique nuestros sistemas de comunicación telefónica y transporte, bajo el dogma de que la competencia en el precio es mejor para el querido público. Aún quedan lecciones duras que aprender.

Por ejemplo, es un despilfarro y ridículo que las personas de Ford, Pontiac y Chrysler no puedan trabajar juntas para reducir del 15 a quizá el 5 por 100 el número de calibradores para el acero del guardabarros delantero izquierdo de los coches. ¿Cómo puede competir la industria americana con la industria japonesa en los costes, cuando los americanos son víctimas de los reglamentos gubernamentales?

¿Aceptarán los banqueros, los propietarios, las agencias gubernamentales con poder administrativo, el reto de servir a la industria americana? ¿O seguirán con la ceremonia de adoración tradicional?

---

<sup>1</sup> Edward Jay Epstein, «Have you ever tried to sell a diamond?» *Atlantic*, febrero 1982, pp. 23-34.

La historia de los últimos años está repleta de ejemplos de reglamentaciones gubernamentales que nacieron con buena intención, pero que ocasionaron heridas más graves que la enfermedad que trataban de curar. (Editorial, *Business Week*, 3 de julio de 1978, pág. 112).

Pero los problemas antimonopolistas alcanzan más allá de los de un entorno cambiante. La aplicación de la ley a menudo pierde de vista lo que debería ser la cuestión predominante. ¿Cómo hacemos para que América sea más productiva?... Aún tenemos que avanzar más en la relación entre la inteligencia y el peso corporal en asuntos antimonopolistas. (Lester C. Thurow, *Newsweek*, 18 de enero de 1982, pág. 63.)

Otro factor adicional (que inhibe la productividad) es la reglamentación gubernamental, que hace que las empresas tengan que gastar sumas elevadas y hombres-hora para cumplir las medidas positivas, la seguridad y otros programas. El coste de los reglamentos para las empresas americanas fue estimado en aproximadamente 30.000 millones de dólares en 1976 solamente.

Todos sabemos los kilómetros y kilómetros de papeles que tiene que soportar un banco. La Ley de la Verdad en los Préstamos (Truth in Lending Act<sup>2</sup>) es un ejemplo clásico. También hemos tenido que contratar enormes staffs legales para poder abarcar todo el papeleo. (Leland S. Prussia, presidente del Banco de América, en la reunión del Instituto de Administración de Bancos en Atlanta, el 25 de enero de 1982.)

Reflexionemos un poco más. Incluso cuando la dirección de una compañía se embarca con ganas en los 14 puntos para la calidad, productividad y competitividad, en el mejor de los casos el progreso parecerá lento. Se deben dejar pasar por lo menos cinco años para que el departamento de compras aprenda su nueva tarea y la ponga en práctica, es decir, que pase de (a) buscar los precios más bajos y hacer negocios con el licitador más bajo a (b) comprar basándose en la evidencia de la calidad y en el precio. Al mismo tiempo, una compañía se puede embarcar en otras mejoras, tales como dejar de depender de la inspección en masa y la reducción del número de proveedores a aquellos que sirven el producto junto con la evidencia estadística de la calidad.

Las compañías con una buena gestión necesitarán cinco años para eliminar las barreras que impiden que el trabajador por horas se sienta orgulloso de su trabajo. Muchas compañías necesitarán diez años.

Otros de los 14 puntos también necesitan tiempo; al igual que la curación de las enfermedades del Capítulo 3, incluso en compañías en las que la dirección ha eliminado las barreras a la constancia en el propósito.

---

<sup>2</sup> Ley promulgada en 1969 para que los consumidores estén bien informados sobre los créditos. La ley exige que se desglosen los cargos por intereses, los gastos de financiación y otras informaciones pertinentes en las transacciones de créditos para los consumidores. (*N. del T.*)

**¿Cuándo?** Puede resultar obvio para cualquier persona, al reflexionar sobre los obstáculos que hemos visto, que la industria americana tiene que recorrer un camino largo y espinoso —de diez a treinta años— antes de que nos asentemos en una posición competitiva reconocida. Esta posición, junto con el nivel de vida asociado que está por llegar, puede que esté en el segundo lugar, puede que en el cuarto.

Por entonces, los productos que han sido el elemento principal de la exportación pueden menguar o evanescerse, mientras que los nuevos productos irán aumentando, procedentes de las compañías que están poniendo la fe y los recursos en su propio futuro.

La pregunta puede que no sea cuándo, sino si tendrá lugar.

Los productos agrícolas han ayudado en los últimos años a nuestra balanza de pagos: sin ellos el déficit hubiese sido mucho mayor de lo que es. ¿Resistirán la tierra y el agua? ¿Nos vamos a convertir en una sociedad agraria?

Puede que sea interesante señalar que las empresas agrícolas se han ido haciendo más y más eficientes, hasta el punto en que hoy, en los Estados Unidos, una persona cultiva alimentos para alimentarse a sí misma y a otras 77, excedentes y todo. Los agricultores jamás han perdido la ocasión de adoptar inmediatamente cualquier posible método o producto que pudiese mejorar la eficiencia. A propósito, la innovación agrícola procede fundamentalmente de las estaciones experimentales distribuidas por todo el mundo, todas las cuales utilizan los métodos estadísticos para la eficiencia y {labilidad de los ensayos.

Desgraciadamente, la agricultura se ha concentrado en la producción, confiando en tarifas cobardes, cupos, y subsidios gubernamentales de protección. Los mismos esfuerzos y cerebros si se hubiesen dedicado a investigar nuevos usos y marketing de nuestros productos agrícolas por todo el mundo, en vez de dejar que el gobierno dirija el desarrollo y las ventas, hubieran llevado a la agricultura americana a nuevos niveles de beneficios y al despertar a una nueva frontera.

La agricultura podría ser aún más productiva si se eliminaran los apoyos gubernamentales a los precios.

**Supervivencia del más apto.** ¿Quién sobrevivirá? Las compañías que adopten la constancia en el propósito de dar calidad, productividad y servicio, y se ocupen de ello con inteligencia y perseverancia, tendrán la oportunidad de sobrevivir. Por supuesto que tendrán que ofrecer productos y servicios que tengan mercado. La ley de supervivencia del más apto de Charles Darwin, y de que el no apto no sobrevive, es válida en las empresas libres tanto como en la selección natural. Es una ley cruel, implacable.

En realidad, el problema se resolverá solo. Los únicos supervivientes serán las compañías que tengan constancia en el propósito de dar calidad, productividad y servicio.





# 5

---

## Preguntas para ayudar a los directivos

*Enmudecí con silencio, me callé aun respecto de lo bueno; y se agravó mi dolor. (Salmos 39:2.)*

**Objeto de este capítulo.** Este capítulo contiene las preguntas que pueden proporcionar a la dirección una base para ayudarle a comprender sus responsabilidades.

### LAS PREGUNTAS

1.
  - a) ¿Su compañía tiene establecida la constancia en el propósito?
  - b) Si es así, ¿cuál es el propósito? Si no, ¿cuáles son los obstáculos?
  - c) ¿Este propósito declarado permanecerá inmutable, o cambiará conforme los presidentes van y vienen?
  - d) ¿Todos los empleados de la compañía conocen esta constancia en el propósito declarada (raison d'être), si es que usted ha formulado una?
  - e) ¿Cuántos creen en ella hasta el punto de verse afectado su trabajo?
  - f) ¿A quién rinde cuentas su presidente? ¿A quién rinde cuentas el consejo de administración?
2.
  - a) ¿Dónde le gustaría a usted que estuviera su negocio dentro de cinco años?
  - b) ¿Cómo cree usted que logrará estos objetivos? ¿Con qué método? (Repetido de William Golomski, p. 16.)

3. a) ¿Cómo puede usted saber si, en relación a alguna característica de calidad, tiene usted un proceso o sistema estable?

b) Si es estable, ¿Quién tiene la responsabilidad de mejorarlo? ¿Por qué es inútil, bajo las circunstancias actuales, implorar al gerente de planta, a los superintendentes, a los jefes de sección y a la mano de obra, una calidad mejor?

c) Si no es estable, ¿qué es diferente? ¿Qué sería diferente con su intento de lograr mejoras?

4. a) ¿Ha establecido usted equipos para que trabajen en los 14 puntos del Capítulo 2 y en las enfermedades mortales y obstáculos descritos en el Capítulo 3?

b) ¿Qué tal lo está haciendo con el Punto 14?

c) ¿Qué está haciendo usted para crear un trabajo en equipo entre compras y producción?

5. a) ¿Es el absentismo de su compañía un proceso estable?

b) ¿Qué pasa con los incendios?

c) ¿Qué pasa con los accidentes?

d) Si pasa algo, ¿dónde reside la responsabilidad para mejorar? (Respuesta: en la dirección)

6. a) ¿Por qué es necesaria la transformación de la dirección para sobrevivir?

b) ¿Está usted creando un grupo crítico de personas para que le ayuden a cambiar?

c) ¿Por qué es necesario este grupo crítico?

d) ¿Toman parte en la nueva filosofía todos los niveles de dirección?

e) ¿Puede alguno de ellos hacer propuestas para su consideración? ¿Lo hacen?

7. Si usted dirige una empresa de servicios:

a) ¿Qué proporción de personas de su compañía saben que usted tiene un producto, y que este producto es el servicio?

b) ¿Saben todos los empleados que cada uno tiene un cliente?

c) ¿Cómo define usted la calidad? ¿Cómo la mide?

d) ¿Es su servicio mejor que hace unos años? ¿Por qué? ¿Cómo lo sabe?

e) (Si es que sí) ¿Por qué es así?

f) ¿Tiene usted más de un proveedor para cualquier artículo que compra repetidamente?

g) (Si es que sí) ¿Por qué es así?

h) Si usted tiene un proveedor para un artículo, ¿mantiene usted una relación leal y a largo plazo con él?

i) ¿El absentismo se mantiene estable?

8. Si usted dirige una empresa constructora:

a) ¿Es su servicio a los clientes mejor de lo que era hace dos años?

b) ¿En qué manera?

c) ¿Qué ha hecho usted para tratar de mejorarlo?

9. ¿Qué está haciendo usted para crear un trabajo en equipo entre:
  - a) ¿diseño y producción del producto (o servicio)?
  - b) ¿diseño y ventas del producto (o servicio)?
  - c) ¿diseño y compras del producto (o servicio)?
10. ¿Qué es lo que usted hace para rellenar la laguna entre diseño de producto y servicio, y la producción real y el suministro? En otras palabras, ¿qué hace usted para mejorar los ensayos de su producto y su servicio antes de ponerse a producirlo y servirlo?
11. ¿Qué pasos da usted para mejorar la calidad de:
  - a) ¿los materiales en recepción para la producción?
  - b) ¿herramientas, maquinarias, y artículos no destinados a la producción?
  - c) ¿comunicaciones internas (envío del correo, papeles, llamadas telefónicas, telegramas)?
12. a) ¿Su departamento de compras compra al licitador más bajo? Si es así, ¿por qué? ¿Y qué le cuesta a usted esta política?
  - b) ¿Se tiene en cuenta el coste del uso? ¿Cómo?
13. a) ¿Cuál es su programa para reducir el número de proveedores?
  - b) Para cuatro artículos importantes que usted utiliza regularmente, incluyendo mercancías y transporte.
  - c) Para cualquiera de estos artículos, ¿cuántos proveedores tiene usted? ¿Ahora?  
¿Cuántos hace un año?  
¿Cuántos hace dos años?  
¿Cuántos hace tres años?
  - d) ¿Cuál es su programa para desarrollar una relación a largo plazo de lealtad y confianza con sus proveedores (incluyendo mercancías y transporte)?
14. ¿Las personas de dirección reciben una calificación anual de comportamiento? Si es así, ¿qué hace usted para sustituir este sistema por un plan mejor?
15. ¿Conocen sus directores los costes de los cambios de ingeniería? ¿Cuál es la causa subyacente de los cambios de ingeniería? ¿En primer lugar, sus ingenieros tienen tiempo de hacer bien su trabajo? ¿Cómo se les califica? ¿Vé usted algún problema con el sistema de calificación de sus ingenieros? Si es así, ¿qué planes tiene usted respecto a ello?
16. ¿La formación y el reciclaje en cualquier operación de su compañía, enseña los requisitos de la operación siguiente?
17. ¿Qué proporción de sus trabajadores tiene ocasión de comprender los requisitos de la operación siguiente? ¿Por qué no comprenden todos la operación siguiente?
18. ¿Cómo calcularía usted las pérdidas debidas a que nadie tuvo la oportunidad de comprender los requisitos de la operación siguiente? (Esta es una de esas cifras desconocidas e incognoscibles —enfermedad mortal N° 5 del Capítulo 3.)
19. ¿Cuál es su programa para eliminar los estándares de trabajo (núme-

ros, medida del trabajo diario en planta), y sustituirlos por un conocimiento competente y el liderazgo? (Referencia: Capítulo 2.)

20. a) ¿Dirige usted por objetivos? Si es que sí, ¿cuánto le está costando a usted este modo de gestión? ¿Entiende usted lo que está mal en esta forma de hacer? ¿Qué hace usted para sustituirla por una gestión mejor? (Referencia: Capítulos 2 y 3.)

b) ¿Dirige usted por cifras (exige que una persona mejore la productividad o las ventas en una cantidad determinada, o que reduzca los desechos o nóminas o los gastos en una cantidad determinada, como por ejemplo el 6 por 100)? (Referencia: Capítulos 2 y 3.)

c) Demuestre que una cifra impuesta (e.g., el requisito de que la planta produzca 1.200 artículos al día, o que se espere que un vendedor reciba unos pedidos diarios de 7.200\$) no constituye un ejemplo de un sistema estable. O bien están engranadas, o se trata de cifras que se han ajustado por el miedo, para cumplir los requisitos pero nada más.

21. ¿Está usted cambiando de la supervisión al liderazgo, por lo menos en algunas áreas de su organización?

22. a) ¿Cómo selecciona usted a los capataces? En otras palabras, ¿cómo se convierten en capataces sus capataces?

b) ¿Qué saben sus capataces del trabajo?

c) ¿Saben cómo calcular quién, si es que hay alguien, necesita ayuda individual, y que no forma parte del sistema?

d) ¿Saben cómo calcular quién es sobresaliente, y que no forma parte del sistema?

23. ¿Qué planes tiene para eliminar:

a) ¿el trabajo a destajo?

b) ¿incentivos?

24. a) ¿Reportaría algún beneficio a la moral de las personas implicadas si la dirección enviase una carta todos los meses a los representantes que durante ese mes hubiesen realizado una cantidad de negocios por encima del promedio?

b) ¿Cómo podría usted saber quiénes deberían recibir los elogios?

c) ¿Cómo podría usted saber quiénes necesitan ayuda o dirección especial de algún tipo?

d) ¿Qué piensa de escribir cartas a los que quedan por debajo del promedio?

25. ¿Qué plan tiene usted y qué hace para eliminar las barreras que privan al trabajador por horas de su derecho a estar orgulloso de su trabajo?

26. ¿Recubre usted las paredes con objetivos y exhortaciones? Si es que sí, ¿qué está haciendo para sustituirlos con la información sobre las actividades de la dirección para reducir las barreras que privan al trabajador por horas de estar orgulloso de su trabajo?

27. ¿Qué pasos está dando usted para reducir el papeleo?

28. a) ¿Qué pasos está dando usted para reducir a uno el número de firmas necesarias en los vales para viajes, pagos a los proveedores, etc.?

b) ¿Qué pasos está dando usted para reembolsar inmediatamente los gastos de viajes?

29. ¿Cuánto perdió usted el año pasado por equivocaciones en el papeleo?

30. a) ¿Qué programa tiene usted para desarrollar nuevos productos y servicios en el futuro?

b) ¿Cómo tiene usted previsto ensayar sus nuevos diseños o ideas?

31. a) ¿Qué sabe usted de los problemas que tienen sus clientes cuando usan sus productos? ¿Qué ensayos hace usted de sus productos durante su uso?

b) ¿Cómo ven sus clientes su producto en relación con los productos de la competencia? ¿Cómo lo sabe? ¿De qué datos dispone usted?

c) ¿Por qué compran los suyos? ¿Cómo lo sabe? ¿De qué datos dispone usted?

d) ¿Qué problemas o defectos ven sus clientes en su producto? ¿Cómo lo sabe? ¿De qué datos dispone usted?

e) ¿Qué problemas o defectos ven sus clientes en los productos de sus competidores? ¿Cómo lo sabe? ¿De qué datos dispone usted?

32. ¿Sus clientes de hoy serán sus clientes el año que viene? ¿Dentro de dos años?

33. a) ¿Piensan sus clientes que su producto dura lo que ellos esperan? ¿Qué expectativas hicieron creer a sus clientes la publicidad y los vendedores? ¿Más de lo que usted puede proporcionar? ¿Cómo lo sabe?

b) (Si se puede aplicar.) ¿Están sus clientes satisfechos con el servicio que da usted o sus distribuidores? Si es que sí, ¿qué es lo que está bien? ¿La calidad del trabajo? ¿El espacio de tiempo entre su llamada y la visita del técnico? ¿Cómo lo sabe?

34. a) ¿Cómo distingue usted entre la calidad tal como la percibe el cliente y la calidad tal como la perciben el gerente de planta y la mano de obra?

b) ¿Cómo concuerda la calidad de su producto, tal como su cliente la ve, con la calidad que usted pretende darle?

35. a) ¿Depende usted de las quejas de los clientes para saber lo que va mal con su producto o servicio?

b) ¿Depende usted de los costes de garantía?

36. a) ¿Por qué se le van los clientes?

b) ¿Dónde reside su principal fuente de beneficios? (Clientes que repiten.)

c) ¿Qué debe usted hacer para retener un cliente?

37. a) ¿Quién toma la decisión de comprar su producto?

b) ¿Qué nuevo diseño serviría mejor dentro de cuatro años?

38. ¿Qué inspección o verificación lleva usted a cabo:

a) sobre los materiales en recepción?

b) durante el proceso?

c) del producto final?

(No trate de responder a esta pregunta para cada uno de sus productos. Responda sólo para tres o cuatro productos importantes, o para tres o cuatro líneas de producto.)

39. a) ¿Qué fiabilidad tiene su inspección en cada uno de estos puntos? ¿Cómo lo sabe?
- b) ¿De qué datos dispone usted para ver si sus inspectores están en línea unos con otros?
- c) ¿Qué pasa con sus instrumentos de ensayo, o mejor, la utilización de los mismos? ¿Puede usted mostrar evidencia del control estadístico del sistema de medidas o clasificación? ¿Visual? ¿O por medio de instrumentos?
40. a) ¿Se está inspeccionando donde la no inspección minimizaría los costes totales? (Ver el Capítulo 15.)
- b) ¿En qué puntos no está usted inspeccionando cuando debería hacer una inspección al 100 por 100 para minimizar los costes? (Ver el Capítulo 15.)
41. a) ¿Qué registros guarda usted de estas inspecciones? ¿Cómo? ¿Como gráficos de control o gráficos de rachas? Si no es así, ¿por qué no?
- b) ¿Qué otro uso hace usted de los registros que guarda?
- c) Si no guarda registros, ¿por qué no?
- d) Si usted no guarda los registros de algún punto, ¿por qué no corta la inspección allí?
42. a) ¿Cuánto material que llega a la línea de producción se utiliza por no tener otro mejor (con despilfarro de material o con reprocesos o ambos, invariablemente)? (Trate de contestar a esta pregunta para dos o tres líneas importantes de producción.) ¿Con qué frecuencia se encuentra usted con ejemplos como los siguientes?
- Material que cumplía las especificaciones pero no era adecuado al proceso o al producto acabado.
  - Se consideró que la inspección del material en recepción era necesaria, pero la inspección se hizo corriendo o se pasó por alto, debido al gran vacío existente en producción.
- b) ¿Cuánto material en recepción resulta ser totalmente inservible en opinión de los directores de producción? (Igualmente, conteste a esta pregunta para sólo dos o tres líneas importantes de producción.)
- c) ¿Qué sistema tiene usted para informar sobre estos problemas y corregirlos?
43. a) ¿Qué disposiciones ha tomado usted con sus proveedores para que le envíen la evidencia del control estadístico, para que usted pueda disminuir la inspección sin correr riesgos?
- b) ¿Qué trabajo está usted realizando en cooperación con sus proveedores para asegurarse de que los dos están hablando del mismo tipo de centímetro y del mismo tipo de ensayo?
44. a) ¿Qué hace usted para que la calidad (y la productividad) sea tarea de todos, incluyendo la dirección?
- b) ¿Conoce usted la pérdida que reporta un artículo o producto defectuoso, o un error en cualquier punto de la línea?
45. ¿Sigue usted utilizando el Military Standard 105D o los planes Dodge-Romig para la venta o la compra de materiales? ¿Por qué? (Ver el Capítulo 15.)

46. ¿Qué proporción de sus costes se pueden cargar a los defectos heredados de las operaciones previas?

47. ¿Qué proporción de los problemas que usted tiene con la calidad y la productividad son culpa de (i) los trabajadores de producción? (ii) el sistema (responsabilidad de la dirección)? ¿Cómo lo sabe? (Conteste a esta pregunta para tres o cuatro de los artículos principales solamente.)

48. ¿Qué pérdidas atribuye a los daños por manipulación (i) en la línea de producción? (ii) en el empaquetado, transporte, instalación? ¿Qué datos posee usted sobre estos problemas? ¿Qué está haciendo al respecto?

49. ¿Qué está haciendo usted para mejorar la formación de los nuevos empleados? ¿Qué pasa con el reciclaje para estar al día en nuevos productos, nuevos procedimientos y nuevos equipos?

50. a) ¿Por qué cada intento de hacer un producto o un servicio es único? (Una vez que los planes están parcialmente en marcha, los cambios posteriores son costosos en tiempo y dinero.) Consecuentemente, hay pocas oportunidades para mejorar una vez que los planes originales están en marcha.

b) ¿Por qué las clases para preparar para un trabajo, o las clases de reciclaje para un nuevo trabajo, o las clases de piano o de violín, son únicas? (No se puede reconstruir un alumno una vez se le ha enseñado.)

51. Si usted dirige un taller:

a) ¿Están ahora sus clientes más satisfechos, uno a uno, que hace dos años? ¿Por qué?

b) ¿Qué pasa con los materiales y el equipo? ¿Cuántos proveedores tiene usted para los del mismo tipo?

c) Si tiene más de uno, ¿por qué? ¿Qué pasos está dando usted para reducirlos?

d) ¿Qué pasa con el mantenimiento del equipo?, ¿va mejorando?

e) ¿Qué pasa con el comportamiento en el trabajo?

f) ¿Qué pasa con su índice de rotación?

g) ¿Qué pasa con las operaciones repetidas que no cambian con el producto: guarda usted el registro de funcionamiento y el gráfico de control de algunas de ellas?

h) ¿Algunos de sus problemas son estables? Si es que sí, ¿dónde reside la responsabilidad de mejorar? (En la dirección.)

52. a) ¿Las personas que se ocupan de la formación saben cuándo un empleado está formado y cuándo no lo está aún?

b) ¿Saben que sólo tienen una oportunidad? ¿Que una vez formado un empleado ya no se le puede ayudar más enseñándole los mismos procedimientos?

53. ¿Es usted culpable de establecer objetivos numéricos para la producción en planta?

54. Si usted tiene un estadístico competente en su compañía, ¿está usted utilizando al máximo sus conocimientos y capacidades? ¿Está él enseñando a pensar estadísticamente a sus gerentes, ingenieros, químicos, físicos, operarios,

capataces, supervisores, agentes de compras, en su departamento de investigación comercial y diseño de productos futuros? ¿Hace que vaya a reuniones sobre estadística? ¿Está él trabajando por toda la compañía para detectar los problemas y descubrir las causas y los resultados de las acciones correctoras? ¿Está él trabajando en todos sus problemas de diseño, calidad, aprovisionamiento, especificaciones, ensayos de instrumentos? ¿Tiene él autoridad y responsabilidad para buscar por todas partes los problemas, y para trabajar en ellos? Si es que no, ¿por qué? (Capítulo 16.)

55. a) ¿Trata usted de establecer el trabajo estadístico según los mayores intereses de la compañía? (Ver el Capítulo 16.)

b) Si usted no tiene un estadístico competente, ¿qué esfuerzos hace usted para encontrar uno que le ayude en los problemas de calidad, productividad, aprovisionamiento, rediseño del producto?

56. ¿Estimula usted la automejora de su personal? ¿Cómo? ¿De qué manera?

57. ¿Tiene usted un programa de formación dentro de la compañía?

58. ¿Proporciona usted información a sus empleados sobre los cursos en las escuelas locales?

59. a) ¿Dirige usted la compañía sólo por las cifras visibles?

b) Si es que sí, ¿por qué?

c) ¿Qué pasos dan sus directores para aprender la importancia de las cifras desconocidas e incognoscibles?

60. ¿Su compañía forma parte de comités de organismos para establecer estándares?

61. ¿Qué hace su compañía por la comunidad?

62. ¿Se quita usted de encima los problemas con el personal de planta estableciendo grupos de IE (Grupos de Implicación de Empleados), GPE (Grupos de Participación de los Empleados), Círculos de CC, CVT (Calidad de la Vida de Trabajo), y después los deja colgados, sin que participe la dirección?

63. a) ¿Todas las actividades de la compañía están tratando de mejorar? ¿Hay algunas dormidas?

b) ¿Qué pasos da usted para descubrir las áreas dormidas, y para ayudarlas?

64. a) ¿Qué es lo que usted entiende por sistema estable?

b) ¿Hay algún problema perturbador de calidad o de baja productividad que esté estabilizado? ¿Cómo lo sabe? ¿Por qué al principio los esfuerzos para traer mejoras eran tan eficaces y estimulantes? ¿Por qué la calidad se estabilizó en un sistema estable? (Capítulo 11.)

c) Si un proceso se ha estabilizado, ¿de quién es la responsabilidad para inventar y aplicar los métodos y cambios para mejorar? (Respuesta: suya.)

65. ¿Depende usted de los IE (Implicación de los Empleados), GPE (Grupos de Participación de los Empleados), CVT (Calidad de la Vida de Trabajo), Círculos de CC, carteles, y exhortaciones para tener calidad, en vez de cumplir con su trabajo?



---

66. ¿Qué hace usted respecto a la calidad que espera proporcionar a sus clientes dentro de cuatro años?

La lista de las preguntas para el Premio de Aplicación de Deming, de la página 188 del libro, de Kaoru Ishikawa, *What Is Total Quality Control?* (Prentice-Hall, 1985), puede aquí ser de utilidad.



# 6

---

## La calidad y el consumidor

La mayoría de los primeros problemas que surgieron con esta unidad (para ofrecer cine sonoro) se debieron a que el libro de instrucciones no era adecuado, se había traducido del alemán al inglés por alguien que desconocía ambos idiomas. (*Boletín de la Sociedad de Cameramans de Washington*, noviembre de 1967.)

*La industria está en continuo desarrollo, al igual que el humor de los consumidores. Ambos exigen más y mejor calidad.*

(Portavoz de las Compañías Exportadoras de Algodón Egipcias, citado en el *New York Times*, de 15 de enero de 1971.)

**Objetivo de este capítulo.** El objetivo de este capítulo consiste en suscitar preguntas sobre la calidad, qué es, quién la define, quién se preocupa, quién toma la decisión sobre si comprar o no su producto. Aprenderemos que las impresiones sobre la calidad no son estáticas. Cambian. Además, el cliente no se encuentra en buena situación para prescribir el producto o servicio que le ayudará en el futuro. El fabricante se encuentra en una situación mucho mejor que el consumidor para inventar nuevos diseños y nuevos servicios. ¿Qué propietario de un vehículo en 1905 hubiera expresado el deseo de tener unas ruedas neumáticas, si usted le hubiese preguntado lo que necesitaba? ¿Podría yo, llevando un buen reloj de bolsillo, haber sugerido un reloj de cuarzo y una calculadora minúscula?

### **Varias facetas de la calidad.**

1. Decisión de la dirección sobre las especificaciones de las características de calidad de las piezas, del producto final, del comportamiento, y qué servicio

ofrecer ahora. El gerente de la planta y todo el personal de producción tienen que ver con las especificaciones de hoy. Tienen que saber en qué consiste su trabajo, ahora.

2. Decisión de la dirección sobre si hay que planificar por adelantado el producto o servicio futuros (ver el Capítulo 2).

3. Opinión del consumidor sobre su producto o servicio.

Para muchas clases de productos y servicios, puede que haga falta un año o incluso varios años para que se forme la opinión del consumidor. La persona que compra un coche nuevo podrá hacer una evaluación más útil de la calidad del coche un año después de la compra que la que podía hacer cuando el coche era nuevo.

En primavera una persona presume entusiasmada con su nueva cortadora de césped, pero su influencia sobre las ventas futuras dependerá del entusiasmo que le quede al final del verano.

**¿Qué es la calidad?** La calidad sólo puede definirse en función del sujeto. ¿Quién juzga la calidad?

En la mente del operario, él fabrica calidad si puede estar orgulloso de su trabajo. Para él, la mala calidad supone pérdida del negocio, y quizá de su trabajo. La buena calidad, piensa él, hará que la compañía siga en el negocio. Todo esto es cierto tanto en las empresas de servicios como en las de fabricación.

Para el gerente de planta, la calidad significa sacar los números y cumplir las especificaciones. Su trabajo también consiste en (sépalo él o no) mejorar continuamente los procesos y en mejorar continuamente el liderazgo.

En lo que respecta a la publicidad, aquí está una observación inteligente hecha por mi amigo Irwin Bross en su libro *Diseño de las Decisiones* (Macmillan, 1953), pág. 95:

El objeto de los estudios de las preferencias de los consumidores consiste en ajustar el producto al público, y no, como en la publicidad, ajustar el público al producto.

Los problemas inherentes a los intentos de definir la calidad de un producto, casi de cualquier producto, fueron descritos por el maestro Walter A. Shewhart<sup>1</sup>. La dificultad para definir la calidad reside en la traducción de las necesidades futuras del usuario a características conmensurables, de forma que el producto se pueda diseñar y fabricar proporcionando satisfacción por el precio que tenga que pagar el usuario. Esto no resulta fácil, y tan pronto como

---

<sup>1</sup> Walter A. Shewhart, *Economic Control of Quality of Manufactured Product* (Van Nostrand, 1931; Sociedad Americana para el Control de Calidad, 1980; reeditado por Ceepress, Universidad George Washington, 1986), Capítulo 4.

uno se siente bastante contento con la tentativa, descubre que han cambiado las necesidades del usuario, la competencia se ha movido, hay nuevos materiales con los que trabajar, algunos mejores que los viejos, algunos peores; algunos más baratos que los viejos, algunos más caros<sup>2</sup>.

¿Qué es la calidad? ¿Qué querría decir alguien por calidad de un zapato? Supongamos que está hablando de un zapato de caballero. ¿Por buena calidad quiere decir que durará mucho? ¿O que se limpia bien? ¿Que resulta cómodo? ¿Que es antihumedad? ¿Que el precio es correcto respecto de lo que él considera su calidad? Dicho de otra manera, ¿qué características de calidad son importantes para el cliente? ¿Qué se podría decir respecto de la calidad de un zapato de mujer? ¿Qué es un defecto mayor en un zapato? ¿Una tacha en la plantilla? ¿Un tacón que se rompió enseguida? ¿Manchas? ¿Qué cualidades producen disgusto en la opinión del cliente? ¿Cómo lo sabe usted?

La calidad de cualquier producto o servicio tiene muchas escalas. Un producto puede conseguir una valoración elevada, en opinión del consumidor, sobre una escala, y una valoración baja en otra. El papel sobre el que estoy escribiendo tiene muchas cualidades:

1. Es un papel de sulfato, 16 libras.
2. No es resbaladizo. Coge bien el lápiz; también la tinta.
3. No se transparenta lo que se escribe por detrás.
4. Es de tamaño estándar: se ajusta a mis libretas con tres anillas.
5. Se pueden comprar recambios en cualquier papelería.
6. El precio es correcto.

El papel sometido a examen obtiene una buena calificación en los seis puntos. También necesito papel con membrete, pero el papel con membrete ha de estar hecho de trapos. Por tanto, hago un pedido de 10 resmas del papel de sulfato para borrador, e investigo otros papeles de trapo para el papel con membrete.

El producto que está hoy en el mercado tiene que hacer algo más que atraer a los clientes y a las ventas: tiene que dar servicio. La satisfacción del cliente que compra la producción actual desgraciadamente sólo puede valorarse durante un poco de tiempo —demasiado tarde, todas las cosas son únicas— una oportunidad (pp. 38-72).

¿En qué consiste la calidad de un libro de texto, o de cualquier libro cuyos autores trataban de comunicar un mensaje? Para el impresor, la calidad la determina el estilo de la escritura, el tamaño, el papel, la ausencia de errores tipográficos. Para el autor, y para los lectores, la calidad exige la claridad y la importancia del mensaje. Para el editor, las ventas son importantes para poder permanecer en el negocio y publicar otro libro. El lector quiere, además, algún

---

<sup>2</sup> En este punto al lector le gustará el libro de Eugene H. Mac Niece, *Industrial Specifications* (Wiley, 1953), especialmente las pp. 32 y 33, y el Capítulo 5.

destello de saber o de entretenimiento. Podría tener una calidad elevada a los ojos del impresor y del autor, y aun así baja para los lectores y el editor.

¿En qué consiste la calidad de los vídeos educativos? ¿Es la fotografía lo que aprecian los clientes, o el contenido? Para el que hace diapositivas para una conferencia, la calidad significa mucho colorido, letras naranja sobre un fondo rojo. El que sea ilegible no es asunto suyo. Para la audiencia, la calidad de una diapositiva quiere decir legibilidad. (Desde luego que el contenido de la diapositiva es una cosa totalmente diferente, es responsabilidad de la persona que da la conferencia.)

Las escaleras automáticas y las máquinas expendedoras de billetes del metro de Washington son una fuente constante de irritación. Funcionaron bien cuando se destaparon para el ensayo general, pero cuando entraron en servicio, los problemas de diseño y mantenimiento trazaron una nueva imagen. La dirección de la Washington Metropolitan Transit Authority tenía como objetivo tener un 5,7 por 100 de máquinas estropeadas. ¿De dónde supone usted que procedía el objetivo de la dirección del 5,7 por 100? ¿Por qué no mejorar continuamente con el auxilio de los métodos adecuados? ¿Cuál es el significado de calidad para las autoridades del transporte?

**Calidad de la asistencia médica.** La definición adecuada de calidad en la asistencia sanitaria es un problema permanente para los administradores de la asistencia médica y las personas que investigan sobre el tema. Para cualquiera que no lo ha intentado parece una cosa sencilla. La calidad de la asistencia médica se ha definido de muchas maneras. Cada una sirve para un tipo especial de problema:

1. El confort de los pacientes sometidos a cuidados médicos. (¿Cómo mediría usted el confort?)
2. Proporción de personas sometidas a los cuidados médicos, hombres y mujeres, por edades dentro de cada grupo.
3. (Aplicable a un centro de atención diurna para los ancianos.) El número de personas que no tienen que estar en un hospital o en una residencia debido a la buena atención que reciben en el centro diurno.
4. Instalaciones para los análisis, tales como los laboratorios, y aparatos de rayos X.
5. Salud pública.
6. Vida media de las personas dadas de alta de las instituciones, por edades.
7. Cantidad de dinero gastado en una institución, por paciente.

Resulta obvio que algunas de estas definiciones son antitéticas. Por ejemplo, el número de pacientes sometidos a cuidados, si es elevado, podría indicar un buen servicio médico —que atiende a muchas personas. Por otra parte, podría indicar todo lo contrario. Podría ser elevado debido a que las medidas de salud pública sean deficientes, o podría ser elevado porque los centros de atención

diurna no están haciendo su trabajo. El índice de pacientes dados de alta en las residencias, si es elevado, podría significar que el cuidado que reciben es excelente: los pacientes sólo están en la institución muy poco tiempo, y pronto están suficientemente rehabilitados para vivir en casa. También podría querer decir que la política de la dirección es dar de alta al paciente cuando éste alcanza la fase de cuidados intensivos y sería una carga tenerlo en la residencia. La cantidad de dinero que gasta una institución casi no es indicativa del servicio ofrecido. Las instalaciones disponibles son una cosa; cómo utilizarlas con eficacia es otra.

Asistí a unas ponencias sobre asistencia sanitaria que se dieron en una reunión internacional sobre este tema. Un médico medía la asistencia sanitaria por el equipo que había para realizar las pruebas médicas. Otro medía la asistencia sanitaria por la educación de los médicos y las enfermeras. Otra medida de la asistencia sanitaria surgió cuando ciertas personas me esperaban a mi llegada a una ciudad europea. Perteneían al servicio médico del país y tenían un problema. A pesar del hecho de que su país dispone de unas instalaciones sanitarias extraordinarias y de médicos que han estudiado en las mejores facultades de medicina del mundo, la población en general no estaba utilizando estas instalaciones. Una enfermedad que no se trata puede convertirse en algo serio, como todo el mundo sabe, y esto era lo que estaba ocurriendo. Estas personas tenían en la cabeza hacer una investigación sobre la población para saber por qué las personas no estaban utilizando mejor sus instalaciones sanitarias, y cómo persuadirlos para que fueran para ser atendidos y examinados. La calidad de la asistencia sanitaria era así excelente desde el punto de vista de las instalaciones, medios materiales y profesionales, pero era mala, en opinión de los jefes del servicio, desde el punto de vista del servicio suministrado.

Este ejemplo simplemente ilustra lo difícil que es definir la calidad de la asistencia sanitaria.

Otro ejemplo puede poner de manifiesto más dificultades (sacado de David Owen, «Las vidas secretas de los dentistas» (*The secret lives of dentists*), *Harper's*, marzo de 1983, p. 49):

Más cosas al respecto, ¿cuántos dentistas, de manera obligada o de otra forma, hacen un excelente trabajo?

La pregunta es imposible de contestar, por la sencilla razón de que jamás se ha hecho un estudio definitivo de la calidad en la profesión odontológica; ni es probable que se haga. En parte porque tienden a trabajar solos, los dentistas se resisten a la idea de que se les evalúe, o incluso que se les observe, por otras personas. Y como un trabajo deficiente puede que no se detecte hasta años después de realizado, los pacientes no suelen estar en situación de emitir opiniones bien formadas.

**Observaciones sobre la calidad de la enseñanza.** ¿Cómo define usted la calidad de la enseñanza? ¿Cómo define usted lo que es un buen maestro? Sólo me refiero a la educación superior. El primer requisito que tiene que cumplir un

maestro es que tenga algo que enseñar. Su objetivo debería ser proporcionar inspiración y dirección para que los alumnos estudien más. Para hacer esto, el maestro debe conocer la materia. La única definición operativa del saber requerido para enseñar es la investigación. La investigación no tiene que ser de capital importancia. Puede que solo sea una nueva derivación del conocimiento o de los principios ya establecidos. La publicación de investigaciones originales en revistas acreditadas es un buen índice. Es esta una medida imperfecta, pero no se ha encontrado otra mejor.

Durante mis años de experiencia, he visto que un maestro tenía fascinados a sus 150 alumnos, enseñando cosas equivocadas. Sus estudiantes lo calificaban como un gran profesor. En contraste, dos de mis propios grandes profesores universitarios serían catalogados de malos profesores en cualquier categoría. Entonces ¿por qué venía gente de todo el mundo para estudiar con ellos, incluyéndome a mí? Por la sencilla razón de que estos hombres tenían algo que enseñar. Inspiraban a sus alumnos para que hicieran más investigaciones. Eran líderes del pensamiento —sus nombres, Sir Ronald Fisher, de estadística en University College, y Sir Ernest Brown de teoría lunar en Yale. Sus trabajos serán unos clásicos durante siglos. Sus estudiantes tuvieron la oportunidad de observar lo que estos grandes hombres pensaban, y cómo construían caminos hacia nuevos conocimientos.

*Ejemplo:* Otra editorial estaba preparando una edición nueva de sus series populares (lectores juveniles). Uno de nosotros, a quien se le pidió consejo, puso muchas objeciones a la suavidad de las historias propuestas. El vicepresidente de la compañía a cargo de los libros de texto confesó que también él pensaba que las historias aburrirían a los lectores jóvenes, pero que estaba obligado a tener en cuenta que ni los niños ni los maestros compraban los libros de texto: lo hacían los consejos escolares y los superintendentes<sup>3</sup>.

**Reconocimiento latente (demasiado tarde).** William R. Dill, cuando era decano de la Escuela de Graduados de la Administración de Empresas de la Universidad de Nueva York, me invitó en 1972 a trabajar con él en un estudio sobre los alumnos de los que se conocía el domicilio y que se habían graduado cinco o más años atrás: ¿cómo les va? y ¿cuáles podrían ser las características de la base de su éxito? Era una pregunta:

¿Afectó su vida algún profesor de aquí?  
De ser así, ¿cómo se llamaba?

Las respuestas indicaron que todos los estudiantes que habían hecho un curso con cualquiera de un grupo de seis profesores contestó que sí. Además,

---

<sup>3</sup> Bruno Bettelheim y Karen Zelan, «Why children don't like to read», *Atlantic*, noviembre 1981, p. 27.



cada uno de los que contestó que sí recordaba el nombre del profesor. Aparte de los seis, casi no se mencionó a ningún otro.

Desgraciadamente, este reconocimiento llegó demasiado tarde. No se había hecho ningún esfuerzo especial por parte de las autoridades de la facultad para retener a estos seis hombres —la clase de hombres que hace que una institución sea famosa— y ninguno de ellos había recibido el título de «Gran Profesor del Año» por parte de la asamblea de alumnos.

**El consumidor, la pieza más importante en la línea de producción.** El cliente es la pieza más importante en la línea de producción. Si no hay nadie que compre nuestro producto, más valdría que cerráramos toda la planta. Pero ¿qué necesita el cliente? ¿Cómo podemos serle útiles? ¿Qué piensa él que necesita? ¿Puede pagarlo? Nadie tiene todas las respuestas. Afortunadamente, no es necesario tener todas las respuestas para dirigir bien.

Una de las principales doctrinas de la calidad enseñada a los directivos japoneses en 1950 y en años sucesivos fue la necesidad de estudiar las necesidades del consumidor.

Lo fundamental es el principio de que el objetivo de la investigación sobre los consumidores consiste en comprender las necesidades y deseos de los mismos, y así diseñar el producto y servicio que le proporcione una vida mejor en el futuro.

El segundo principio es que nadie puede adivinar las pérdidas futuras debidas a un cliente insatisfecho. El coste de sustituir un artículo defectuoso en la línea de producción es bastante fácil de estimar, pero el coste de un artículo defectuoso que llega a un cliente desafía las medidas.

Fue Oliver Beckwith quien señaló en 1947, en una reunión del Comité E-II de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (American Society for Testing and Materials), que un cliente insatisfecho no se queja: simplemente compra a otro proveedor. O, como Robert W. Peach lo dijo en Sears, Roebuck & Co.:

Los artículos regresan, pero no los clientes.

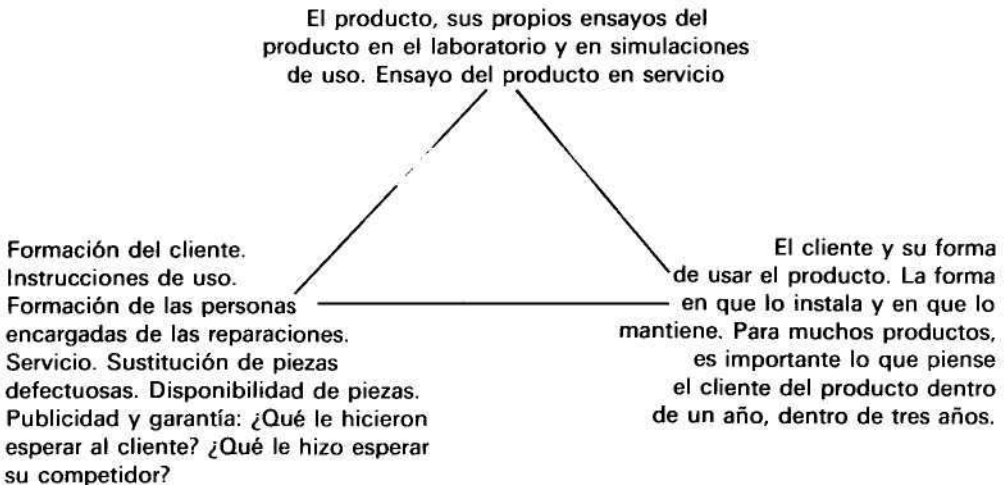
**¿Quién es el cliente?** Podría suponerse que la persona que paga la factura es el cliente, aquél a quien se tiene que satisfacer, o que la persona o compañía que va a usar el producto es a quien se tiene que satisfacer. Hay curiosas excepciones. Aquí bastará con tres ejemplos. Traerán a la memoria del lector otros más. El cliente de un tambor de selenio para una copiadora es el técnico, la persona que coge el teléfono cuando se solicita una reparación, o la que hace el mantenimiento regular de la copiadora. El es el que decidirá si un tambor de selenio es de buena calidad. Un simple arañazo o abolladura en el extremo del tambor no afectaría a su funcionamiento de ninguna forma, pero aun así el técnico puede que rechace el tambor, para instalar uno de cualquier otra marca. Ni las personas que utilizan la copiadora ni la persona que paga las facturas del uso y mantenimiento intervienen en esta decisión.

¿Quién decide sobre la calidad de la etiqueta que está sujeta al paquete de ñojo en la tienda al por menor? No la persona que compra la carne. A ésta no le importa mucho la calidad de la etiqueta, siempre que el precio sea legible. Sin embargo, para el gerente de la tienda una etiqueta que es impermeable al aire ocasionará un ligero oscurecimiento en la carne del paquete justo por debajo de la etiqueta. El comprador del paquete jamás llegaría a ver esta mancha oscura, y de cualquier modo tampoco le importaría, porque desaparece unos momentos después de quitar la envoltura.

Por tanto, el fabricante de los tambores de selenio debe satisfacer a los técnicos, y el fabricante de etiquetas para la carne tiene que satisfacer a los gerentes de las tiendas.

El óptico que pulió las lentes de las gafas que usted está utilizando ahora jamás le vio a usted. Su cliente es el óptico al cual usted le llevó la receta de las gafas. En la página 136 acabamos de ver otro ejemplo.

**Triángulo de interacción.** Ni la formación de un producto ni los ensayos subsiguientes en el laboratorio ni las pruebas de funcionamiento son suficientes para describir su calidad y cómo se comportará o será aceptado. La calidad se tiene que medir por la interacción entre tres componentes, tal como se ve en la Fig. 8: (1) el producto mismo; (2) el usuario y cómo usa el producto, cómo lo instala, cómo lo cuida (ejemplo: cliente que deja que la suciedad caiga dentro de un cojinete), lo que se le hizo esperar del producto (por la publicidad); (3) las instrucciones de uso, formación del cliente y formación de la persona encargada de las reparaciones, el servicio suministrado para las reparaciones, la disponibi-



**Fig. 8.** Las tres esquinas de la calidad.

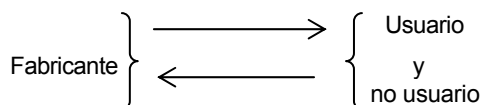
lidad de las piezas. El vértice superior del triángulo no determina la calidad por sí mismo. Me acuerdo de un viejo poema japonés<sup>4</sup>:

*Kane ga naru ka ya*  
*Shumoku ga naru ka*  
*Kane to shumoku no ai ga naru*

Es la campana la que suena,  
 Es el martillo el que suena,  
 ¿O es cuando se juntan los dos cuando suenan?

**Aprendiendo del consumidor.** La principal utilización de la investigación sobre los clientes debería ser para reintroducir las reacciones del cliente en el diseño del producto, de forma que la dirección pueda anticipar las demandas y requisitos cambiantes y establezca los niveles económicos de producción. La investigación de clientes toma el pulso a las reacciones y demandas de los mismos, y busca la explicación de los hallazgos.

La investigación de clientes es un proceso de comunicación entre el fabricante y los usuarios y los usuarios potenciales de su producto, así:



Este proceso de comunicación se puede realizar hoy de forma económica y fiable por medio de procedimientos de muestreo y ensayos diseñados según procedimientos estadísticos adecuados. Por medio de este proceso de comunicación, el fabricante descubre cómo se comporta su producto durante su utilización, lo que las personas piensan de su producto, por qué algunas personas lo van a comprar, por qué otras no, o por qué no lo volverán a comprar, y puede rediseñar el producto, para hacerlo más acorde con la calidad y la uniformidad que mejor se acomodan a los usuarios finales del producto y al precio que el consumidor puede pagar.

**Calidad del servicio.** Una buena pregunta es: ¿qué quiere decir buena calidad del servicio (lavandería y tintorería, bancos, correo, servicio a su coche)?

En el próximo capítulo (p. 145) veremos que algunas de las características de la calidad del servicio son tan fáciles de cuantificar y medir como las características de la calidad de un producto manufacturado. Como en el caso de los productos manufacturados, también existen fuerzas e interacciones no bien entendidas que determinan la satisfacción.

Se podría dibujar un esquema para cualquier servicio como el triángulo de fuerzas e interacciones que producen satisfacción o insatisfacción en el cliente similar al del triángulo de la Fig. 8. En el próximo capítulo ampliaremos un poco más estas observaciones y principios.

<sup>4</sup> Citado en «Probability and the East,» de Edward W. Barankin, *Anales del Instituto de Matemáticas Estadísticas* (Tokio), vol 16 (1964), p. 216.

**Las quejas llegan demasiado tarde.** En el Capítulo 3 (p. 108) vimos que no es suficiente con tener clientes que simplemente están satisfechos. Los clientes que no están contentos y algunos de los que simplemente están satisfechos se van a otros proveedores. El beneficio proviene de los clientes que repiten —aquellos que van presumiendo del producto o del servicio.

La calidad ya está incorporada antes de que el cliente se queje. El estudio de las quejas es ciertamente necesario pero proporciona una visión sesgada del comportamiento de un producto o de un servicio. El estudio de los costes de garantía también tiene el mismo defecto. Estos principios se aplican igualmente al servicio y al producto manufacturado.

**Cómo se hacía antes y cómo ahora.** Antaño, antes de la era industrial, el sastre, el carpintero, el zapatero, el lechero, el herrero conocían a sus clientes por el nombre<sup>5</sup>. Sabía si estaban satisfechos, y qué era lo que tenía que hacer para que estimaran más su producto. Cito:

Un tendero era muy exigente con el queso. El Cheddar se fabricaba y se vendía por cientos de pequeñas fábricas. Los representantes de las fábricas tenían clientes especiales, y el queso se preparaba a mano para complacer a los tenderos, que sabían exactamente como querían sus clientes el queso gruyere, el pastel de queso, los quesos americanos y otros. Algunos los querían más angulosos, otros más amarillos; a algunos les gustaban los cominos en el queso, o con semillas de alcaravea. (Phillip Wylie, «La ciencia ha estropeado mi cena» (Science has spoiled my supper), *Atlantic*, abril 1954.)

Con la expansión industrial, este toque personal es fácil de perder. El mayorista, el intermediario, y el detallista se han puesto por medio y de hecho han creado una barrera entre el fabricante y el consumidor final. Pero interviene la nueva ciencia del muestreo y se abre paso a través de esta barrera.

Los fabricantes solían pensar que la fabricación constaba de tres pasos, tal como se ve en la Fig. 9a. El éxito dependía de un trabajo de adivinación —adivinar qué tipo y diseño de producto se vendería, cuánto fabricar. Según la vieja teoría, los tres pasos de la Fig. 9a son independientes.

En la actualidad, la dirección introduce, generalmente con el auxilio de la investigación sobre los consumidores, un cuarto paso (ver la Fig. 9b):

1. Diseño del producto.
2. Fabricarlo; ensayarlo en la línea de producción y en el laboratorio.
3. Ponerlo en el mercado.
4. Ensayarlo en la post-venta; descubrir qué piensa el usuario de él, y por qué no lo ha comprado el no-usuario.

---

<sup>5</sup> Esta sección está tomada en gran parte de Walter A. Shewhart, *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* (Escuela de Graduados, Departamento de Agricultura, Washington, 1939; Dover, 1986), p. 45.

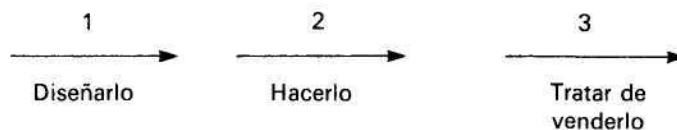


Fig. 9a. Cómo se hacía antes.

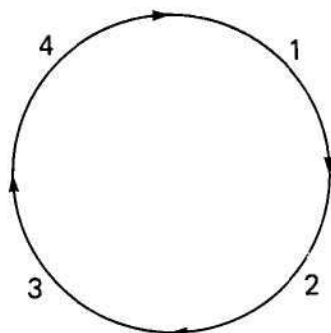


Fig. 9b. La forma actual. Se introduce un cuarto paso: el ensayo del producto durante el servicio.

Siguiendo con los cuatro pasos se llega a una hélice de mejora continua de la satisfacción del cliente, a costes cada vez más bajos (Fig. 10).

Los fabricantes siempre han tenido interés en descubrir las necesidades y reacciones de los usuarios y de los usuarios potenciales, pero hasta el advenimiento de los métodos estadísticos modernos, no disponían de una forma económica o fiable de investigarlas.

No hay que suponer que los tres primeros pasos son iguales, antes y ahora. Considérese, por ejemplo, el diseño —Paso 1 de la Fig. 9 o de la Fig. 10. Hoy un

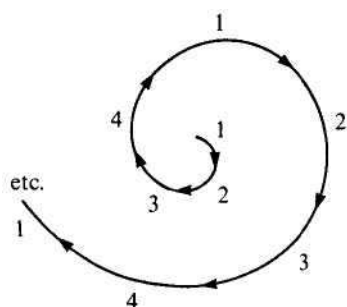


Fig. 10. La hélice. Se continúa el ciclo, una y otra vez, mejorando la calidad sin parar, a un coste cada vez más bajo.

diseño adecuado significa no sólo que se presta atención al color, la forma, el tamaño, la dureza, la resistencia y el acabado, sino también a un grado conveniente de uniformidad. Paradójicamente, al mejorar la calidad, guiada por la investigación de consumidores, el resultado final no es sólo de mejor calidad, sino también de menor coste y más competitivo.

La comunicación entre el fabricante y el usuario, y el usuario potencial le da voz al público en el diseño del producto y en el suministro del servicio. Le proporciona un producto y un servicio que se acomoda mejor a sus necesidades, a menor coste. Democracia en la industria, se podría decir.

**Una palabra acerca de la investigación sobre consumidores.** Aviso ya de que cualquier intento de reducir los costes aceptando un diseño mal hecho del estudio, o un trabajo mal hecho, producirá incalculables pérdidas debido a la mala información, o a la información cuyos errores y limitaciones no se perciben. Desgraciadamente, muchos cursos sobre investigación de mercados no hacen la distinción entre (a) investigación para descubrir los problemas, tales como los motivos de la insatisfacción; y (b) la investigación de las estimaciones cuantitativas de los números y proporciones de hogares o de otros usuarios que tienen estos problemas —participación en el mercado según el tipo de usuario; y (c) la investigación para obtener información sobre la cual basar la predicción de la reacción del cliente a un cambio en el producto, el cual podría consistir sólo en el cambio de tamaño o de color del paquete. Los problemas (a) y (c) son enumerativos; el problema (b) es analítico (cf. p. 100).

**Nuevo producto y nuevo servicio.** El consumidor apenas puede decir hoy qué nuevo producto o nuevo servicio le apetecerá y le será útil dentro de tres años, o dentro de una década. Los productos nuevos y los nuevos tipos de servicios se generan, no preguntando al cliente, sino por el conocimiento, la imaginación, el riesgo, los tanteos por parte del productor, respaldados con suficiente capital para desarrollar el producto o servicio y permanecer en el negocio durante los duros meses de la introducción.

En todos los casos que yo conozco, la invención de un nuevo producto y un nuevo servicio se ha conseguido aplicando innovaciones y conocimientos.

# 7

---

## La calidad y la productividad en las empresas de servicios

Ningún ministro inglés en los Estados Unidos ha sido jamás tan famoso: y la mediocridad de su talento ha sido una de las causas principales de su éxito. (Diario de John Quincy Adams: En la partida del Honorable Sir Charles Bagot, ministro de Inglaterra en los Estados Unidos, 1819.)

**Objetivo de este capítulo.** Todo lo que aprendimos sobre los 14 puntos y las enfermedades mortales de la dirección se puede aplicar a las empresas de servicios, al igual que a las de fabricación. En este capítulo nos centramos en las organizaciones de servicios.

### **OBSERVACIONES SOBRE LAS EMPRESAS DE SERVICIOS**

**¿Quién necesita mejorar?** Un sistema para mejorar la calidad es útil a cualquier persona que fabrique un producto o que se dedique a suministrar servicios, o a la investigación, y desee mejorar la calidad de su trabajo, y al mismo tiempo incrementar su producción, todo ello con menos trabajo y a un coste reducido. El servicio necesita mejorar junto con la fabricación. Cualquiera que se haya registrado en un hotel de los Estados Unidos suscribirá esta afirmación, estoy seguro. La ineficacia en una organización de servicios, como en la fabricación, eleva los precios al consumidor y disminuye su estándar de

vida. Los principios y los métodos para mejorar son los mismos en los servicios que en la fabricación. Difiere la aplicación real, desde luego, de un producto a otro, y de un tipo de servicio a otro, al igual que todas las cuestiones de fabricación difieren de uno a otro.

**Importancia económica del empleo en servicios.** ¿Qué es una organización de servicios? Aquí hay algunos ejemplos, sin pretender que sean exhaustivos:

- Restaurantes.
- Hoteles.
- Bancos.
- Cuidados de la salud, incluyendo los hospitales y las residencias.
- Centros diurnos para niños y ancianos.
- Todos los servicios gubernamentales, incluyendo el correo y los servicios proporcionados por los municipios.
- Educación —gubernamental, parroquial, privada.
- Establecimientos mayoristas y minoristas.
- Transporte de bienes y pasajeros, por cualquier medio.
- Compañías aseguradoras.
- Servicios de contabilidad.
- Pintores (casas, edificios, muebles).
- Imprentas.
- Servicios informativos.
- *Software*.
- Sacerdotes y ministros religiosos.
- Comunicaciones (teléfono, telégrafo, transmisión de voz y de datos).
- Inmobiliarias.
- Mantenimiento de edificios.
- Fontaneros, electricistas y reformas.
- Seguridad.
- Venta y suministro de energía eléctrica.
- Construcción.
- Lavandería y tintorería.

Las cifras publicadas por el Censo indican que 75 personas de cada 100 están empleadas en las organizaciones de servicios. Si a esta cifra añadimos las personas que están en las industrias de fabricación y que se ocupan de los servicios, nos encontramos con que 86 personas de cada 100 se dedican a los servicios, dejando sólo a 14 entre cada 100 para fabricar artículos que podemos conducir, usar, utilizar mal, dejar caer, o romper, y estas 14 incluyen a los agricultores —alimentos, frutas, algodón, tabaco<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> A.C. Rosander, «A general approach to quality control in the service industries», *Proceedings of the American Society for Quality Control* (Costa Mesa, Calif.), 2 de octubre de 1976. La cifra 86:14 procede de mi amigo el Dr. Marvin E. Mundel.



A pesar de las relativamente pocas personas que se dedican a la fabricación y a la agricultura, son ellas las responsables casi por completo de nuestra balanza comercial.

A partir de las cifras anteriores resulta obvio que como hay tantas personas dedicadas a los servicios en los Estados Unidos, la mejora en el nivel de vida depende principalmente de la mejora de la calidad y la productividad en el sector de servicios. El coste de la vida, si es elevado, lo es porque pagamos más de lo necesario por lo que obtenemos a cambio. Esto es inflación pura.

**Calidad del servicio (continuación de la p. 139).** La satisfacción de los clientes con respecto a cualquier servicio dado o artículo fabricado, y según cualquier criterio, si es que tienen alguna opinión que ofrecer, mostrará una distribución que va desde la insatisfacción extrema a la mayor complacencia, de gran satisfacción.

Una persona puede que le grite muy enfadada al vendedor que le vendió un limón, y no preocuparse lo más mínimo de la calidad del trabajo realizado en la lavandería o tintorería, ni (en los Estados Unidos) de la calidad cada vez más deteriorada del correo —entregas lentas y espaciadas comparadas con lo que se hacía hace cincuenta años.

Muchas personas se quedan satisfechas con cualquier tipo de copia que les salga de una copiadora. Una copia es una copia. Mi amigo Elbert T. Magruder, con quien trabajé en la Compañía Telefónica Chesapeake y Potomac de Washington observó, en las visitas que hizo a una muestra de abonados, que ninguno de ellos era consciente de que había algo mal cuando tenían el cordón desgastado, o el microteléfono roto, o el dial doblado, o la base agrietada. Si se podía hablar, el aparato estaba bien. En el otro extremo de la distribución se encontraban las personas que solicitaban que se les cambiara el aparato al menor rasguño.

Muchos usuarios del transporte de mercancías no se preocupan del tiempo que tarda el transporte, o de las horas que pasan hasta que llega un camión vacío a cargar, o de las horas que pasan desde que se carga el camión hasta que llega una cabina para trasladar el camión cargado. En el otro extremo de la distribución, algunas personas cuentan cada hora (pp. 164, 170).

Algunas de las características de la calidad del servicio son tan fáciles de cuantificar y de medir como las características de calidad de los productos manufacturados. La exactitud del papeleo, la rapidez, la confianza en el tiempo de entrega, el cuidado durante la manipulación, el cuidado durante el transporte, son características importantes del servicio, y son fáciles de medir. En la lavandería, lavan toda la suciedad o no. La camisa se puede usar o no, y lo mismo ocurre con un traje sacado de la tintorería.

La reacción del cliente a lo que él llama buen servicio o mal servicio es generalmente inmediata, mientras que la reacción a la calidad de un producto manufacturado puede surgir con retraso. Por tanto, hoy no se puede asegurar cómo calificará un cliente un producto o servicio dentro de un año o dentro de

dos. La opinión del cliente puede variar con respecto al servicio y también con respecto al producto manufacturado. Pueden cambiar sus necesidades. En el mercado pueden aparecer servicios alternativos, al igual que productos manufacturados. Además, el servicio puede deteriorarse. Y el producto manufacturado puede poseer defectos latentes.

**Problemas de los vendedores.** Las reuniones con los vendedores indican que sus problemas son casi los mismos, independientemente del tipo de producto o servicio:

- Mala calidad del producto o servicio que tratan de vender.
- Recuento erróneo.
- Errores en los pedidos.
- Entrega lenta.

Les resulta difícil vender calidad que no responde a los requisitos del cliente ni al orgullo del vendedor. Los vendedores prometen unas fechas de entrega que son imposibles de cumplir, para satisfacer las necesidades del cliente y las promesas hechas por la competencia.

**Algunos servicios contribuyen a nuestra balanza comercial.** Tenemos que fijarnos fundamentalmente en las industrias manufactureras y en la agricultura y otras mercancías (carbón, madera, trigo, algodón) para la exportación, para pagar los bienes importados. Algunas empresas de servicios, si estuviesen bien gestionadas, podrían reducir los costes de los productos manufacturados y mercancías, y así mejorar la competitividad de los productos americanos, en casa y en el extranjero.

Un hotel puede que no genere nuevos bienes para el mercado, pero si mejora el servicio y disminuye los costes, podrá disminuir los costes de explotación, y así contribuir a la competitividad de la industria americana. En algunos países (e.g., Suiza, Yugoslavia), los hoteles y otras instalaciones atraen a los turistas y al dinero contante y sonante.

Si mejorara la calidad del transporte, y consecuentemente se redujeran las tarifas, se podría disminuir el coste de la fabricación de los productos acabados, y también se mejoraría el mercado para los productos americanos. Los bancos, si se centraran en los beneficios sobre el capital a largo plazo, dando créditos a las compañías que han adoptado los 14 puntos del Capítulo 2, en vez de centrarse en los resultados a corto plazo, ayudarían a la industria americana, tal como los bancos japoneses ayudan a la industria japonesa.

El almacenado y transmisión de datos, de voz, y de copias, a un coste notablemente bajo, con una claridad que tan sólo hace unos pocos años era un sueño, es un servicio que contribuye a que los costes de fabricación sean inferiores, y que por tanto ayuda a nuestra balanza comercial. Se puede marcar un número de teléfono en casi cualquier parte del mundo, y oír que suena

en unos pocos segundos. La claridad de la transmisión era sólo otro sueño hace unos pocos años.

El correo, nacional e internacional, contribuye a nuestra balanza comercial. Un mejor servicio, con precios más elevados, contribuiría más. Los servicios de mensajeros dentro de una misma ciudad, entre ciudades diferentes de los Estados Unidos, y entre las ciudades de otros países, también contribuyen. La investigación realizada y publicada por nuestra Oficina Nacional de Estándares (National Bureau of Standards) y por los Institutos Nacionales de Salud (National Institutes of Health) son ejemplos de contribuciones a la industria, y a la larga, a nuestra balanza comercial.

**Algunas diferencias y semejanzas entre el servicio y la fabricación.** Una diferencia importante consiste en que el trabajador de producción no sólo tiene un trabajo: él es consciente de que pone algo de su parte para fabricar algo que alguien más verá, sentirá y utilizará de alguna manera. A pesar de los problemas aclarados en el Capítulo 2, él tiene una idea sobre lo que es su trabajo, y alguna idea sobre la calidad del producto final. Él visualiza al cliente final, satisfecho o descontento con el producto de su empresa. Por el contrario, en muchas empresas de servicios, las personas que allí trabajan sólo tienen un trabajo. No son conscientes de que tienen un producto, y de que este producto es el servicio; que un buen servicio y los clientes contentos hacen que su compañía siga en el negocio y proporcione puestos de trabajo; que un cliente descontento puede ocasionar la pérdida del negocio y de su trabajo. (Aportado por Carolyn A. Emigh.)

Otra diferencia entre los establecimientos de servicios y las fábricas consiste en que la empresa de servicios no genera nuevos materiales para el mundo del mercado. Un transportista de mercancías, por ejemplo, sólo maneja lo que otro produce. Él no puede crear material para transportar. Para él, la única manera de seguir adelante, cuando la industria está en declive, es quitarle los negocios a un competidor, con el riesgo de iniciar una guerra implacable. Un plan mejor para los transportistas de mercancías consistiría en mejorar el servicio y así disminuir los costes. Estos ahorros en los costes, traspasados a los fabricantes y a otras industrias de servicios, ayudarían a que la industria americana mejorara el mercado para los productos americanos, y con el tiempo traerían más negocios a los transportistas de mercancías.

En la mayoría de las industrias de servicios se encuentra:

1. Transacciones directas con montones de personas: cliente, arrendatario, depositario, asegurado, el que paga impuestos, prestamista, consumidor, transportista, consignatario, pasajero, demandante, otro banco.
2. Volumen elevado de transacciones, como en el negocio principal de ventas, préstamos, bonos, depósitos, impuestos, cargos, intereses.
3. Volumen elevado de papeleo en el negocio principal: errores en las ventas, facturas, cheques, tarjetas de crédito, cuentas, reclamaciones, devolución de impuestos, correo.

4. Cantidad elevada de procesos —por ejemplo, transcripción, codificación, cálculo de los cargos por mercancías, cálculo del reparto de ingresos, cálculo de los intereses a pagar, perforar, tabular, construcción de tablas.
5. Muchas transacciones con pequeñas cantidades de dinero. Sin embargo, algunas transacciones implican cantidades muy grandes (como la transferencia de un banco a otro, o un depósito muy elevado). Una compañía telefónica con la que trabajé recibió un día que yo estaba allí una factura por 800.000\$, que tenía que haber ido a otra compañía.
6. Muchísimas maneras diferentes de cometer errores.
7. Manipulación y remanipulación de elevados números de pequeños artículos —por ejemplo, en comunicaciones, correo, gobiernos federales, estatales y municipales, su propio departamento de nóminas, su propio departamento de compras.

El denominador común de la fabricación y de cualquier organización de servicios es que los errores y los defectos son caros. Cuanto más lejos llega un error sin ser corregido, tanto mayor es el coste para corregirlo. El coste de un defecto que llega al consumidor o receptor puede que sea el más costoso de todos, pero (para repetir lo dicho en otros capítulos) nadie sabe cuál es este coste (una cifra invisible, Capítulo 3).

Pregunte a cualquier persona de una compañía aérea que conoce las cifras, cuánto cuesta encontrar y remitir o guardar una pieza de equipaje que no siguió con el pasajero. La causa principal de que el equipaje no llegue con el pasajero no es el comportamiento descuidado de los empleados, sino los retrasos en los transbordos. Las características de construcción de un gran aeropuerto en la Costa Oeste, recientemente construido con un gasto de muchos millones de dólares, impide la transferencia del equipaje desde las llegadas internacionales hasta los vuelos domésticos, con gran molestia para los pasajeros y costes elevados para las líneas aéreas —otro problema único (Capítulo 2).

Pregunte a cualquier persona que sabe cuánto cuesta corregir un error en la factura de un cliente remitida por unos grandes almacenes, o el coste de enviar las compras equivocadas. Los costes directos son asombrosos. El coste inconmensurable de la pérdida de futuros negocios puede que sea mucho mayor.

Muchas compañías tienen la norma de ignorar las diferencias por debajo de 150\$, ya que el coste para ambas partes de investigar la diferencia sobrepasaría a esta cantidad. Un patrón repetido de diferencias debería ser investigado.

El giro que un banco envía a otro que no debe, o a una firma, con el tiempo se corregirá. Uno de los costes, apilado encima del coste de descubrir lo que ocurrió, es el del interés que el banco paga sobre un giro erróneo hasta que se aclara la equivocación.

El banco que molesta a un cliente cuando le informa indebidamente de que no hay fondos suficientes en la cuenta del cliente para pagar un cheque, incurre

en un coste sustancial para aclarar las cosas, y corre el riesgo de perder el negocio.

Resulta sorprendente cuántos cheques de nóminas son incorrectos, y cuántos van a parar a la persona equivocada. Sin embargo, la cantidad total pagada puede ser virtualmente correcta. El coste de aclarar las cosas no es pequeño, y el explicar cómo ocurrieron las cosas aún cuesta más.

Un funcionario del Ministerio de Justicia en el que el Estado garantiza el título de la propiedad transferida, cuando asistía a un seminario me contó que el 40 por 100 de las solicitudes de escrituras contienen los suficientes errores en el papeleo como para tenerlas que rehacer (no en lo fundamental de la escritura, sino en el papeleo que requiere la escritura). El rehacerlas eleva los costes para todo el mundo implicado, y retrasa la finalización de la escritura.

Muchos errores no se descubren nunca. Vimos un ejemplo en la página 25 donde sólo un error entre siete en los títulos de propiedad llegaba a descubrirse.

En las organizaciones de servicios, uno se encuentra, como en las de fabricación, con ausencia de procedimientos definidos. Existe la suposición implícita en la mayoría de las organizaciones de servicios de que los procedimientos están completamente definidos y se cumplen. Esto es tan obvio que los autores de libros lo evitan. Sin embargo, en la práctica esta situación a menudo no se cumple. Pocas organizaciones tienen procedimientos puestos al día. Piénsese en un fabricante que dispone de especificaciones completas para fabricar un producto, pero cuyo departamento de ventas no dispone de directorices para entrar un pedido. Para controlar los errores en la colocación de los pedidos harían falta procedimientos en el departamento de ventas. He visto numerosas operaciones orientadas hacia los servicios que funcionan sin ellos. (Aportado por William J. Latzko.)

No siempre es fácil describir los procedimientos. En un producto manufacturado puede ser difícil definir operativamente un defecto. El mismo tipo de problema tienen algunas organizaciones de servicios. El código correcto y un error en la codificación son, en muchos estudios, tan difíciles de definir operativamente como un defecto en la línea de producción en la fabricación de zapatos. Las personas ocupadas en la codificación ocupacional y en la codificación industrial del Censo y en otras oficinas gubernamentales tienen que hacer cursos de estudios de varios meses de duración. Aun así, de vez en cuando no se ponen de acuerdo sobre qué código asignar en algunas situaciones. El desacuerdo entre el verificador y el primer codificador puede que sólo sea la diferencia honesta entre unas opiniones bien formadas<sup>2</sup>. Las interpretaciones diferentes del código de una mercancía a veces lleva a honestas discrepancias entre dos empleados que hacen la calificación cuando calculan la partición de los ingresos entre dos ferrocarriles en un transporte interlineal.

---

<sup>2</sup>Dr. Philip M. Hauser, comunicación personal sobre el Censo de 1940.

**Contacto con el cliente.** Sólo el vendedor y el asistente técnico de un producto manufacturado —aparato, maquinaria, utensilios, automóviles, camiones, vagones de ferrocarril, locomotoras y similares— ven al cliente. Estas personas no hacen los artículos que venden, reparan y hacen el mantenimiento. Pertenecen a una organización de servicios, independiente o que pertenece al fabricante.

En un banco trabaja mucha gente. Los oficiales y los cajeros ven a los clientes; los demás no. Algunos empleados de un gran almacén, restaurante, hotel, ferrocarril, compañía de camiones ven a los clientes; otros no.

Todo el mundo, vea al cliente o no, tiene la oportunidad de introducir calidad en el producto o en el servicio ofrecido. Las personas que ven a los clientes tienen un papel que generalmente no es apreciado por los supervisores y otros directores. Muchos clientes se forman la opinión sobre el producto o sobre el servicio únicamente por sus contactos con las personas que ven —personas de contacto, les llamaría yo.

Los clientes son los que mantienen a una compañía en el negocio, tanto en las industrias manufactureras como en las industrias de servicios.

Para un buen director debería ser prioritario, al contratar y enseñar a los empleados, la habilidad para complacer al cliente. Tengo la impresión de que muchas personas que atienden a los clientes en los restaurantes, hoteles, ascensores, bancos y hospitales disfrutarían más de su trabajo si los clientes no llegaran e interrumpieran sus conversaciones. El chofer de un autobús de Washington era obviamente un experto conduciendo el autobús, y conocía su ruta. Los clientes subían y bajaban. Pero hubiera disfrutado mucho más de su trabajo si no hubiera sido por todos esos malditos pasajeros que subían y bajaban o que necesitaban direcciones y ayuda —eran tan pelmas.

En realidad, hubiese disfrutado más del trabajo si hubiese entendido que una elevada proporción de las personas que hacen preguntas sobre direcciones o piden ayuda son una fuente potencial de futuros ingresos para la compañía, y que él podía ayudar al negocio para asegurarse su puesto de trabajo en el futuro. Igualmente en hoteles, almacenes, restaurantes, bancos, trenes, y un sin-fín de otros tipos de tiendas y servicios, las personas que ven a los clientes son del departamento de marketing. ¿Lo saben ellos? ¿Enseñan los directivos a los conductores que no son sólo conductores, sino que tienen una influencia potencial para aumentar la clientela? ¿Se seleccionan los aspirantes por su adaptabilidad a este papel?

La mujer que lleva un ascensor en un gran almacén juega un importante papel en la formación de la opinión del cliente sobre la calidad de todas las cosas que se venden en el almacén. Los japoneses lo saben. La mujer que lleva el ascensor de un gran almacén en Japón ha sido preparada durante dos meses para orientar a las personas, contestar a las preguntas, y manejarlas en un ascensor lleno —esto a pesar de los modales afables que hay en las casas japonesas.

**Servicio en el transporte de mercancías por carretera.** Un conductor, cuando baja por las escaleras para hacerse cargo de su camión en la terminal de Baltimore del Roadway Express, se ve a sí mismo, de cuerpo entero, en un espejo en el que se ve esta leyenda:

ESTÁ MIRANDO A LA ÚNICA PERSONA DE NUESTRA  
COMPAÑÍA QUE VEN LOS CLIENTES

Esta leyenda no es una exhortación inútil (Punto 10, pp. 50-54). Le recuerda al conductor que puede perder el negocio si da un servicio a regañadientes, o si parece un vagabundo. Tiene que poner en práctica con sus clientes algunos rudimentos de cortesía. Puede ayudar a mantener el negocio, aunque no puede cambiar el sistema dentro del cual trabaja (retrasos debidos a un mantenimiento deficiente, equivocaciones en el muelle, por ejemplo).

Un ejemplo espléndido de gestión me llegó de la Reimer Express Lines de Winnipeg, por lo que estoy agradecido a los Srs. Donald S. Reimer y John W. Perry. Con el objeto de mejorar su actuación como directores, un día hicieron llegar un pequeño formulario a cada uno de los 35 conductores de las líneas locales en una de sus terminales, con una sencilla pregunta, «¿Como explicaría, con una frase, en qué negocio estamos metidos?» Los 35 conductores presentaron 32 respuestas diferentes, ninguna de las cuales profundizó lo suficiente para explicar el negocio que los directores creían que tenían. Aquí están dos de las respuestas, junto con los comentarios de Reimer:

Negocio de camiones. (Esto podría querer decir que estamos en el negocio de comprar y vender camiones. No se indican los requisitos o estándares que se aplican a nuestro negocio, que es de servicio.)

Negocio de transporte. (Esto podría querer decir que transportamos a gente por tren, autobús, o avión, o que vendemos autobuses.)

La carta de Reimer Express sigue:

Cuando empezamos a indagar con más profundidad, en una sesión de preguntas y respuestas con los hombres, yo comencé a describir el servicio como un proceso. Para completar un servicio también tenemos que completar varios segmentos de nuestras actividades para asegurarnos de que el proceso tiene éxito. Por ejemplo, si sugerimos que estamos en el negocio de mercancías sin hacer ninguna indicación de los servicios que podemos proporcionar entre el este de Canadá y el oeste de Canadá, es que no entendemos nada.

Depende de la dirección el ayudar a los empleados a que comprendan que ellos son una parte importante dentro de la actividad de todo el negocio, siendo esa actividad el servicio.

Así, nos pusimos a trabajar durante unas pocas semanas con nuestros conductores en el este de Canadá, para relacionar sus recogidas con nuestras operaciones de transporte y con las entregas en ciudades situadas a 1500 o 4000 millas al oeste.

Hemos descubierto que han desaparecido las frustraciones en los conductores debidas a varios problemas cuando mejoramos el proceso, en contraste con la aceptación de estas frustraciones cuando tratamos de solucionar los efectos sin eliminar las causas. Me gustaría ofrecerle un pequeño ejemplo.

Hace poco en Vancouver, nuestro gerente de la terminal viajó con un conductor distinto cada día. Me telefoneó un día todo alborotado a causa de un conductor, y del que durante unos meses él y el expedidor habían pensado que su productividad no tenía arreglo. Al viajar con este conductor, el gerente observó que la radio no funcionaba bien. Vancouver es muy montañoso, y este conductor atendía a varios clientes de los valles, donde la recepción era deficiente o no existía. Cuando el gerente se ocupó de ello, descubrió que el conductor se había quejado unas cuantas veces de la mala recepción de la radio al superintendente local, pero no le había escuchado. A menudo el conductor tenía que alejarse varias millas de su ruta y salirse de las sombras de las colinas, para buscar una recepción audible y poder informar de algún problema en la recogida o en la entrega, y para estar en contacto con el expedidor.

**Cómo incrementar los costes de la facturación en el transporte de mercancías por carretera.** El transportista emite una factura al expedidor por cada envío. Los apuntes de la factura los determinan los empleados encargados de tarifar en base a la descripción de los bienes transportados, el peso, punto de origen, y destino, tal como se describen en la orden de expedición, y consultando los volúmenes publicados de las tarifas, y más volúmenes publicados de descuentos y de incrementos que son de aplicación a las tarifas publicadas.

Los empleados que hacen los cálculos se equivocan. Estas equivocaciones hacen que algunos expedidores envíen las facturas a una auditoría, que trabaja a comisión sobre los cargos de más detectados. El transportista está obligado a devolver cualquier cargo de más que se descubra y confirme. Con esta auditoría el transportista siempre pierde.

Igualmente, el transportista puede enviar copias de estas facturas a su propio auditor para que descubra los cargos de menos, también a comisión. El transportista puede que envíe al expedidor una factura por la diferencia. Pero más probablemente, no lo hace. Cuando el expedidor recibe esta factura puede que la pague, puede que no.

Para el transportista es así, si sale cara, usted gana; si sale cruz, yo pierdo.

La única salida que le queda al transportista consiste en reducir, por medio de los principios y los procedimientos descritos en este libro, la frecuencia de las equivocaciones en las facturas, hasta el límite en que no valga la pena enviarlas a un auditor. En otras palabras, dejar a los auditores sin trabajo.

**El cliente puede colaborar.** En la página 291 veremos algunas sugerencias por medio de las cuales los usuarios del transporte de mercancías por carretera pueden ayudar a que el transportista reduzca los errores.

La Commonwealth Industries de Detroit envió una carta, con fecha 10 de



enero de 1984, a sus clientes explicando las faltas de la Commonwealth Industries, y las formas en que los clientes podían ayudar para que la Commonwealth Industries les atendiera mejor. La Commonwealth Industries hace el tratamiento térmico de pasadores. Las sugerencias de la carta se basaban en un estudio de 35.000 lotes procedentes de los clientes. La lista siguiente se ha sacado de la carta original reduciéndola mucho, pero servirá de ejemplo aquí. Faltas detectadas en la actuación de la Commonwealth Industries:

- Deficiente control de la temperatura.
- Selección errónea de la temperatura para el trabajo en cuestión.
- Programación defectuosa, debido a las prisas exigidas por los clientes.
- Exceso de carga.
- Rotura del equipo.

Problemas ocasionados por los clientes:

- Especificación del intervalo de dureza demasiado estrecho —por encima de la capacidad del proceso.
- Aceros con diferentes calentamientos.
- Aceros mezclados.
- Variación elevada en el contenido de manganeso dentro de los aceros calentados.
- Identificación errónea del acero, o sin identificación.
- Acero mal aplicado para una pieza determinada o especificación.
- Química deficiente del acero que se va a tratar.

### **Aplicaciones Administrativas en la Ford Motor Company**

Por WILLIAM W. SCHERKENBACH

<i>Organización</i>	<i>Aplicación</i>
Laboratorio central	Tiempo para procesar la solicitud de un cliente Errores en el laboratorio (según las auditorías)
Tren eléctrico e ingeniería del chasis	Tiempo para que el proveedor notifique el fallo Número de fallos por mes
Piezas de Ford y división de servicio	Errores al cumplimentar los pedidos para el concesionario
Contabilidad	Tiempo para procesar los gastos de viajes
Tractores Ford operaciones ingeniería	Tiempo para procesar los cambios de ingeniería
Staff de fabricación ingeniería y sistemas	Tiempo para revisar los informes sobre productividad remitidos por varios puntos de Ford

<i>Organización</i>	<i>Aplicación</i>
Gráficos de ordenador Oficina de ingeniería de producto	Variación en el tiempo de uso de los discos Número de mensajes de ordenador que dieron señal de ocupado Número de veces que los archivos (armarios) se utilizaron para buscar información
Desarrollo de producto, oficina del interventor	Gráfico de rachas sobre el número de revisiones en el tratamiento de textos Horas-hombre perdidas debido a los retrasos en comenzar las reuniones
Oficina del interventor	Errores en cuentas a pagar, por lo que se pagan con retraso las facturas de los proveedores
Planta salina Staff de compras, transporte, y oficina de tráfico	Costes de los errores en la programación Tiempo de transporte por tren de la pieza manufacturada a las plantas de montaje
Transmisión y división de chasis	Errores en los envíos de componentes a las plantas de montaje (cantidad, piezas erróneas)

**Una anécdota de la construcción.** Un conductor hizo marcha atrás para entrar en la zona de construcción. No sabía dónde descargar. Tenía que estar moviéndose: si no se mueve no hay beneficios. Nadie sabía qué hacer, pero dos hombres ayudaron al conductor a descargar. Cualquier sitio era bueno.

Al día siguiente, un capataz se dio cuenta de que la carga estaba sobre el lugar donde tenía que trabajar su cuadrilla. Entre él y su cuadrilla cambiaron de sitio el cargamento. Esta escena se repitió tres veces más hasta que la carga llegó a su lugar de destino. Resultados: costes incrementados. (Aportado por Margaret Miller.)

**El servicio gubernamental se tiene que juzgar tanto por la equidad como por la eficiencia.** Cito aquí parte de una entrevista con Osear A. Ornati.

La ideología tan arraigada del *laissez-faire* ha desorientado a este país sobre la importancia de la productividad, debido a una definición muy limitada, muy mecanicista. Hemos olvidado que la función del gobierno está más orientada hacia la equidad que hacia la eficiencia. La noción de que tenemos que ser «eficientes» de la misma manera en ambos sectores es una falacia. Para el gobierno, la eficiencia debe ser incluida en la equidad.

Si no mantenemos la equidad a la cabeza en el sector público, destruiremos nuestra sociedad. Es una desgracia que tendamos a prodigar tantas alabanzas a los especialistas en gestión que alaban las técnicas de la gestión del sector privado aplicadas al sector público. Muchas de esas técnicas son buenas, pero existe un peligro en la privatización de las técnicas de la gestión pública si olvidamos la necesaria orientación hacia la equidad y la realidad de los diferentes procesos de contabilidad. En realidad, necesitamos las dos. El

sector público debe buscar y aplicar las técnicas adecuadas de la gestión privada para mejorar los análisis y evaluaciones de su producción. Por otra parte, algunas políticas del sector privado, tales como desplazarse hacia los suburbios, puede producir beneficios a corto plazo para la compañía, pero son contraproducentes a la larga para la sociedad y la compañía<sup>3</sup>.

**Adaptación de los 14 puntos a la asistencia sanitaria.** Los 14 puntos del Capítulo 2 se pueden aplicar a las organizaciones de servicios con pocos cambios. Por ejemplo, mis amigos los doctores Paul B. Batalden y Loren Vorlicky, del Centro de Investigación de los Servicios de Salud de Minneapolis, han escrito los 14 puntos para la asistencia sanitaria:

1. Establecer constancia en el propósito del servicio.

a) Definir en términos operativos lo que usted quiere decir por servicio a los pacientes.

b) Especificar los estándares del servicio para dentro de un año y para dentro de cinco años.

c) Definir los pacientes que usted trata de servir —los que están aquí, los que usted busca, los que sólo han estado aquí una vez.

d) La constancia en el propósito trae innovación.

e) Innovar para dar un servicio mejor a un coste dado; la planificación para el futuro requiere la adición de nuevas habilidades, formación, y reciclaje del personal, satisfacción de los pacientes, nuevos tratamientos, nuevos métodos.

f) Colocar recursos para el mantenimiento del equipo, muebles, y accesorios; nuevas ayudas a la producción en la oficina.

g) Decidir frente a quién son responsables el administrador y el presidente del consejo, y los medios por medio de los cuales se harán responsables para trabajar hacia la constancia en el propósito.

h) Traducir esta constancia en el propósito al servicio a los pacientes y a la comunidad.

i) El consejo de administración tiene que adherirse al propósito.

2. Adoptar la nueva filosofía. Nos encontramos en una nueva era económica. No podemos vivir más tiempo con los niveles comúnmente aceptados de errores, materiales inadecuados para el trabajo, personas que no saben en qué consiste el trabajo y que tienen miedo de preguntar, directivos que no entienden cuál es su trabajo, métodos anticuados de formación para el trabajo, supervisión inadecuada e ineficaz. La junta tiene que colocar recursos para esta nueva filosofía, comprometiéndose en la formación durante el servicio.

---

<sup>3</sup> Entrevista con Osear A. Ornati, *Public Productivity Review*, vol. vi, nos. 1 y 2 (marzo y junio 1982), p. 48.

3. *a)* Exigir la evidencia estadística de la calidad de los materiales en recepción, tales como los medicamentos, sueros, y equipos. La inspección no tiene la respuesta. La inspección llega demasiado tarde y no es fiable. La inspección no produce calidad. La calidad ya está introducida y se paga por ella.

*b)* Exigir la acción correctora, cuando haga falta, para todas las tareas que se realizan dentro del hospital o en otra instalación, y que va desde las facturas que se emiten hasta los procedimientos de registro. Instituir un programa rígido de retroalimentación desde los pacientes respecto de su satisfacción con los servicios.

*c)* Buscar la evidencia de los reprocesos o defectos y el coste que pueden acarrear como resultado —una factura incorrecta, un registro incorrecto o incompleto.

4. Tratar con los proveedores que pueden proporcionar la evidencia estadística del control. Esto supondrá que examinemos las compras genéricas más baratas; hará que hagamos preguntas más incisivas acerca de los colegas futuros en cuanto a sus actuaciones y los informes de sus actuaciones con los pacientes y con los colegas.

Tenemos que tener bien claro que el precio de los servicios no tiene sentido si no hay una medida adecuada de la calidad. Si no nos pronunciamos a favor de unas medidas rigurosas de la calidad, el negocio se encamina hacia el licitador más bajo, con los resultados inevitables de una baja calidad y un coste elevado. Vemos esto por toda la industria de los Estados Unidos y en el gobierno, con las normas que conceden el negocio al licitador más bajo.

Con toda probabilidad, al requerir medidas adecuadas de la calidad, hará falta reducir el número de proveedores. El problema reside en encontrar un proveedor que pueda proporcionar la evidencia estadística de la calidad. Tenemos que trabajar con los proveedores para que podamos entender los procedimientos que emplean para lograr reducir el número de defectos.

5. Mejorar constantemente y siempre el sistema de producción y servicio.

6. Reestructurar la formación.

*a)* Desarrollar el concepto de tutor.

*b)* Desarrollar más educación durante el servicio.

*c)* Enseñar a los empleados los métodos de control estadístico del trabajo.

*d)* Proporcionar definiciones operativas de todos los trabajos.

*e)* Proporcionar formación hasta que el trabajo del principiante alcance la fase de control estadístico, y centrar la formación para ayudar al principiante a conseguir el estado de control estadístico.

7. Mejorar la supervisión. La supervisión pertenece al sistema y es responsabilidad de la dirección.

*a)* Los supervisores necesitan tiempo para ayudar a las personas en su trabajo.

b) Los supervisores necesitan encontrar formas de trasladar la constancia en el propósito al empleado individual.

c) Los supervisores tienen que aprender métodos estadísticos sencillos para ayudar a los empleados, con el objeto de detectar y eliminar las causas especiales de problemas y no estar simplemente cazando anécdotas. Necesitan información que indique cuándo deben intervenir, no sólo las cifras que describen el nivel de producción y el nivel de errores en el pasado.

d) Centrar el tiempo de supervisión en las personas que están fuera de control estadístico y no en aquéllas que están por debajo del comportamiento medio. Si los miembros de un grupo están de hecho bajo control estadístico, habrá algunos que estén por debajo y otros que estén por arriba de la media.

e) Enseñar a los supervisores a utilizar los resultados de las encuestas a los pacientes.

8. Eliminar el miedo. Tenemos que romper las distinciones clasistas entre tipos de trabajadores dentro de la organización —médicos, no-médicos, proveedores de clínica frente a no proveedores de clínica, médico frente a médico. Acabar con las murmuraciones. Dejar de culpar a los empleados por los defectos del sistema. La dirección tiene que hacerse responsable de los defectos del sistema. Las personas tienen que sentirse seguras para hacer sugerencias. La dirección tiene que hacer caso de las sugerencias. Las personas que hacen un trabajo no pueden trabajar con eficacia si no se atreven a preguntar cuál es el objeto del trabajo que hacen, y no se atreven a dar sugerencias para simplificar y mejorar el sistema.

9. Derribar las barreras entre los departamentos. Conocer los problemas de los distintos departamentos. Una forma de hacerlo sería estimulando los traslados de personal entre los departamentos relacionados.

10. Eliminar los objetivos numéricos, los eslóganes, y los carteles que piden a la gente que lo haga mejor. En su lugar, colocar los logros conseguidos por la dirección en lo que se refiere a la asistencia a los empleados para mejorar su actuación. Las personas necesitan información sobre lo que la dirección está haciendo sobre los 14 puntos.

11. Eliminar los estándares de trabajo que establecen cupos, comúnmente llamados también trabajo diario medido. Los estándares de trabajo deben producir calidad, no simple cantidad. Es mejor fijarse en los reprocesos, errores, y defectos, y centrarse en ayudar a las personas a que lo hagan mejor. Es necesario que las personas entiendan el objetivo de la organización y cómo se relacionan sus trabajos con éste.

12. Instituir un programa masivo de enseñanza de las técnicas estadísticas. Poner las técnicas estadísticas al nivel del trabajo de cada individuo, y ayudarlo a recopilar la información de manera sistemática acerca de la naturaleza de su trabajo. Este tipo de formación durante el servicio debe estar ligado a la función de la dirección, más que a la función de personal dentro de la organización.

13. Instituir un programa vigoroso de reciclaje para las personas que realizan nuevas tareas. Las personas tienen que estar seguras de que tendrán trabajo en el futuro, y tienen que saber que la adquisición de nuevas habilidades les facilitará esta seguridad.

14. Crear una estructura en la alta dirección que trabaje todos los días en los 13 puntos anteriores. La alta dirección tiene que organizar una agrupación de fuerzas y recursos con la autoridad y la obligación de actuar. Esta agrupación de fuerzas y recursos necesitará la orientación proveniente de un consultor experimentado, pero el consultor no puede asumir las obligaciones que sólo la dirección puede realizar.

### **Sugerencias sobre el estudio de la actuación de un hospital.**

- Un gráfico de rachas, o en algunos casos de la distribución, de cualquiera de las características siguientes de la actuación, mostrarán a la dirección dónde hace falta el reciclaje y ayuda especial, e indicará si los cambios en el sistema han tenido éxito<sup>4</sup>.
- Retrasos en poner los resultados del laboratorio en los gráficos de los pacientes.
- Dosificaciones incorrectas de los medicamentos para los pacientes.
- Errores en la medicación administrada.
- Administración inadecuada de la medicación.
- Seguimiento inadecuado de los pacientes durante la terapia medicamentosa.
- Número de reacciones tóxicas a los medicamentos administrados observadas.
- Número de ensayos de laboratorio solicitados pero no realizados.
- Número de registros médicos incompletos.
- Número de operaciones quirúrgicas innecesarias realizadas.
- Número total de operaciones quirúrgicas realizadas.
- Número de complicaciones quirúrgicas.
- índice de mortalidad, total.
- índice de mortalidad durante las operaciones quirúrgicas.
- índice de mortalidad en la sala de urgencias.
- Número de operaciones quirúrgicas por clases.
- Número de transfusiones.
- Número de reacciones a la transfusión (ocasionadas por factores tales como letreros ilegibles en la bolsa de sangre, o administración a quien no se debía).
- Discrepancias pre-operativas y post-operativas (e.g., el diagnóstico realizado por el internista o cirujano no coincide con los hallazgos del patólogo).

---

<sup>4</sup> Esta lista fue proporcionada por Paul T. Hertz y la Srta. Debra Levine.

- Incendios, derramamiento de productos químicos, y otros accidentes en el laboratorio.
- Utilización experimental de medicamentos.
- Quejas de los pacientes.
- Tiempo medio de permanencia en el hospital.
- Número de pacientes aislados, promedio semanal.
- Número de exploraciones por rayos X solicitadas.
- Número de ensayos de laboratorio solicitados.
- Número de sesiones de radiación.
- Número de EEG y ECG realizados.
- Número de solicitudes e informes ilegibles sobre los pacientes.
- Errores del laboratorio.
- Porcentaje de repeticiones en el laboratorio.
- Tiempo transcurrido entre la recogida de muestras y la llegada al laboratorio.
- Número de muestras inaceptables debido a:
  - Recipiente inadecuado.
  - Cantidad no suficiente (CNS).
  - Falta el nombre del paciente o es ilegible.
  - No coincide el nombre del volante con el del recipiente.
  - Recipiente roto o goteando.
  - Muestras demasiado viejas.
- Faltas, por artículos.
- Superávit, por artículos.
- Tiempo que el ordenador no funciona, distribución por períodos de tiempo.
- Número de reactivos o medios de cultivo caducados.
- Registro de horas extra; número de personas de baja por enfermedad o ausentes por otros motivos
  - Regulares.
  - Voluntarios.

### **Sugerencias para el estudio de la actuación de una línea aérea**

Los registros guardados de forma racional, por vuelo, por localización, o por semana, darán los gráficos de rachas y las distribuciones que detectarán la existencia de causas especiales y medirán los efectos de los intentos de mejorar el sistema. A continuación se da una lista de las características de las industrias de aerolíneas:

- Número de personas en lista de espera tomadas por vuelo.
- Número de pasajeros que se han dado un golpe, por vuelo.
- Factores de carga.
- Distribución del tiempo de las demoras y del tiempo de llegada.
- Número de personas que casi no llegan.

- Distribución del tiempo que los pasajeros pasan en el mostrador para:
  - Comprar los billetes.
  - Facturar el equipaje.
- Distribución del tiempo para expedir el equipaje.
- Número de piezas extraviadas o demoradas.

### **Sugerencias para el estudio de la actuación de un hotel:**

- Tiempo medio que se tarda en recoger las bandejas vacías después de realizar un servicio en la habitación.
- Costes de energía.
- Costes de lavandería.
- Robos.
- Costes de litigios.
- Errores en las reservas.
- Frecuencia con que está completo.
- Rotación de los gerentes.
- Rotación de otros empleados.

## **EJEMPLOS Y SUGERENCIAS**

**Aplicación en la Oficina del Censo.** Uno de los primeros esfuerzos y que con más éxito se realizaron en una organización grande para mejorar la calidad y la productividad a lo largo de todas sus fases, se originó alrededor de 1937 en la Oficina del Censo, bajo la dirección de Morris H. Hansen. En la línea de producción entre (a) los agentes del Censo sobre el terreno, o las respuestas por correo, y (b) las tablas finales publicadas, se realizan miríadas de operaciones.

Las encuestas mensuales y trimestrales realizadas por el Censo sobre el desempleo, comienzo de edificación de viviendas, movimiento de los artículos vendidos al por mayor, morbilidad, y otras características de las personas y de los negocios, tienen una importancia fundamental para los negocios y para la planificación gubernamental. La exactitud de tales encuestas, para que sean útiles al máximo, no se puede cuestionar jamás.

Es necesaria la rapidez, antes de que las cifras se conviertan en obsoletas, pero no a costa de la exactitud. La mejora tanto en la rapidez como en la exactitud se ha logrado por medio de métodos nuevos de formación y supervisión, con la ayuda de los métodos estadísticos.

Han aparecido importantes artículos y libros bajo la autoría de Morris H. Hansen y colegas, para mejorar los muestreos y reducir los errores no debidos al muestreo; también para lograr un balance económico entre los errores de muestreo y los no debidos al muestreo. Aquí no podemos intentar compendiar los artículos y libros que tuvieron su origen en el Censo entre 1939 y 1955.



Bastará con mencionar el libro *Sampling Survey Methods and Theory* de Hansen, Hurwitz, y Madow, Volúmenes 1 y 2 (Wiley, 1953).

Las aportaciones a la calidad y a la productividad hechas por nuestro Censo no podrían haber tenido lugar sin la dirección y el apoyo de la alta dirección y los consejeros del Censo. De hecho, se trata de la historia conjunta de Philip M. Hauser, J.C. Capt, Calvert L. Dedrick, Frederick F. Stephan, Samuel A. Stouffer, y otros.

Las personas dedicadas al censo constituyen un grupo fraternal por todo el mundo, que continuamente están aprendiendo unos de otros. De este modo nuestro propio Censo jugó un papel importante para mejorar la calidad y la productividad por todo el mundo.

Hay que señalar que los Censos son organizaciones de servicios, y gubernamentales.

**La calidad y la productividad en la Oficina de Aduanas.** La Oficina de Aduanas de los EE.UU. pesa un cargamento de balas de lana recibidas, o tabaco, o rayón, haciendo sólo la pesada de una pequeña muestra de las balas y calculando el peso total a bordo por medio de la muestra, haciendo uso de los índices de estimación y de otras técnicas estadísticas. La Oficina de Aduanas también calcula, en el caso de la lana, analizando una muestra de los centros sacados de la muestra de las balas, el contenido neto de lana con el objeto de calcular los impuestos que se han de pagar. Al hacer la pesada por medio de las muestras de las balas, se reduce mucho el coste de la pesada y permite que el barco se haga a la mar días antes de que lo haría si se pesaran todas las balas, tal como se hacía antes de la adopción de los métodos estadísticos. El beneficio no consiste sólo en la reducción del tiempo y en los ahorros de los costes a la Oficina de Aduanas, junto con los miles de dólares ahorrados a las compañías navieras por los gastos de amarre, sino también en la mayor exactitud de las pesadas y del contenido neto de la lana recibida.

La Oficina de Aduanas, a pesar de los adelantos en la gestión y las contribuciones de las técnicas de medida, todavía hace que cada persona que entra en los Estados Unidos rellene un formulario que pide

Apellidos	Nombre	Inicial del segundo nombre
-----------	--------	----------------------------

a pesar del hecho de que un tercio de las personas del mundo anglosajón utilizan la inicial del nombre, el segundo nombre completo y el apellido. Ejemplos: H. Herbert Hoover, C. Calvin Coolidge, J. Edgar Hoover.

**Problemas en el departamento de nóminas.** Una compañía tenía problemas con los errores que se cometían en las fichas de las nóminas. Había 900 personas en nómina, y se cometían mil quinientos errores al día (no es un mal *record*). El departamento de nóminas, como cometía tantos errores, sólo con gran esfuerzo conseguía que los trabajadores recibieran su cheque cuatro

días después de cerrada la semana. ¿Cómo se podía resolver esto? En la Fig. 11 se ve la ficha de control horario. Obsérvese que hacen falta dos firmas, la del empleado y la del capataz.

¿Por qué tenían que firmar la ficha dos personas? ¿Quién es el responsable de la exactitud de la ficha? Al exigirse dos firmas quiere decir que nadie es responsable: problemas garantizados. Sugerencias:

1. Exigir sólo la firma del empleado. Hacerle a él responsable de la ficha.
2. No pedir al empleado que registre ni calcule el total diario. Que hagan estos cálculos en el departamento de nóminas.

Mi predicción consistió en que los problemas desaparecerían en tres semanas. En realidad, desaparecieron en una semana.

Fecha      \_\_\_\_\_

Día                      Mes                      Año

Número de identificación      \_\_\_\_\_

Firma

Reloj		Tiempo transcurrido	Código de trabajo	Código de pago	Cantidad ganada
Inicio	Final				
Total ganado en este día					

\_\_\_\_\_

Capataz

**Fig. 11.** Ficha horaria. Demasiadas firmas. El empleado tiene que hacer demasiados cálculos.

**Problemas de oficina en las compras.** En otro caso, el departamento de compras se quejó de que tres de cada cuatro pedidos les llegaban incompletos o con algún error, como por ejemplo el número del artículo equivocado, número obsoleto, proveedor inexistente, nombre del proveedor mal escrito, falta de la firma del comprador, y un montón más de otros problemas. Sugerí que el pedido se devolviera inmediatamente al comprador si había algo mal. Predije que el problema se evanecería en tres semanas. En realidad, las irregularidades descendieron al 3 por 100 en dos semanas. La mayoría de los problemas restantes se podían eliminar con una supervisión cuidadosa —por ejemplo, proporcionar a los compradores la información puesta al día.

**Vales de viajes.** La dirección del Ministerio de Educación en Washington detectó que hacían falta varias firmas para reclamar cualquier reembolso por viajes<sup>5</sup>. Todas las personas que firmaban la solicitud trataban de aclararlo antes de darle curso hacia la siguiente revisión y firma.

Un simple cambio en el procedimiento eliminó la mayoría de los problemas y aceleró los reembolsos: (1) revisión de las instrucciones, y hacerlas más claras; (2) no suplir los datos obviamente omitidos por el viajante. En vez de esto, devolver el vale al viajante para que lo corrigiera, explicando que esta omisión podía ocasionar un retraso en el reembolso. El problema desapareció por completo en muy poco tiempo. Los rumores viajan deprisa.

Muchas compañías son igualmente culpables de apilar papeles sobre papeles. Sugiero que se pague cada reclamación por viajes y gastos pequeños enseguida, y que se investigue minuciosamente una muestra de las solicitudes, como por ejemplo una de cada 50. La muestra incluiría también el 100 por 100 de las transacciones sospechosas de falsedad. La investigación de la muestra dirá cómo funciona de bien el sistema. Habrán algunos errores, pero su efecto neto será trivial comparado con la economía debida a que los inspectores pasan a hacer un trabajo más útil.

**Procedimientos de contabilidad: valor actual de la planta física y las existencias.** Ahora los procedimientos de contabilidad exigen que el informe del auditor contenga la evaluación de la planta física, el material móvil y las existencias. En una compañía grande, esta evaluación se puede realizar con exactitud por medio de los métodos estadísticos de muestreo, para estimar (a) la condición física de cada categoría de planta, y (b) el valor de reposición al coste nuevo de cada categoría; luego se multiplica para estimar el valor actual. El trabajo sobre el terreno requiere la inspección de sólo un número relativamente pequeño de artículos, 4.000 en total solamente para una planta como la de

---

<sup>5</sup> Estoy agradecido a Robert Caccia y a Emmet Fleming y Joseph Teresa por el privilegio de haber trabajado con ellos en este ejemplo.

la Bell Telephone Company de Illinois, cuyo valor total de reposición al coste nuevo menos la depreciación sobrepasa los 2.000.000.000\$.

El trabajo lo pueden realizar unos inspectores experimentados en el espacio de unas pocas semanas. La utilización de muestras de apreciación sólo puede acabar en una conjetura tosca.

Junto con la información obtenida para evaluar el valor de reposición al coste nuevo menos la depreciación surge la información gratuita por medio de la cual se puede predecir el coste de las reparaciones y las sustituciones durante los próximos cinco años para cada tipo de planta. Esta predicción es mucho más objetiva que los informes de los gerentes de las divisiones, todos los cuales saben que aquél que más grita consigue más dinero para las reparaciones y sustituciones. Las estimaciones de la proporción de conductos subterráneos no utilizados, por tamaños de conductos, constituyen un beneficio más.

### **Reducción de las existencias por medio del estudio del tiempo de tránsito**

Las piezas para automóviles, en los Estados Unidos, se fabrican en varias ciudades de los Estados Unidos y Canadá, y se envían al cliente por tren y por carretera<sup>6</sup>. El estudio del tiempo de tránsito de las piezas, desde la factoría hasta el cliente, indica que en algunos pasillos de tráfico existe un control estadístico bastante bueno exceptuando algunas causas especiales del tipo de demoras en las reparaciones de los camiones que se estropean en ruta. Entonces se puede calcular fácilmente el límite superior del tiempo regular de tránsito.

En un caso, el pasillo iba de Búfalo a Kansas City. Las existencias en ruta más las existencias en Kansas City constituyen la inversión. Se había fijado en cinco días que las existencias estuviesen en Kansas City. Una vez que se vio que el tiempo de tránsito estaba bajo control estadístico (excepto por las averías) se calculó que el límite superior era de 4,2 días. La diferencia, 0,8 días, supone unos ahorros anuales de 500.000\$ para las piezas implicadas en este cálculo.

Estos y otros cálculos similares para las observaciones en otras rutas sumaron 25 millones de dólares, que al interés actual casi suponen 100.000\$ por día.

El tiempo que tarda en realizarse una reparación sería en un vagón de ferrocarril casi nunca es inferior a veinticuatro horas. Es costoso disponer de existencias suficientes para cubrir las faltas debidas a las averías en ruta. Hay otra forma de resolver este problema. En la oficina central se conoce en todo momento la localización de todos los trenes en ruta por comunicación telegráfica directa con el tren. Una solución factible consiste en trasladar rápidamente por camión, desde el vagón que se estropeó, o desde otra planta, piezas suficientes para rellenar el hueco creado por la avería.

---

<sup>6</sup> Estoy agradecido a los Srs. Richard Haupt y Charles Richards y a Edward Baker, de la Ford Motor Company, por el privilegio de haber trabajado con ellos en este problema.

**Un hotel.** Tal como se puso de relieve en el Capítulo 2, casi todas las cosas son únicas. Una vez que los planes están parcialmente en marcha, es demasiado tarde para incorporar la calidad en el producto. Un ejemplo concreto es el de un hotel. Un hotel consiste en un edificio, junto con la calefacción, el aire acondicionado, los ascensores. Luego llegan los muebles. Muchos hoteles (por lo menos en los Estados Unidos) eran monstruosidades antes de que comenzara su construcción. En muchos hoteles el único lugar para colocar la cama es directamente debajo del chorro de aire caliente o frío de la refrigeración o la calefacción. Los muebles de un hotel pueden costar un millón de dólares, y no haber ni algo parecido a un escritorio en las habitaciones. En un hotel nuevo en el que di un seminario, hay la mitad de ascensores de los que se necesitan para soportar el tráfico, y son increíblemente lentos. No me extraña que el fabricante de los ascensores no pusiese su identificación.

Se pide a los huéspedes que apaguen todas las luces cuando salen de la habitación. Para cumplirlo, usted tiene que ir pasando por todas las luces encendidas, buscando el interruptor, y luego tratar de descubrir cómo se apaga. Cada luz es un rompecabezas. Los arquitectos de dos hoteles de este planeta utilizaron la cabeza (quizás después de haber estado en un hotel). En el Hotel Constellation de Toronto hay un interruptor general en la puerta. En el Hotel Mandarín de Singapur hay una conexión y desconexión automática en la puerta.

¿Están mejorando los hoteles, siendo cada uno un poco mejor en cualquier aspecto que el que se acabó de construir hace un año? (Ver la p. 40.) El gerente del hotel no puede hacer nada, ha heredado una pifia. ¿Qué le ocurriría al gerente de un hotel si sugiriese a los propietarios que iba a subastar los muebles, y utilizar los beneficios de la venta para comprar muebles funcionales? Mañana mismo se quedaba sin trabajo. Correría la misma suerte si sugiriera que la dirección pusiese nuevas conducciones para el aire acondicionado, o rehiciese la instalación eléctrica de las habitaciones, o añadiese un ascensor. Es impotente, y sólo puede tratar de ayudar a los huéspedes a que se olviden de las habitaciones, y admitir que el bar, el servicio y la música son estupendos.

Resultaría sencillo, y los huéspedes lo agradecerían mucho, que el hotel proporcionase buenas perchas para abrigos en las habitaciones. Algunos hoteles lo hacen. Ejemplos: El Broadway Inn de Columbia, Missouri; Loews Paradise Inn, cerca de Fénix; Travelodges de Nueva Zelanda; el Hotel Drury Lañe de Londres; el Hotel Imperial de Tokio.

Las observaciones planificadas estadísticamente podrían hacer que la dirección estuviese informada de las características del comportamiento, tales como estas:

- Proporción de habitaciones que se ordenan satisfactoriamente antes de que se registren nuevas entradas.
- Distribución del tiempo requerido para ordenar las habitaciones que se quedan libres a la espera de ser ocupadas.

- ¿Forman estos períodos de tiempo una distribución estadística, o hay puntos separados?
- Si hay puntos separados, ¿cuál es la causa? ¿Resultaría económico eliminar la causa?
- Proporción de huéspedes que necesitan un escritorio donde no hay ninguno.
- Proporción de habitaciones sin iluminación adecuada sobre el escritorio.
- Proporción de habitaciones sin la adecuada provisión de material de escritorio.
- Proporción de habitaciones en las cuales el teléfono no funciona correctamente.
- Proporción de huéspedes que se quejan de que el aire acondicionado es demasiado ruidoso.

Cualquier lector podrá añadir otros problemas detectados en los hoteles.<sup>7</sup>

Un sistema estable, puesto de manifiesto por un gráfico, indicaría que la responsabilidad para mejorar reside completamente en la dirección (ver Capítulos 1 y 11).

**El Servicio Postal.** Uno podría preguntarse por qué el correo de primera clase de los Estados Unidos es casi el peor del mundo industrializado. Sin embargo, podría ser el más eficiente del mundo. Las pérdidas ocasionadas a los negocios debido al deficiente servicio de correos en los Estados Unidos son elevadas y deplorables. Por supuesto que un mejor servicio exigiría tarifas postales más elevadas.

Los servicios de mensajeros, personas que llevan sobres o documentos de una empresa a otra, dentro de la misma ciudad o entre (e.g.) Nueva York y Filadelfia, se ha convertido últimamente en una industria floreciente en los Estados Unidos, debido al mal funcionamiento del correo de los EE.UU.

Desde luego que el problema reside en la dirección del Servicio Postal, que jamás ha tenido el privilegio de decidir cuál debería ser la función de un correo de primera clase. ¿Debería ser lento, infrecuente y barato, o rápido, con más repartos a un coste más elevado? Ambas alternativas serían posibles si hubiese un sistema postal de prioridades.

**Supercontratación.** La línea aérea que practique la supercontratación necesita una orientación estadística para optimizar las ganancias y minimizar las pérdidas que pueden surgir de diversas fuentes, incluyendo las penalizaciones. Hay dos facetas a considerar: (1) asientos vacantes, que suponen pérdida de ingresos; (2) asientos vendidos dos veces, con la posibilidad de tener que pagar una penalización por cada pasajero dejado en tierra. La penalización puede

<sup>7</sup> El libro de Philip B. Crosby, *Quality is Free* (McGraw-Hill, 1979), dice en las pp. 59-63 cómo perder dinero en un hotel y liquidarlo. Existe versión en castellano: «La calidad no cuesta» (CECSA), 2.<sup>a</sup> impresión, Nov, 1987), pp. 54-57. (N. del T.).

consistir en un vuelo gratis en cualquier otra compañía, más una cantidad de dinero. (La supercontratación en un hotel puede que no sea tan grave: a menudo el gerente puede encontrar otra habitación en el hotel de enfrente.)

El problema estadístico consiste en minimizar la pérdida neta procedente de los dos posibles errores (penalización por haber más pasajeros que asientos, y las pérdidas por tener más asientos que pasajeros). No hace falta ninguna teoría estadística para conseguir un historial limpio sobre la decisión de (a) no vender jamás más asientos de los disponibles y (b) jamás pagar una penalización.

Con una buena gestión, se dispone de un plan racional dictado por la teoría estadística para minimizar las pérdidas netas ocasionadas por ambas eventualidades, incluyendo la penalización por no disponer de un asiento para un pasajero con reserva.

El primer paso consiste en obtener el historial de las demandas para cada viaje, estudiando los ciclos semanales y otros, sobre los que basar la predicción racional de la demanda con unos días de adelanto, y con sus límites de confianza. Entonces se puede calcular el número óptimo de asientos que se pueden reservar por encima de la capacidad, para obtener el máximo beneficio.

**Fotocopiadoras.** El análisis adecuado de los registros del servicio técnico suministrado a las fotocopiadoras, al igual que a los de las instalaciones de otros aparatos y maquinaria, que indiquen el tiempo transcurrido entre (a) el momento en que el cliente solicita el servicio y (b) la visita del técnico, suministraría las señales estadísticas que indicarían las causas especiales de las demoras, y describirían, en términos significativos, el comportamiento del servicio de asistencia técnica. Con un diseño adecuado, la compañía de asistencia técnica podría conocer la proporción de problemas debidos a:

- La máquina en conjunto; al igual que a cualquier componente concreto de la misma.
- El cliente.
- El técnico.

¿Qué técnicos necesitan más formación, o deberían trasladarse a otras tareas? En el caso de las fotocopiadoras, algunos clientes se quedan satisfechos con copias arrugadas. Otros son muy quisquillosos y llaman al técnico al menor defecto. Los registros que guardan los técnicos desvelan a qué categoría pertenece cada cliente, y pondrían de manifiesto dónde serían deseables mejores diseños. También indicarían si los clientes necesitan ser informados sobre lo que pueden esperar de la máquina, y si necesitan instrucciones mejores sobre cómo utilizarla y cómo cuidarla. Algunos clientes puede que necesiten una máquina más cara, o una más barata<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Estas son dos excelentes referencias: Nancy R. Mann, Raymond Schafer y Nozer D. Singpurwalla, *Methods for Statistical Analysis of Reliability and Life Data* (Wiley, 1974), y Richard E. Barlow y Frank Proschan, *Statistical Theory of Reliability* (Holt, Rinehart y Winston, 1975).

**Restaurantes.** A menudo me he preguntado en un restaurante, cuando estaba sentado y sintiéndome impotente, esperando el siguiente plato, o igualmente impotente esperando que me trajesen la cuenta con el objeto pagar y dejar libre un asiento, viendo una fila de personas esperando conseguir uno, cuánta capacidad desperdiciada hay en un restaurante debido a la mala supervisión. Si las personas fueran servidas con diligencia (no con prisa), y se les presentara la cuenta cuando están listas para pagar y dejar el sitio a los nuevos comensales, la productividad, la capacidad y los beneficios aumentarían sustancialmente, y los clientes quedarían más satisfechos.

¿Cuántos comensales, de los que están sentados, están intentando, en vano, llamar al camarero? ¿Cuántos camareros se encuentran, en este preciso instante, de pie y mirando a la luna? ¿Cuántos platos estaban listos hace diez minutos, para que los camareros los sirvieran, buenos para comérselos hace diez minutos, y ahora buenos para ser rechazados? ¿Qué clases de alimentos se comen sólo hasta la mitad? Unos recuentos rápidos en momentos aleatorios, por los métodos de Tippett, proporcionarían las respuestas a un coste bajo<sup>9</sup>.

¿Qué comidas de los menús se piden más que otras? ¿Cuáles casi no se piden? ¿Cuáles ocasionan pérdidas? ¿Podrían suprimirse sin causar una grave pérdida de clientela? ¿Cuáles podrían ofrecerse, con beneficio, una vez a la semana, en vez de diariamente y con un beneficio bajo o con una pérdida evidente?

De entre los distintos costes, ¿cuales son los más elevados? ¿Cómo podrían reducirse? Se podrían cambiar las comidas y el servicio cuando el Servicio Nacional de Meteorología predijese una ola de calor o una ventisca.

**Sistema de transporte en la ciudad.** Las observaciones realizadas con un diseño aproximadamente estadístico indicarían dónde y a qué hora del día hay trabajo para atender las necesidades del público. Los horarios expuestos en las paradas, y su cumplimiento estricto, harían aumentar el negocio. No hay más que visitar una ciudad europea para descubrir lo que se puede hacer para mejorar el servicio en los Estados Unidos.

Los sistemas de transporte en los Estados Unidos se ven obstaculizados por la exigencia de conceder el negocio al licitador más bajo (tal como se señaló en el Capítulo 2).

**Más ejemplos del transporte por carretera.** Las muestras de las facturas del transporte emitidas por los transportistas de mercancías generales de los Estados Unidos y Canadá, seleccionadas y procesadas por medio de procedimientos

---

<sup>9</sup> Ver Marvin E. Mundel *Motion and Time Studies* (Prentice-Hall, 1950; ed. rev. 1970), p. 128; L.H.C. Tippett, «Ratio-delay study», *Journal of Textile Institute Transactions* 36, n° 2 (febrero 1935); R.L. Morrow, *Time Study and Motion Economy* (Ronald Press, 1946), pp. 176-199; C.L. Brisky, «How you can put work sampling to work», *Factory* 110, n° 7 (julio 1952) 84-89; J.S. Pairo, «Using ratio-delay studies to set allowance», *Factory* 106, n° 10 (octubre 1943):94.



basados en la teoría de la probabilidad (para obtener el máximo de información por coste unitario), proporcionan la información para lo siguiente:

- Para las audiencias ante la Comisión de Comercio Interestatal, a solicitud de los transportistas para reestructurar las tarifas de transporte, por pesos y kilometrajes. Los mismos datos proporcionan también la base para negociar con los expedidores las tarifas de los envíos según pesos y kilometrajes.
- Para estudios del negocio. Los transportistas pueden observar, de los resultados de los estudios continuados, qué rutas, pesos y kilometrajes y qué clases de servicios son negativos para el negocio y cuales son beneficiosos.

Ninguna otra industria dispone de información tan detallada, exacta y oportuna para utilizarla en el negocio o como base racional para establecer las tarifas.

Estos estudios continuados del tráfico se llevan a cabo por los mismos transportistas (no por una agencia gubernamental), con procedimientos estadísticos diseñados y seguidos por este autor.

Otros tipos de estudios llevan a la reducción de los errores en la carga, la recogida y entrega, reducción en los daños y reclamaciones por daños, y errores en la facturación.

Otro estudio indica si los distintos pasos encaminados a reducir el consumo de carburante —cargas mayores, ventiladores funcionando en vacío, puesta a punto regular (o irregular, según lo que sea mejor para el coste), son eficaces y en qué medida, y reforzar la rapidez en las rutas entre ciudades cuando sea económico.

**El tren.** Los estudios de los datos obtenidos a través de de un diseño estadístico adecuado proporcionarían información por medio de la cual:

1. Se redujesen los errores en los trasbordos interlineales, y también en los billetes locales.
2. Disminución del tiempo de parada de los vagones, que a su vez haría descender el importe pagado por la utilización del vagón. Los clientes tardarían menos en recibir contestación a sus solicitudes para cargar vagones vacíos.
3. Saber si los retrasos del tránsito forman un sistema estadístico. Si hay puntos por fuera, ¿cuáles son sus causas? ¿Por qué no eliminar estas causas (si se detectan los puntos por fuera del sistema)?

¿Qué se puede hacer para reducir los intervalos de la distribución del tiempo de tránsito? La reducción de la distribución supondría un mejor servicio para el cliente y ahorros para el ferrocarril, por realizar un servicio más fiable y uniforme. En la p. 164 apareció un ejemplo.

¿Hace y utiliza el ferrocarril la distribución del tiempo que pasan los

vagones en los talleres de reparación, según los diferentes tipos de reparaciones? El ferrocarril paga un alquiler por cada hora que el vagón está en el taller, independientemente de quién sea el propietario del vagón. Ellos tienen los registros de las reparaciones, o pueden conseguirlos.

¿Dónde está la distribución de las horas transcurridas entre el momento en que un cliente informa al ferrocarril de que está dispuesto para cargar un vagón o varios vagones, y el momento en que le llegan a él el vagón o los vagones vacíos, para cada terminal importante? ¿Cuántos vagones de los que le llegaron eran los adecuados? ¿Cuántos estaban sucios? ¿Dónde está la distribución de las horas transcurridas entre el momento en que el vagón está listo y el momento en que se traslada?

Por medio de los métodos basados en los muestreos de probabilidad sería posible realizar ensayos periódicos de muestras de equipos rodantes, equipos de señalización, equipos en los almacenes y en los muelles y en los camiones, para determinar la proporción y el número de artículos que están agotados y que necesitan ser reparados o sustituidos inmediatamente, y para estimar los costes del año próximo para el mantenimiento y las sustituciones. El examen de las vías, el firme y las nivelaciones en puntos seleccionados estadísticamente, proporcionaría la información sobre las reparaciones que hacen falta. Los métodos del muestreo de probabilidad para tales estudios son una herramienta muy útil para la administración.

¿Se preocupan los clientes del servicio que se les da? Incluso si no lo hacen, las mejoras en la actuación proporcionarían más beneficios con los equipos existentes y las vías, o incluso podría venderse parte del equipo existente, y mejorar el servicio a los clientes.

En una encuesta que realicé para un ferrocarril, resultó que los técnicos se pasaban tres cuartas partes del tiempo esperando las piezas.

### **Estudios del funcionamiento de una compañía telefónica.**

1. Por medio del diseño estadístico adecuado, estimar la utilización de los circuitos y del equipo de transmisión: ¿Qué proporción de tiempo se utilizan los circuitos y los equipos de transporte para la voz, prensa, transmisión de datos, telegramas privados, telegramas públicos, etc.?<sup>10</sup>. Los resultados se utilizan como base para fijar las tarifas de los distintos servicios.

2. Por medio de un diseño estadístico adecuado, estimar la frecuencia de uso de los conmutadores, y otros equipos de la oficina central, para pasar

---

<sup>10</sup> Estoy agradecido a mis amigos de las compañías telefónicas por su ayuda en esta sección, especialmente al Dr. Robert J. Brousseau de AT&T, James N. Kennedy de la Illinois Bell Telephone Company, y al Dr. Franklin Sharp, autor de «Managing statistics and operations research for management», ponencia presentada en una reunión de la American Statistical Association de Boston, en agosto de 1976. Por último, me siento agradecido por el privilegio de haber trabajado con varias compañías telefónicas, desde 1949 en adelante, en numerosos tipos de estudios.

de servicios locales a servicios de larga distancia. Los resultados se utilizan para dividir los ingresos entre servicios locales y servicios a larga distancia, y en última instancia para establecer las tarifas.

3. Por medio de un diseño estadístico adecuado, estimar la depreciación física de las distintas clases de equipos —conmutadores, relés, centralitas telefónicas privadas, líneas de centralitas subterráneas, cables subterráneos de larga distancia, oficinas de teléfonos de una comunidad, conductos, bobinas de carga, postes, líneas aéreas, terminales en los postes y en los edificios, aparatos de teléfono y dispositivos de señales.

4. Conseguir la reducción de los errores de facturación, a bajo coste.

5. Realizar ensayos sobre los registros de la planta física. ¿Son satisfactorios los registros? ¿Qué clases de errores tienen que corregirse y en qué áreas?

6. Conciliar el uso conjunto de las propiedades, como las de los postes. La compañía telefónica puede ser propietaria de un poste, o puede que lo sea la compañía eléctrica, o pueden tenerlo en propiedad al cincuenta por cien, o de cualquier otro modo. Se pagan un alquiler una a otra por la utilización de los postes. ¿Paga demasiado una compañía a la otra? Los estudios por medio de un diseño estadístico adecuado proporcionan las respuestas con precisión demostrable. Los estudios subsiguientes mantienen el equilibrio en los pagos. (Sería imposible una conciliación completa debido al tamaño del trabajo, y si se intentara, se introduciría un nuevo conjunto de errores, y el estado final sería peor que el inicial.)

7. Estudiar la eficacia de la publicidad sobre los ingresos debidos a llamadas de larga distancia.

8. Realizar una simulación en un oficina de teléfonos. Los psicólogos de una central propusieron ciertos tipos de responsabilidades adicionales para las operadoras, con el objeto de enriquecer el trabajo. Como los cambios propuestos podían tener unos efectos drásticos sobre la productividad, el grupo de investigación estableció un modelo de simulación para estudiar un cierto número de cambios posibles.

9. Realizar estudios para reducir el tiempo que emplean las operadoras en hacer varios tipos de llamadas, al trabajar más inteligentemente, no más. La mecanización del análisis, con un procedimiento de muestreo cuidadosamente diseñado para realizar los estudios de demoras de las ondas de radio suministra los resultados de una forma continua.

10. Estudio de las rutas óptimas para los servicios por mensajero entre distintas ubicaciones de la compañía telefónica dentro de un área metropolitana. Una compañía telefónica debe disponer de uno o más sistemas de despacho central para el correo interno de la compañía, y numerosas rutas para recoger y repartir el correo de la misma, en un número elevado de ubicaciones. Los Laboratorios Bell desarrollaron un algoritmo de programación entera para ayudar a determinar el número óptimo de rutas y de paradas que hay que hacer en cada ruta.

11. Determinar la ubicación óptima de los equipos nuevos. Se pueden

lograr ahorros en los costes de operación sustituyendo los equipos de conmutación electromecánica, más que añadiendo nuevos equipos electromecánicos. Los Laboratorios Bell han desarrollado un algoritmo de programación no lineal para ayudar a determinar dónde y cuándo se debería instalar el equipo electrónico. Otros investigadores de las compañías telefónicas han desarrollado *software* orientado al usuario y han incorporado algunos procedimientos adicionales para hacer los análisis financieros.

12. Realizar estudios continuados de los gastos y de la utilización de los equipos comunes, siguiendo los procedimientos estadísticos diseñados por el Dr. Robert J. Brousseau de la American Telephone and Telegraph Company, en un esfuerzo conjunto con otras compañías telefónicas, constituyendo la base subyacente para establecer los ingresos y cargos interlineales para utilizar equipos conjuntamente, principalmente los circuitos de larga distancia.

13. Estudiar el inventario y conciliar los registros de ingeniería y los registros de contabilidad de los cables y repetidores subterráneos, los cables aéreos, y otros equipos; lo mismo con los equipos telefónicos, incluyendo los conductores y la instalación (equipo de la estación), sobre la premisa de los clientes.

14. Estimar los costes unitarios del material y la mano de obra de las conexiones en las estaciones.

15. Desarrollar ayudas para enseñar a las operadoras.

16. Estimar el coste de los cuidados dentales de los empleados.

17. Realizar estudios por medio de los cuales se reduciría el riesgo de que la compañía no recaude las cantidades debidas por servicios telefónicos prestados a las personas que cambian de domicilio sin haber pagado los recibos de los servicios telefónicos (la Illinois Bell sola pierde varios millones de dólares al año).

18. Estimar la utilización de las páginas amarillas, y cómo hacer que sean más útiles.

19. Estudiar los problemas que tienen los clientes para descifrar los recibos del teléfono, con el objeto de mejorar el formato de los recibos.

**Los grandes almacenes.** Las observaciones, por departamentos, de la cantidad de tiempo que los clientes están a la espera de ser atendidos, y el número de personas que se van por no haberlo sido, proporcionarían la base para utilizar una función de pérdidas que ayudaría a que la dirección decidiera si, dónde y cuándo sería rentable disponer de servicio adicional.

Existe una gran laguna en la utilización de la función de pérdidas con tal fin: nadie sabe las pérdidas que acarrear al comercio las personas enfadadas que se cansan y se largan. Un cliente descontento puede influir sobre muchas personas más; al igual que un cliente satisfecho.

Hay que hacer observaciones instantáneas sobre:

La actitud del dependiente hacia el cliente.

La actitud del cliente hacia el empleado.

**Los coches y el cliente.** Nos detenemos aquí para hacer una breve observación, que se puede aplicar fácilmente a otras muchas cosas. Un importante fabricante de coches, al darse cuenta de que tiene que conocer los problemas del comprador de un coche, remite a todos los compradores, un año después de la fecha de la compra, un cuestionario para conocer sus dificultades y su experiencia.

Se devuelven la mitad de los cuestionarios; la otra mitad no. Ahora bien, todos los estadísticos saben el peligro que hay en sacar conclusiones de unas respuestas incompletas, incluso si se devuelven el 90 por 100 de las mismas. El refugiarse en el argumento de que los riesgos que se ocultan en las respuestas incompletas pueden ser pequeños, si las conclusiones se limitan a las tendencias, es tan sólo la expresión de un deseo sin ningún fundamento.

Una modificación sencilla, bien conocida<sup>11</sup>, consistiría en enviar los cuestionarios tan sólo a una muestra de mil compradores, bien seleccionados; y luego hacer entrevistas personales con las personas que no respondieran. Esta modificación reduciría en gran manera el coste del estudio, y daría unos resultados que podrían utilizarse con un grado elevado de confianza.

Podría aplicarse el mismo procedimiento a cualquier otro producto para el cual exista una lista de compradores. De hecho, esta sugerencia es una práctica corriente en algunas compañías, como cualquier persona implicada en la investigación de clientes sabe.

## REDUCCIÓN DE LOS ERRORES EN UN BANCO

Por WILLIAM J. LATZKO

**El banco.** Mis amigos que están metidos en el negocio bancario reconocen que la gestión de los bancos está menos encaminada hacia sus clientes que la gestión en cualquier otro negocio. Se está empezando a recopilar todas las cuentas de cualquier cliente —cuentas corrientes, cuentas de ahorros, cuentas fiduciarias, depósitos, préstamos. Las modernas máquinas procesadoras de datos simplifican mucho esta coordinación. Pero esto está lejos de dar a conocer las necesidades de los clientes, y hasta qué extremo el banco no satisface estas necesidades. ¿Por qué el cliente de un banco saca un préstamo en cualquier otra parte, para comprarse un coche o una casa, o para remodelar su casa? Ni este hecho ni sus razones figuran en el registro. Si se hiciera un poco de investigación sobre los clientes, ésta y un montón de preguntas más quedarían contestadas.

---

<sup>11</sup> Consultar cualquier libro de texto sobre muestreo o procedimientos de encuestas.

**El gran error.** En un banco, como en cualquier otro negocio, existe el eterno problema de reducir los errores. La inspección en un banco tiene dos objetivos. Uno es detectar los errores antes de que lleguen al cliente, el otro es anticiparse a los fraudes. La búsqueda de la calidad en los bancos no es una cosa nueva; se remonta a los tiempos de los faraones. Tradicionalmente, la única comprobación de la calidad que hace el banquero ha sido a través del inspector o signatario, acumulando montones de inspección sobre el sistema, bajo la suposición de que el único error costoso es aquel que permite que el banco moleste al cliente. Todo el trabajo, tiempo y dinero gastado para anticiparse a tal desastre ha sido simplemente el coste de hacer negocios, absorbido en los costes operativos que sólo muy rara vez ve la dirección. Hay cuatro clases de costes:

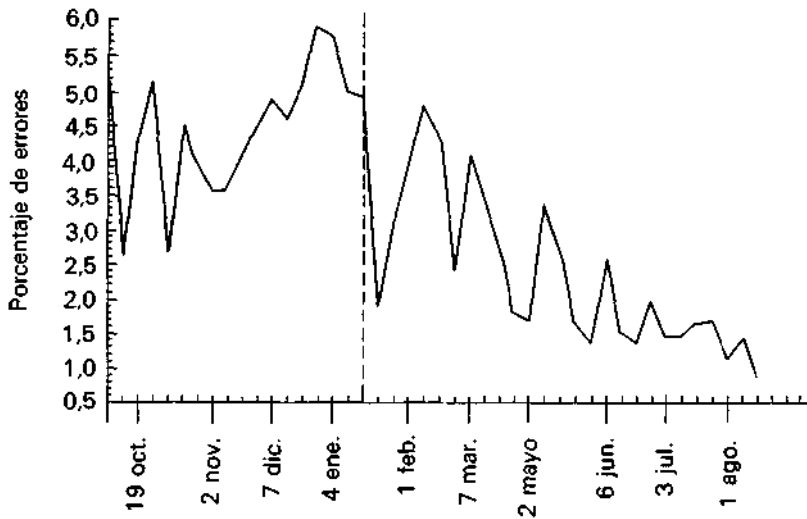
1. Costes de estimación, verificación e inspección del trabajo. Este es el sistema tradicional de inspección —todo un ejército de personal del banco que se ocupa de verificar y volver a verificar.
2. Coste de los fallos internos, probablemente el malo de la historia de la banca. Los errores que se detectan, se corrigen con un gran gasto.
3. Coste de los fallos externos. Estos son los errores que llegan al cliente y provocan unas investigaciones caras, ajustes, penalizaciones y pérdida de cuentas.
4. Coste de prevención, que es el análisis y la sistemática del control de calidad. La teoría es sencilla. La detección y corrección de los problemas en las fases iniciales hacen disminuir los costes a lo largo de toda la línea, mejoran la calidad y reducen los costes.

Dentro de cualquier sistema, sea de banca o de fabricación, hay dos tipos de calidad. La primera es la calidad del diseño. Estos son los programas concretos y los procedimientos que prometen producir un producto o servicio vendible: en otras palabras, lo que quiere el cliente. El segundo tipo es la calidad de la producción, el logro de los resultados con la calidad prometida.

El control de calidad trabaja sobre ambos, el producto y el diseño del producto. Y es en este punto cuando el control de calidad comienza a diferenciarse del sistema tradicional. No es suficiente con encontrar un error. Es indispensable encontrar la causa que hay detrás del error, y construir un sistema que minimice los errores futuros.

**Mejora de la actuación.** El programa de mejora de la calidad funciona a nivel del supervisor de primera línea. Ha traído los resultados mostrados en la Fig. 12 y ha mejorado la moral, ya que ahora los empleados tienen la seguridad de que no se les culpará por los errores que no están bajo su gobierno.

El registro, trazado regularmente por un ordenador, proporciona la capacidad del proceso para cada individuo. Así se puede comparar el comportamiento de cada individuo con el del grupo. Se puede proporcionar ayuda a las personas que caen por fuera de las tolerancias del grupo.



**Fig. 12.** Resultados del programa de mejora de la calidad. Se refiere concretamente a la mecanografía en el departamento de telegramas. Ahora se pueden detectar los problemas antes de que se conviertan en críticos.

**Moral de los empleados.** En un principio, cuando los índices de rechazos aumentaban, los operarios de los ordenadores empezaban a echarse las culpas unos a otros. Turno contra turno, y departamento contra departamento. Al final, todo el mundo echaba la culpa a «la máquina». Los resultados fueron la discordia, disarmonía y la moral baja. Con los métodos estadísticos, la causa de un índice anormal de rechazos se puede asignar automáticamente al departamento, al turno, a la máquina, al operario, y por último a lo importante, al problema. Porque, como se dijo anteriormente, los métodos estadísticos exigen la identificación del problema, no del individuo. Con tal filosofía, todo el mundo colabora para señalar al culpable real, el problema.

Algunos expertos en banca declaran que entre el 40 y el 60 por 100 del staff de cualquier banco está implicado en la verificación del trabajo que hacen otros miembros del staff. Los métodos estadísticos ayudan a reducir la frecuencia de los errores. Estos tienen un impacto dramático y de largo alcance sobre el futuro de la banca. Al concentrarse la inspección en los puntos críticos, como los que tengan un elevado valor en dólares, y al hacer la verificación de otros puntos por muestras, se puede conseguir mayor exactitud, y disminuir la cantidad de inspección.

Los programas de mejora se pueden instituir en cualquier banco, independientemente del tamaño, ya que se pueden hacer a la medida según las necesidades específicas, y se pueden diseñar para que crezcan con el banco, ampliándose conforme vayan apareciendo nuevas áreas de aplicación.

Para cada unidad que se estudie, sea una persona, una máquina o un sistema, se hace el seguimiento a lo largo de un período de tiempo para

determinar la capacidad del proceso: lo que puede predecirse que hará bajo condiciones normales (ver el Capítulo 11). La capacidad del proceso de una operación se puede determinar generalmente en tres meses.

Si la dirección decidiese que la capacidad del proceso no está dentro de unos límites aceptables, entonces la dirección tendría que hacer algo respecto al proceso o al sistema. La calidad no puede sobrepasar la capacidad del sistema. La calidad no se puede introducir en un producto o servicio mediante la inspección: se tiene que incorporar en él (Harold F. Dodge; ver el Capítulo 3).

### SUGERENCIAS PARA ESTUDIOS CONTINUADOS ADICIONALES EN UN BANCO<sup>12</sup>

*Objetivo:* mejora continuada de la economía y reducción de los errores.

*Técnicas:* gráficos de rachas, gráficos de control, técnicas de Tippett.

Índices de rechazo de cheques procesados por las clasificadoras MICR<sup>13</sup> de alta velocidad.

Mantenimiento y tiempo no productivo de las máquinas MICR.

Medidas del comportamiento del proveedor —revisión periódica de los cheques procedentes de impresoras externas para detectar errores, i.e., número de símbolos y números mal codificados en los cheques, o número de símbolos y números que faltan.

Coste del tratamiento de las excepciones.

Tiempo transcurrido entre la recepción de una solicitud por parte del cliente y su realización.

Número de clientes que esperan en la cola.

Distribución del tiempo de transacción por cajero.

índice de rotación de los cajeros.

índice de errores de los cajeros.

Porcentaje de incumplimientos de préstamos por categorías (medida de la calidad del sistema de clasificación de los préstamos, y que avisa tempranamente de las dificultades).

índice de errores asociados a los cheques procesados con un plan de inmovilizados.

Tiempo medio para procesar los artículos vía el plan de inmovilizados.

Proporción de errores comunicados por los clientes, más bien que los detectados por los medios internos.

Número de cheques o de notas comerciales devueltos a causa de los errores en su relleno.

Tiempo no productivo de los ordenadores.

Proporción de errores asociados a las transferencias de dinero.

Número de cuentas vencidas.

<sup>12</sup> Paul T. Hertz y la Srta. Debra Levine me indicaron la existencia de esta lista.

<sup>13</sup> Magnetic Ink Character Recognition —Reconocimiento de Caracteres de Tinta Magnética. (*N. del T.*)



Promedio y variación en la antigüedad de los préstamos importantes. (El seguimiento de las dos áreas precedentes puede permitir la reducción de los costes asociados con la vigilancia de los préstamos vencidos.)

Tiempo para corregir los errores, por tipos importantes de errores.

Volumen de dólares generados.

Número total de cuentas.

Rendimiento neto de los préstamos: rendimiento neto por préstamo.

(Las tres medidas anteriores reflejan la rentabilidad de la institución bancaria.)

Número de cuentas nuevas abiertas.

Número de llamadas solicitando la apertura de cuentas nuevas.

Número de préstamos clasificados y cancelados.

### *Rentabilidad de las Cuentas*

1. Errores en los extractos del análisis de cuentas de depósito a la vista.
2. Errores en los extractos del balance de compensación.
3. Errores en los cargos por servicios.
4. Ajustes necesarios del libro mayor y de flotación.

### *Ajustes*

1. Vales generados por diferencias.
2. Consultas realizadas por los clientes.
3. Diferencias atrasadas no resueltas.
4. Consultas de clientes atrasadas no resueltas.
5. Desglose de los errores por tipo y área que genera el error.
6. Puntualidad en la resolución de errores.
7. Diferencias canceladas.

### *Edificio*

1. Quejas del inquilino respecto a la temperatura, humedad, limpieza, servicio de ascensores, etc.

### *Bonos*

1. Errores en las transacciones recibidas (seguir e informar al autor).
2. Tiempo no productivo del equipo.
3. Impacto en dólares de plazos de fianzas pasados por alto.
4. Errores en las transacciones por la perforadora/proceso.
5. Errores en el balance de las custodias.
6. Errores de proceso en los Fondos Federales.
7. Número e impacto de transacciones atrasadas y actividades de los Fondos Federales.
8. Descubiertos debidos a los asientos de Bonos.
9. Ajustes necesarios en los balances de cuentas de depósito a la vista debidos a asientos tardíos de Bonos.

*Préstamos Comerciales*

1. Faltan documentos auxiliares en préstamos contratados.
2. Rechazos al entrar los préstamos al sistema.
3. Retroactividades exigidas.
4. Extractos corporativos devueltos.
5. Correcciones necesarias en las transacciones de préstamos.

*Servicios de Ordenador*

1. Puntualidad de las entregas por mensajero.
2. Puntualidad de los informes procedentes de la Central de Ordenadores hacia el banco.
3. Puntualidad de los *inputs* del banco a la Central de Ordenadores.
4. Cantidad de tiempo que el sistema del programa principal está parado.
5. Cantidad de tiempo que el sistema del programa principal no está disponible.
6. Evaluación por parte de los usuarios de los servicios suministrados por el Centro de Ordenadores.

*Procesado de las Cuentas de los Clientes*

1. Faltan cheques/extractos cuando se preparan los extractos.
2. Rechazos de aplicación de ahorros y cuentas de depósito a la vista.
3. Falsificaciones pagadas.
4. Órdenes de no pagar pasadas por alto.
5. Errores en la preparación de extractos.
6. Problemas con el equipo para preparar los extractos.

*Operaciones con Clientes*

1. Cuentas de depósito a la vista nuevas y depósitos de ahorro rechazados porque la información sobre la cuenta nueva no se ha procesado a tiempo.
2. Errores de *input* en pantalla.
3. Huelgas.
4. Percepción de la calidad por parte del cliente.
5. Tiempo que se tarda en dar solución a las quejas de los clientes.
6. Reducción de cuentas.
7. Errores en las solicitudes de cheques.

*Información a los Clientes*

1. Llamadas de clientes que se quedan bloqueadas (por estar comunicando) o se abandonan (por hacer esperar, y el cliente cuelga).
2. Rechazos del Archivo Central de Información.
3. Errores en cambios de nombre y domicilio.
4. Puntualidad para procesar los formularios del Archivo Central de Información y de nombre y domicilio.
5. Quejas de clientes/preguntas sobre problemas.

6. Errores en transferencias telefónicas.
7. Aplicaciones del programa principal que no están en el Archivo Central de Información.
8. Extractos de cuentas de depósito a la vista y cuentas de ahorro devueltos (domicilio equivocado).

#### *Contabilidad de la Corporación (Libro Mayor General)*

1. Elementos FIS mal anotados.
2. Elementos FIS no anotados.
3. Puntualidad en el proceso de las facturas.

#### *Procesado de la Contabilidad de la Corporación*

1. Faltan cheques y extractos.
2. Reducción de cuentas.
3. Rechazos al ordenar (clasificar a mano).
4. Pagadero en/problemas cinta ARP.
5. Falsificaciones pagadas.
6. Ordenes de no pagar pasadas por alto.

#### *Información al Cliente Corporativo*

1. Llamadas de clientes bloqueadas o abandonadas.
2. Rechazos del Archivo Central de Información.
3. Errores de *input* en entradas del Archivo Central de Información.
4. Errores de *input* en cambios de nombre y domicilio.
5. Errores de transferencias telefónicas.
6. Extractos de cuentas de depósito a la vista devueltos (dirección equivocada).
7. Quejas clientes/consultas de problemas.
8. Aplicaciones del programa principal que no están en el Archivo Central de Información.

#### *Crédito Clientes*

1. Valor en dólares y número de descubiertos.
2. Valor en dólares y número de cancelaciones.
3. Cargos descubiertos retrocedidos.
4. Cuentas canceladas por manipulación insatisfactoria.
5. Faltan cheques que se deberían devolver.
6. Quejas clientes.
7. Número de cartas de aviso remitidas.
8. Errores en cambios de estado.
9. Veces que las reservas disponibles y el libro mayor no cuadran.

#### *Referencias Clientes*

1. Cargo domiciliario —errores del Archivo Central de Información.
2. Rechazos de mantenimiento del Archivo Central de Información.

3. Puntualidad para verificar formularios de nombre y dirección.
4. Número de notificaciones de cambios domicilio.
5. Faltan firmas o firmas ilegibles en ficha catalográfica.
6. Aplicaciones del programa principal que no están en el Archivo Central de Información.
7. Extractos de cuentas de depósito a la vista y ahorros devueltos (dirección equivocada).
8. Quejas clientes.

#### *Banco de Reserva Federal*

1. Rechazos de alta velocidad y baja velocidad.
2. Falta información en informes Federales.
3. Faltan informes o mal enviados.
4. Problemas con los Bonos Serie E.
5. Número de veces que se tramitan tarde los cheques recibidos a través de compensación.
6. Número de veces que faltan/sobran/se envían mal cheques de compensación.
7. Número y valor en dólares de discrepancias en cartas de pago a la vista.

#### *Servicios Gráficos*

1. Puntualidad en procesar/revisar solicitudes de formularios.
2. Tiempo no productivo del equipo.
3. Volumen de copias de mala calidad en copadoras.
4. Percepción por parte del usuario del servicio suministrado por los Servicios Gráficos.
5. Puntualidad en duplicaciones, máquina de imprimir direcciones, y otras reproducciones solicitadas.
6. Reprocesos/repeticiones.
7. Número de solicitudes que no se pueden despachar.

#### *Cajero automático/Operaciones Electrónicas*

1. Tarjetas y solicitudes rechazadas por cajero automático.
2. Cartas de transferencia recibidas defectuosas.
3. Transacciones no completadas por cajero automático.
4. Tiempo no productivo del cajero automático.
5. Quejas clientes.

#### *Contabilidad Internacional*

1. Notas rechazadas y con errores.
2. Errores en hojas contables/préstamos.
3. Errores en contratos.
4. Remanentes en transferencias interbancarias.

*Control Internacional*

1. Falta documentación en hojas contables de aceptación y préstamos.
2. Notas rechazadas de préstamos, ALC<sup>14</sup>, cartas de crédito.
3. Errores de *input* en contratos de Cambio Extranjero.
4. Remanentes —transferencias interbancarias.
5. Puntualidad de los informes.
6. Puntualidad en conciliar la deuda extranjera.

*Finanzas Internacionales*

1. Errores en hojas contables de aceptación y préstamos.
2. Falta documentación de nuevos préstamos y aceptaciones.

*Cartas Internacionales de Crédito*

1. Errores en hojas contables de aceptaciones.
2. Puntualidad en procesar documentos de importación/exportación.
3. Errores/rechazos en notas de ordenador.
4. Remanente.

*Pagos y Cobros Internacionales*

1. Errores de proceso y órdenes de pago de entrada y salida.
2. Pruebas incorrectas en los Telexes de salida.
3. Errores en mensajes de salida.
4. Remanente.
5. Cables incorrectos.

*Procesado de Efectos*

1. Volumen de efectos que faltan o sobran.
2. Entradas de cuentas de orden.
3. Rechazos de preferentes (por tipo de trabajo).
4. Valor en dólares de flotantes perdidos.
5. Errores del balance diario.
6. Cartas de pago a la vista mal enviadas.
7. Errores de reconciliación.
8. Errores de claves.
9. Tiempo no productivo del equipo.
10. Rechazos fuera de línea.
11. Mal clasificados.

*Distribución del correo*

1. Correo mal dirigido, interno y externo.
2. Puntualidad en las entregas del correo.

---

<sup>14</sup> Automatic Light Control, Control Lumínico Automático. (*N. del T.*)

3. Correo de clientes no identificable.
4. Quejas de los clientes respecto al correo.
5. Correo devuelto (dirección equivocada).

*Coordinador Control Calidad MICR/Función Pre-ensayo*

1. Bancos precalificados con índice de rechazos superior al 2%.
2. Pedidos de nuevos formularios y cheques que no pasan los criterios de ensayo.

*Transferencia Dinero*

1. Errores en las transferencias Federales y cables bancos.
2. Transferencias por cable retrasadas - TWX<sup>15</sup>.
3. Valor en dólares y número de artículos pendientes.
4. Tiempo no productivo del equipo.
5. Tiempo no productivo del programa de comunicaciones Federales y línea de entrada (seguimiento para informar al Federal).
6. Mensajes de servicio solicitados respecto a la verificación de la información de los cables.

*Efectos no en Efectivo*

1. Errores en Ciudad, País y giros a la vista.
2. Errores en el proceso de cupones (Bonos).
3. Dólares flotantes en que se incurre durante el proceso de cobro cuando se da crédito inmediato por los cupones.
4. Número medio de días para cobrar cupones.
5. Quejas clientes —servicio.
6. Efectos pendientes (Federales).

*Análisis de la Productividad y la Calidad*

1. Puntualidad de los estudios realizados
2. Aceptación de recomendaciones por parte de la dirección.
3. Puntualidad de los análisis de productividad e informes de los análisis de calidad.
4. Nivel de calidad en todo el banco.
5. Desviación de la productividad prevista y mejoras de la calidad (valor en dólares).

*Mensajes Dirigidos*

1. Rechazos en trabajos codificados por Mensajes Dirigidos.
2. Diferencias/errores en Mensajes Dirigidos.
3. Situaciones sin cuadrar (depósitos).
4. Fechas tope pasadas por alto en la liquidación al final de la jornada.

---

<sup>15</sup> Teletypewriter Exchange Service, Servicio de Comunicación por Teletipo. (N. del T.)

5. Artículos extra al final de la jornada.
6. Errores en los *inputs* a Mensajes Dirigidos (informados a las áreas de origen).

#### *Compras*

1. Tiempo no productivo del equipo (en todas las áreas del banco).
2. Puntualidad en rellenar los pedidos del almacén.

#### *Servicio de Registros*

1. Imposibilidad de localizar los documentos solicitados.
2. Registros destruidos después de la fecha de destrucción.
3. Registros mal preparados para guardar.
4. Registros atrasados para preparar para guardar.
5. Evaluación por parte del usuario del servicio suministrado.

#### *Efectos Devueltos*

1. Errores en el proceso de efectos devueltos.
2. Puntualidad para procesar los efectos devueltos.
3. Quejas de los clientes.

#### *Servicios Especiales (Corporativos)*

1. Errores en inmovilizados y cuentas de concentración.
2. Fechas tope transmisión de datos pasadas por alto.
3. Rechazos en el trabajo procesado por los Servicios Especiales.
4. Puntualidad en la resolución de errores.

#### *Servicios Especiales (Cliente)*

1. Errores en el servicio de Banco por Correo.
2. Depósitos no abonados.
3. Puntualidad en anotar los depósitos.

#### *Cajeros*

1. Diferencias entre los cajeros.
2. Tiempo no productivo del equipo.
3. Percepción por parte del cliente del servicio/calidad.
4. Veces que se exceden los límites en efectivo.
5. Personal insuficiente en ventanillas.
6. Cancelaciones.
7. Notas efectivo general/suspensión, pendientes.
8. Errores en las notas de efectivo de entrada y salida, notas universales y otras notas internas.
9. Faltan entradas, o ilegibles.

*Telecomunicaciones*

1. Llamadas mal dirigidas a la centralita.
2. Quejas clientes (demasiados traslados).

*Contabilidad de Depósitos*

1. Puntualidad en generar la contabilidad del cliente.
2. Quejas de los clientes.
3. Errores de proceso.

*Servicios de Apoyo Institucional de Depósitos*

1. Cheques de pensiones firmados que son retenidos o cancelados.
2. Puntualidad en procesar las cuentas y cheques.
3. Cuentas en las que hay que reescribir páginas.
4. Errores de proceso.
5. Repeticiones necesarias.

*Control de Recibos Fiduciarios*

1. Omisiones en la lista de control de la cámara acorazada.
2. Errores en los intereses abonados a los clientes.
3. Errores en los cheques.

*Registros y Control de Depósitos*

1. Errores de teclado.
2. Notas rechazadas.
3. Puntualidad en la distribución de informes.
4. Notas no apuntables.

*Títulos de Depósito*

1. Asientos abiertos (compras, retiradas, depósitos, registros).
2. Errores de notas.
3. Notas no apuntables.

*Operaciones de la Cámara acorazada*

1. Diferencias cámara/cajero.
2. Bonos Serie E estropeados/cancelados.
3. Tiempo no productivo de la cámara de microfichas catalográficas.
4. Remanente.
5. Puntualidad para procesar los bonos Serie E.
6. Problemas de balance de los bonos Serie E.
7. Billetes no procesados.
8. Errores —cartillas de alimentación.
9. Percepción por parte del cliente de la calidad.
10. Puntualidad entregas de la unidad de servicio.



### *Tratamiento de Textos*

1. Errores en los documentos escritos.
2. Tiempo no productivo del equipo.
3. Tiempo de respuesta de los documentos escritos.
4. Percepción del servicio/calidad por parte del usuario.

## **Una compañía eléctrica**

Por JOHN FRANCIS HIRD

**Puntualizaciones sobre la generación y distribución de energía eléctrica.** Una de las principales empresas de servicio eléctrico en el área de Nueva Inglaterra se ha embarcado en un programa de mejora de la calidad y de los beneficios por medio de la utilización de una tecnología bien conocida. Todas las transacciones con los clientes tienen que ser procesadas por el sistema.

La generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica es un proceso continuo. Las necesidades de los clientes se tienen que satisfacer cada minuto del día. Las comunidades industriales y residenciales dependen de la corriente eléctrica. La subsistencia, la vida, la salud, seguridad y bienestar dependen de ella.

Cada fallo, retraso y error pueden causar insatisfacción en los clientes, además de incrementar el coste de la energía eléctrica.

El diagrama de Ishikawa nos ayuda a encontrar la salida del laberinto formado por las actividades requeridas por las operaciones cotidianas de una empresa eléctrica típica (referencia en la p. 285).

Los consumidores y la comisión de servicios públicos locales escrutan los recibos. La Fig. 13 exhibe los costes del servicio. Unas pocas aclaraciones pueden servir de ayuda:

- *Carburante:* La empresa eléctrica compra carbón, petróleo, gas y carburante nuclear. Estos son gastos.
- *Planta y equipo:* La maquinaria se desgasta y se queda obsoleta. La empresa eléctrica tiene que ganar bastante para poder sustituirla.
- *Coste del dinero:* Éste es el pago que se hace a los inversionistas (prestamistas) por el dinero que éstos adelantan a la empresa.
- *Mano de obra y administración:* Las personas que trabajan para la empresa tienen que cobrar.
- *Impuestos:* impuestos municipales, estatales, federales gravados para que el gobierno funcione.
- *Otros gastos de funcionamiento:* Provisiones, materiales y servicios externos comprados o contratados.

Algunos de los elementos definidos más arriba vienen determinados por fuerzas externas, y por tanto quedan excluidos de esta explicación.

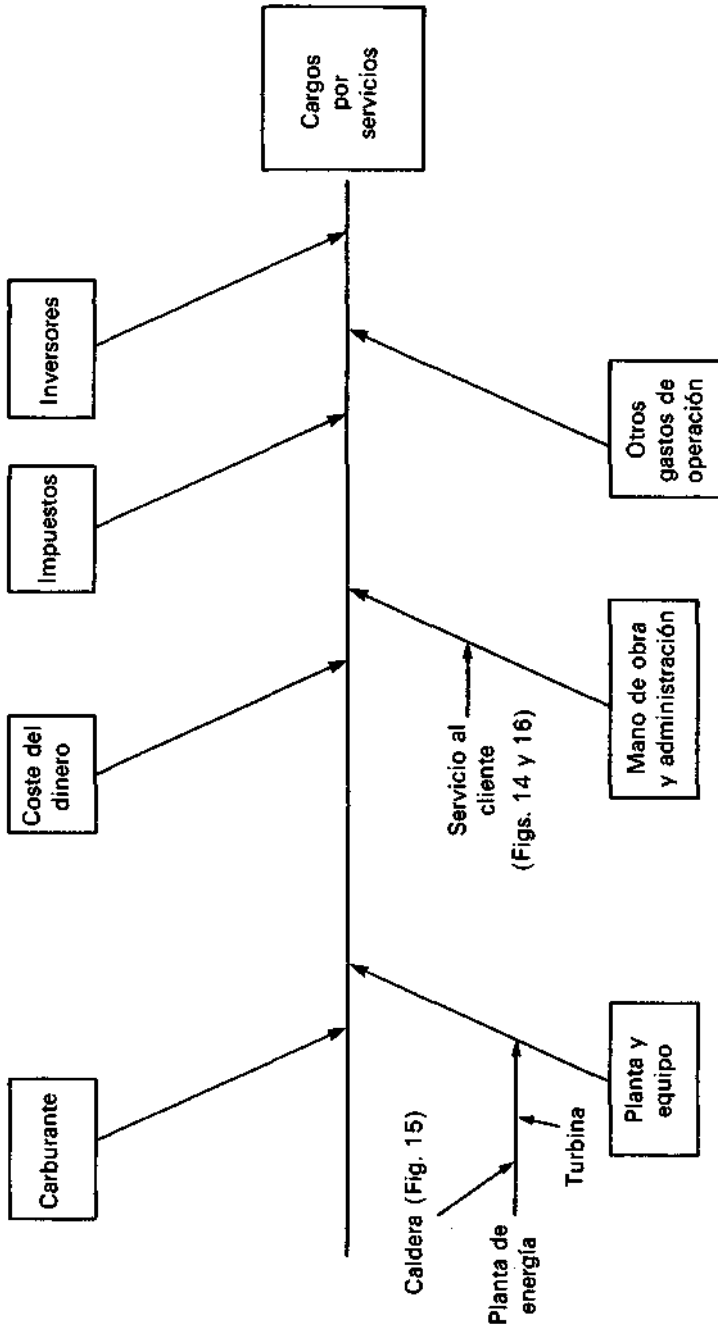


Fig. 13. Componentes de todos los costes de una compañía eléctrica típica (hipotética).

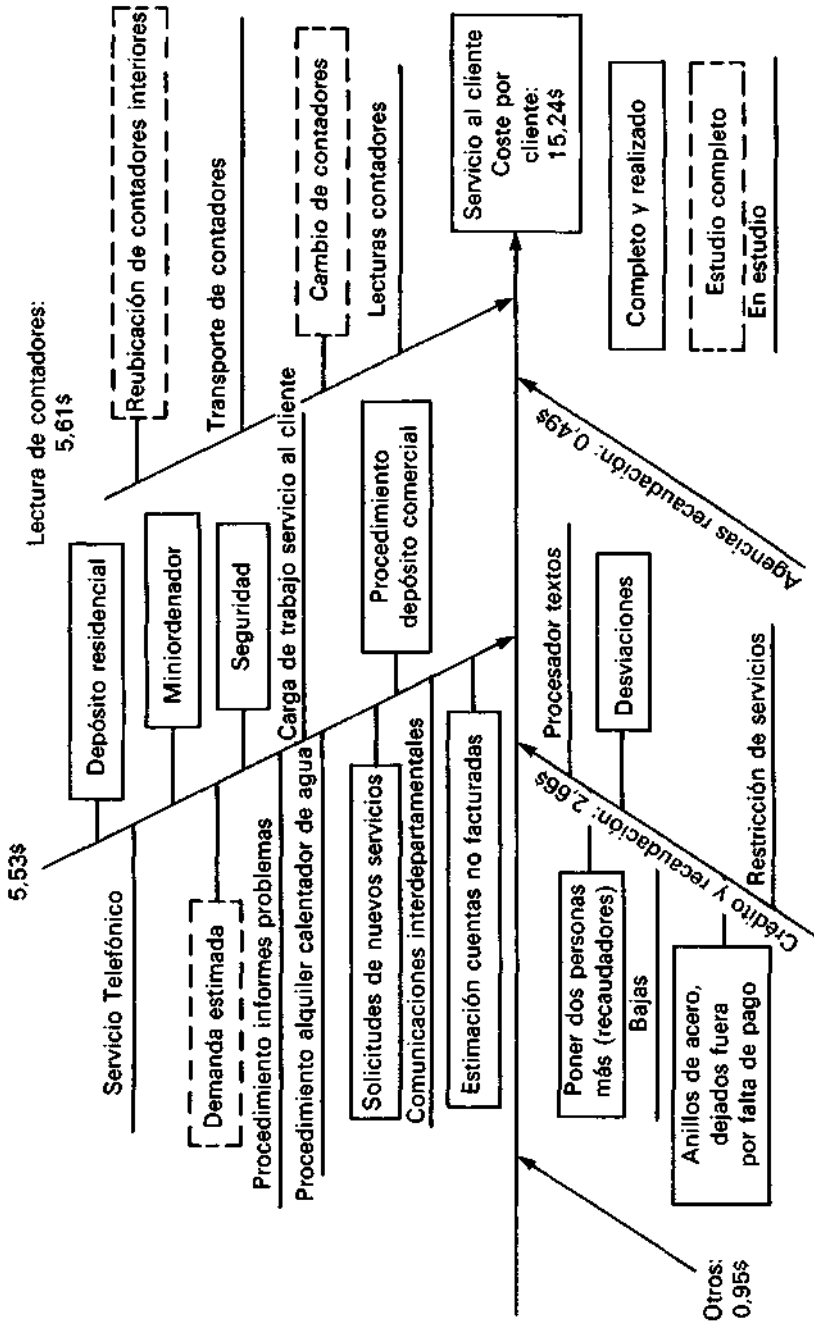


Fig. 14. Componentes del coste del servicio al cliente de una compañía eléctrica típica (hipotética).

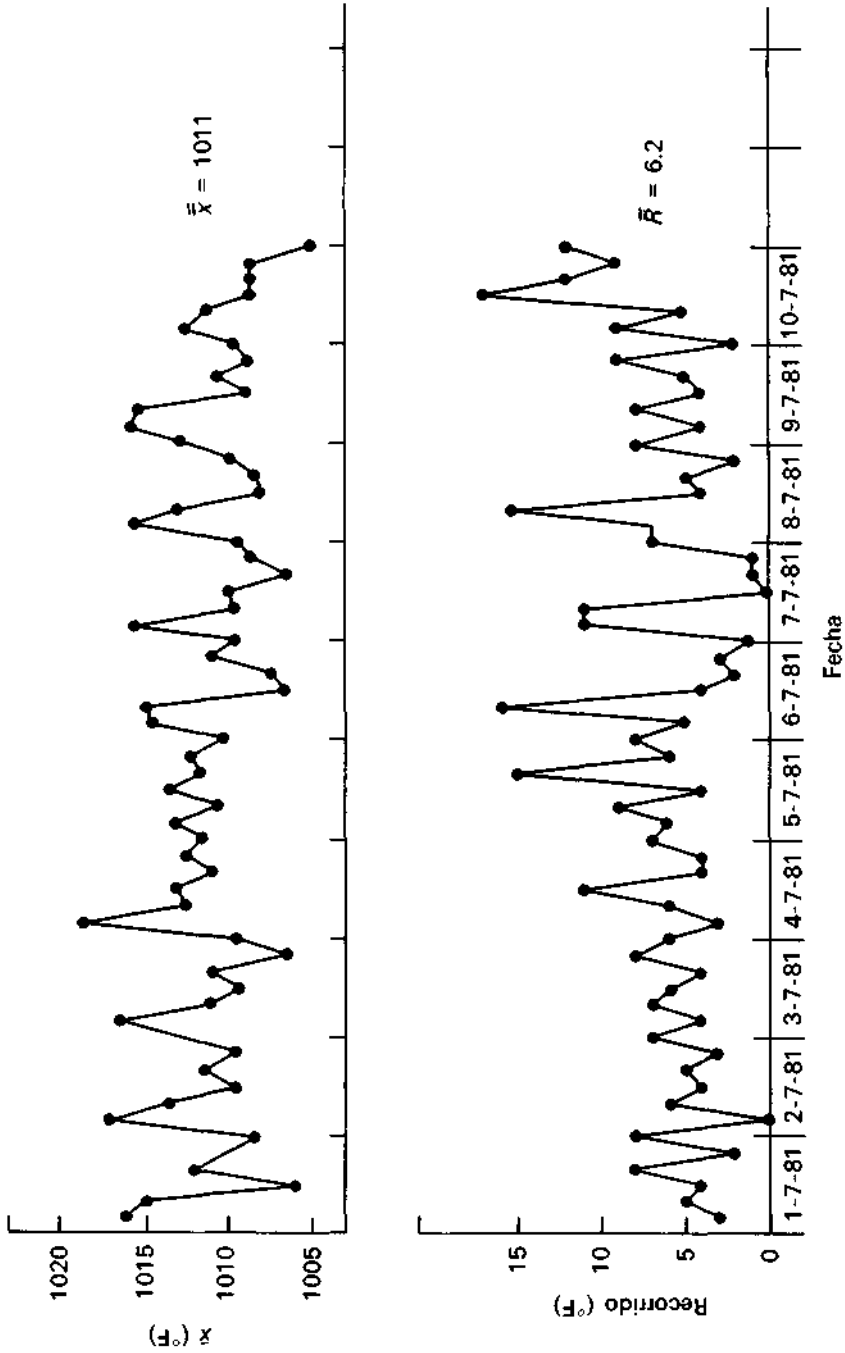


Fig. 15. Gráficos de control ( $\bar{x}$  y  $R$ —) para la caldera N° 3, julio de 1981. Los puntos fuera de control fueron atendidos inmediatamente.

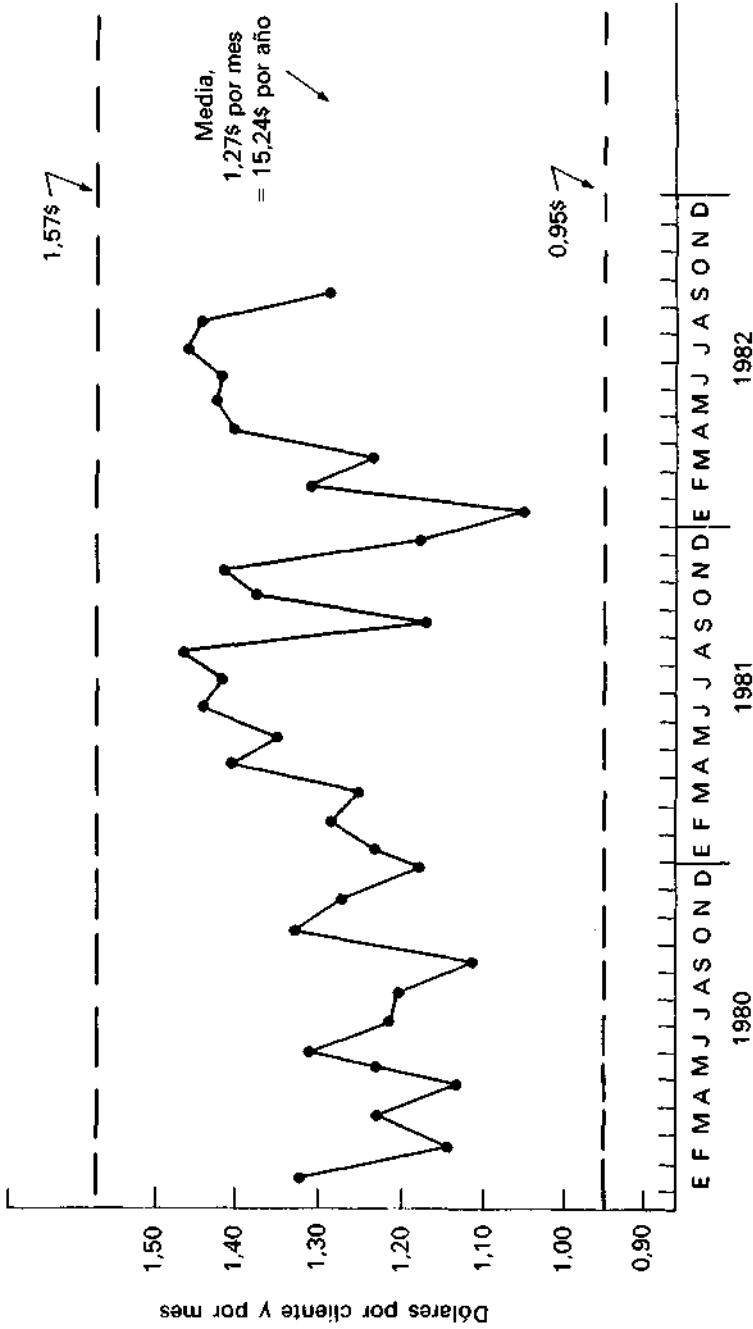


Fig. 16. Coste medio del servicio al cliente (dólares por cliente). Recorrido medio durante los tres meses que se utilizaron para calcular los límites de control.

Hay muchos otros elementos del negocio que están influidos por las personas de los distintos departamentos que confeccionan la estructura operativa de la compañía, y que pueden seguirse y mejorarse.

**Servicio al cliente.** Una de estas actividades se conoce como Servicio al Cliente. Este departamento es el responsable de los contadores, recibos, cobros, operaciones telefónicas, y centros para atender las consultas de los clientes. Dispone de los últimos adelantos tecnológicos en comunicaciones y sistemas de ordenador. Cuando hay un fallo de electricidad en una zona amplia o éste es de larga duración, la compañía suspende los servicios normales a los clientes y sólo atiende las llamadas de emergencia. El Centro de Servicio al Cliente se convierte entonces en una agencia de distribución de la información entre el cliente y el equipo que se mandó a restaurar la corriente.

Cada grupo de trabajo utiliza los gráficos de Pareto para detectar los problemas principales, y los diagramas de Ishikawa y de control estadístico para las reuniones.

Hay muchos factores a dirigir para que la planta generadora distribuya el número máximo de watios-hora por menor número de Btus gastadas. Para esto es necesario estudiar muchos sistemas interactivos dentro de la planta generadora. La Fig. 14 es el diagrama de Ishikawa que muestra los componentes del coste del servicio a los clientes. Las Figs. 15 y 16 muestran los gráficos de control que se utilizan para la sala de calderas y para el servicio a los clientes.

**Reducción de los fallos en la conducción subterránea.** Otro ejemplo lo constituye la conducción subterránea. Esta empresa eléctrica se encontró con un incremento alarmante en la frecuencia de fallos en una línea de conducción subterránea de 115.000 voltios, que tenía treinta y tres años. La reparación de los fallos de la línea conforme iban apareciendo era cara, y una lata para los clientes. La sustitución de la línea existente por una línea nueva a lo largo de la misma ruta o por otra ruta, también era cara.

Los miembros de los departamentos de ingeniería y subterráneo constituyeron un Círculo de CC y desarrollaron un planteamiento alternativo para corregir el problema con unos gastos muy reducidos. Desarrollaron un sistema para predecir el fallo en los empalmes de la línea, con bastante adelanto sobre la aparición del fallo. El análisis de los datos indicó que las curvaturas de los empalmes ocasionadas por sobretensiones, provocaban cambios químicos en el aceite que circula alrededor de la línea para refrigerarla y aislarla. Uno de estos cambios químicos, el incremento de la cantidad de monóxido de carbono en el aceite, era un indicador fundamental y mostró una buena correlación con el grado de movimiento mecánico en los soportes de la línea en las cámaras subterráneas.

Esta información se utilizó en la planificación de un programa para sustituir cada año los 10 empalmes que tuvieran la probabilidad de fallo más elevada,

hasta que se considerase que todos los empalmes fuesen seguros, repartiendo el coste y reduciendo el esfuerzo necesario para mantener la red de la línea.

El Círculo de CC, formado por dos ingenieros, ocho empalmadores y seis comprobadores, desarrollaron a continuación unos métodos nuevos y más rápidos para sustituir los empalmes en las bocas de acceso, trabajando en un entorno sumamente más seguro y mejor. Este trabajo incluía el rediseño del camión y del equipo adicional que se emplea para hacer el trabajo.

Ahora se analizan químicamente cada año, y sobre una base estadística, unas muestras del aceite, para reducir los fallos de los empalmes. En tres años sólo ha habido un fallo. El programa para sustituir los empalmes ha ahorrado a la empresa eléctrica varios cientos de miles de dólares y ha reducido a cero los cortes en el servicio.

Esta aventura para mejorar la calidad y la productividad no consiste en un programa con un principio y un final, sino una filosofía que dirige los esfuerzos a todos los niveles de responsabilidad para utilizar más eficazmente los recursos disponibles para satisfacer las necesidades de los clientes.

## **Mejora en un Servicio Municipal**

Por WILLIAM G. HUNTER

La Sección de Equipo Motorizado de la Ciudad de Madison realiza el mantenimiento de los camiones de basura, los coches de policía, y otros vehículos municipales. En 1984 se recibieron muchas quejas por la calidad del servicio. La moral de los mecánicos estaba por los suelos. El alcalde Joseph Sensenbrenner decidió transformar la gestión de la sección. La mejora de la calidad exigiría que la Sección del Equipo Motorizado satisficiera las necesidades y las expectativas de sus clientes (y a ser posible, que las sobrepasara). Consiguientemente, los mecánicos recogieron primero la información de sus clientes —la Sección de Calles, el Departamento de Policía, y otros que dependen de este servicio. Lo realizaron por medio de conversaciones con los representantes de estos grupos y enviando cuestionarios.

Una queja importante era que los vehículos estaban parados demasiado tiempo. En consecuencia, los mecánicos trazaron el diagrama de flujo del proceso de reparación de los vehículos. Recogieron los datos para determinar cuánto tiempo hacía falta para completar cada paso. Los mecánicos estudiaron estos resultados y comenzaron a efectuar cambios para reducir el tiempo no productivo.

En primer lugar prepararon una tabla comparativa del coste presente de algunas reparaciones y el coste de prevención del problema. Por ejemplo, el coste de reconstrucción de un determinado jeep era de 4.200\$. Se había utilizado para transportar sal durante el invierno. La sal provocó la corrosión. Unos

sencillos procedimientos de mantenimiento (cuyo coste estimado era de 164\$) hubiera evitado que la sal corrosionara el vehículo.

La conclusión fundamental a la que llegaron los mecánicos, por medio del análisis de la información que habían recogido, fue la de instituir un programa de mantenimiento global. Los mecánicos presentaron su recomendación al alcalde y a otros miembros del concejo municipal el 14 de septiembre de 1984, con el correspondiente análisis de apoyo. Se obsequió al alcalde con un recuerdo de la ocasión —un pisapapeles. Consistía en un pistón grande de aluminio, con la cabeza de una válvula de escape incrustada en él en ángulo oblicuo. Después de dar las gracias el alcalde, le dijeron que el coste de sacar el pistón roto de un camión inutilizado y hacer las reparaciones pertinentes había sido de 3.200\$. Entonces le mostraron un muelle que valía 1,50\$ y le dijeron, «Si hubiésemos dispuesto de un buen programa de mantenimiento, hubiéramos reemplazado dieciséis de estos muelles en el motor, y usted no tendría ese pisapapeles.»

Los mecánicos convencieron al alcalde de lo necesario que era un programa de mantenimiento global. «Ustedes saben cómo detectar los problemas, saben cómo resolverlos, y desean resolverlos. Nosotros deberíamos quitarnos de enmedio y dejar que lo hagan. Estoy muy impresionado con lo que nos han mostrado hoy aquí, y vamos a extender estos métodos a otros departamentos del Ayuntamiento. No veo por qué no podrían utilizarse también en el gobierno estatal y federal.»

*Postdata.* Se invitó a los mecánicos, que pertenecen a un sindicato, a que participaran en un seminario en la Universidad de Wisconsin sobre control de calidad estadístico. Vinieron, en sus horas libres. Hicieron el trabajo durante sus horas libres. Cuando se les ofreció pagarles por parte de las horas extra, dijeron, «No, gracias. Estamos haciendo esto tal como lo dice Deming porque de verdad nos interesa. Es importante para nosotros. No vamos a cobrar por ello».

*Nota.* Los mismos principios para mejorar, elaborados por el Dr. Hunter, con la ayuda de Peter Scholtes y los hombres de la Sección del Equipo Motorizado de la Ciudad de Madison, se pueden aplicar a cualquier flota de automóviles y camiones, tanto si está gestionada por el ayuntamiento, por un gran almacén, un ferrocarril, una compañía de transportes o cualquier otra compañía.



# 8

---

## Nuevos principios para la formación y el liderazgo

*Manantial de vida es el entendimiento para el que lo posee; mas la erudición de los necios es necesidad. (Proverbios 16:22)*

*Sus puntos de vista, en la medida en que tienen algún mérito, ya se han tomado en consideración y se han rechazado. (Dean Rusk, Secretario de Estado, a John Kenneth Galbraith, embajador en la India, tal como se publicó en *Harper's*, noviembre de 1967.)*

**Objeto del liderazgo.** El objeto del liderazgo debería consistir en mejorar el comportamiento del hombre y la máquina, para mejorar la calidad, incrementar la producción y al mismo tiempo conseguir que las personas estén orgullosas de su trabajo. Dicho de forma negativa, el objetivo del liderazgo no consiste simplemente en detectar y registrar los fallos de las personas, sino en eliminar las causas de los fallos: ayudar a que las personas hagan mejor el trabajo con menos esfuerzo. En casi todas las páginas hasta aquí y a partir de ésta, se define un principio para un buen liderazgo del hombre y la máquina, o se indica un ejemplo de bueno o mal liderazgo. En este capítulo se resumen algunos de los principios ya aprendidos y se añaden unos cuantos ejemplos más.

En concreto, un líder tiene que saber, por medio de cálculos siempre que tenga cifras a mano, o si no por su buen juicio, si alguna de sus personas están por fuera del sistema, en un lado o en otro, y por tanto si necesitan ayuda personal o bien merecen algún tipo de reconocimiento. Vimos ejemplos en las páginas 86-89. Ver también la página 201 y siguientes.

El líder también tiene la responsabilidad de mejorar el sistema —i.e., de hacer posible, de forma continuada, que todo el mundo haga mejor el trabajo y con mayor satisfacción.

Una tercera responsabilidad consiste en ir logrando cada vez una mayor coherencia en el comportamiento dentro del sistema, de forma que las diferencias aparentes entre las personas disminuyan continuamente. Todo esto corre parejo a los principios aprendidos en el Capítulo 3, página 89.

**¿Decirle a un trabajador que se ha equivocado?** ¿Por qué no? ¿Cómo puede una persona hacer mejor su trabajo si no le mostramos el producto defectuoso que ha hecho, para que vea dónde se equivocó? Queremos que quede claro que no vamos a tolerar unidades defectuosas y errores. Estas son las respuestas normales a la pregunta planteada. En verdad que las respuestas son espontáneas, como si éstas fueran obvias.

**Importancia de la formación.** Cualquier persona, cuando ha colocado su trabajo en un estado de control estadístico, tanto si ha estado bien preparado como si no, es un esclavo de la rutina. Ya ha completado su aprendizaje para ese trabajo en particular. No resulta económico tratar de darle más formación del mismo tipo. Sin embargo, puede que, con una buena formación, aprenda muy bien a hacer cualquier otro trabajo.

Obviamente tiene la mayor importancia el formar a las personas nuevas, cuando se inician en un trabajo, para que lo hagan bien. Una vez que la curva de aprendizaje se estabiliza, el gráfico de control indicará si, y cuándo, la persona ha alcanzado el estado de control estadístico (ver el Capítulo 11). Cuando lo alcanza, al seguir dándole formación por el mismo método no se consigue nada.

Curiosamente, si el trabajo de una persona todavía no ha alcanzado el control estadístico, le ayudará el seguir recibiendo formación.

En estado de caos (mala supervisión, mala gestión, nada de control estadístico), es imposible que nadie de la organización desarrolle su habilidad potencial y su capacidad de trabajar con uniformidad o calidad.

¿Cuántos trabajadores han visto alguna vez la operación siguiente, su cliente? ¿Cuántos han visto alguna vez el producto acabado metido en la caja, listo para que alguien lo compre? Después de haber hecho unos estudios en una planta, escribí lo siguiente a la dirección:

Todo el mundo de su compañía sabe que el objetivo es la perfección, que usted no puede tolerar unidades defectuosas y errores. Usted hace responsable a cada trabajador de las unidades defectuosas que ha fabricado. Sin embargo, de los registros que usted me ha enseñado, es obvio que usted está tolerando una alta proporción de las mismas, y que lo ha estado haciendo así durante años. En realidad, los niveles de varios tipos de defectos no han disminuido; se han mantenido bastante constantes y predecibles a lo largo de varios años.

¿Tiene usted alguna razón para pensar que el nivel de defectos disminuirá en el futuro? ¿Ha pensado usted alguna vez que el problema podría estar en el sistema?

Con la teoría del Capítulo 11 aprenderemos que tener a un trabajador sin pagarle hasta que ha acabado con los defectos que se detectaron durante la inspección de su producto, si está bajo control estadístico, es cargarle con las culpas del sistema.

Otro ejemplo de mala administración lo constituye la política de la dirección de penalizar a los empleados por llegar tarde cuando las condiciones climáticas han paralizado el sistema de transporte.

Es igualmente estúpido que un cliente de un restaurante culpe a la camarera de la comida, o de los retrasos en la cocina.

**Se puede hacer mejor.** Los procedimientos correctos son lo contrario de lo que se hace y lo que se aconseja en los libros sobre administración y gestión. Se han de considerar dos circunstancias.

1. El trabajador ha logrado el control estadístico de su trabajo.

*o*

2. El trabajador todavía no ha logrado el control estadístico de su trabajo.

Primero trataremos del trabajador que ha logrado el control estadístico de su trabajo. Bajo control estadístico, la contestación a la pregunta planteada casi al principio de este capítulo es no, no hay que enseñarle a un operario un artículo defectuoso ni decirselo, a menos que su gráfico detecte la existencia de una causa especial, en cuyo caso él ya lo debería haber observado en su gráfico de control, habría buscado la causa y la habría eliminado.

Un principio fundamental aquí asumido es que nadie tiene que ser culpado o penalizado por un comportamiento que él no puede gobernar. La violación de este principio sólo puede conducir a la frustración, a la insatisfacción en el trabajo, y a una producción menor.

Se puede hacer mejor: descubrir quienes, si es que hay alguien, están fuera de control con respecto al grupo. Si alguien está fuera de control por el lado malo, investigar las circunstancias —su vista, herramientas, formación— y poner el remedio pertinente. ¿O es que sencillamente no debería estar haciendo ese trabajo? Quizás la formación que usted le proporcionó fue inepta e incompleta. Cualquier persona que esté fuera de control por el lado bueno, está allí por razones que hay que estudiar. Puede que esté utilizando métodos o mecanismos que podrían aprender otras personas y así mejorar su actuación.

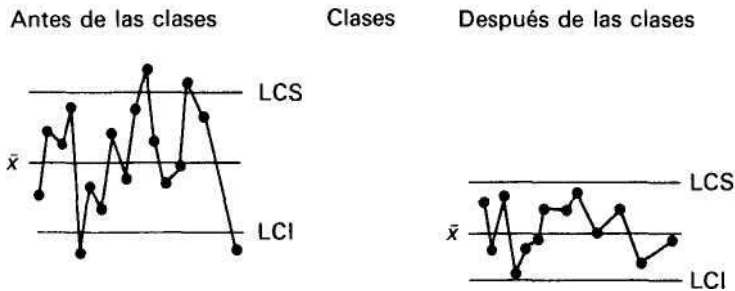
Si la política de una compañía es despedir a las personas que no alcanzan un cierto nivel estándar de producción, y retener aquéllas que sí lo alcanzan, hay una forma mejor de hacerlo. El estándar se puede fijar, según la teoría estadística, para obtener el máximo beneficio considerando:

- La distribución de las habilidades en la reserva de personas que todavía no se han puesto a prueba.
- El coste de la formación de una persona hasta el punto en que se toma la decisión de retenerla o de dejarla marchar.

- El beneficio con que se cuenta por retener una persona que cumple el objetivo.

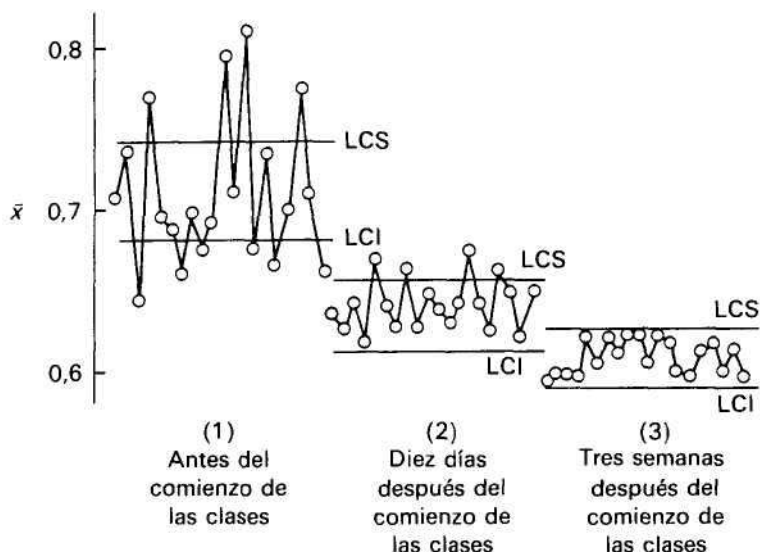
**Ejemplo de la utilización de los gráficos  $\bar{x}$  y  $R$  durante la formación.** En la Fig. 17 se muestran las puntuaciones medias ( $\bar{x}$ ) en golf, para un principiante. Antes de tomar clases, sus puntuaciones obviamente no estaban en estado de control: hay puntos por fuera de los límites de control. Entonces llegaron las clases. Inmediatamente después sus puntuaciones mostraron un estado de control estadístico, con los resultados deseados, es decir, una puntuación media considerablemente inferior, en fallos, a la media previa a las clases. Aquí las clases cambiaron el sistema.

**Aplicación a la administración de un hospital (en Japón)<sup>1</sup>.** Después de una operación, un paciente tenía que volver a aprender a andar. Se dan las clases en una unidad especial de aprendizaje en el hospital de Osaka. La Fig. 18 exhibe el registro de la mejoría de un paciente en particular. El tiempo que tardaba el pie izquierdo en levantarse del suelo y volver a tocarlo en cada paso, se registraba por medio de un impulso eléctrico. Diez pasos sucesivos (del 21 al 30, de 50 pasos) proporcionan un tiempo medio  $\bar{X}$  y un recorrido (que no se indica aquí). Veinte de estas series de observaciones sobre el comportamiento del paciente, realizadas a lo largo de un período de cinco a diez días, suministran 20 valores de  $\bar{X}$  y 20 recorridos. En la Fig. 18 se muestran los puntos de  $\bar{X}$ . Los recorridos no se indican. Los límites de control para  $\bar{x}$  se deducen de la forma habitual a partir del recorrido medio.



**Fig. 17.** Puntuaciones medias semanales en golf para un principiante que tomó unas clases antes de alcanzar el estado de control estadístico. Las puntuaciones de cuatro juegos sucesivos constituían una muestra de  $n = 4$  para calcular  $\bar{x}$  y  $R$ . Los límites de control superior e inferior para  $\bar{x}$  se calculan a partir del gráfico de recorridos, que no se muestra. De W. Edwards Deming, *Elementary Principles of the Statistical Control of Quality* (Unión de Ciencia e Ingeniería Japonesa, Tokio, 1950), p. 22. LCS y LCI quieren decir límite de control superior y límite de control inferior para  $\bar{x}$ .

<sup>1</sup> Shunji Hirokawa e Hiroshi Sugiyama, «Quantitative gain analysis», *Technology Reports of Osaka University, Facultad de Ingeniería* 30, n° 1520 (1980).



**Fig. 18.** Puntuaciones medias diarias para un paciente que está aprendiendo a andar después de una operación. Los límites de control proceden de todo el grupo de pacientes. De Hirokawa y Sugiyama (ver la nota n.º 1).

El paciente, como observará el lector, se encontraba muy fuera de control antes de comenzar las clases; después de diez días de clases, estaba en mejor control; todavía mejor, y listo para ser dado de alta, después de otros diez días más de clases.

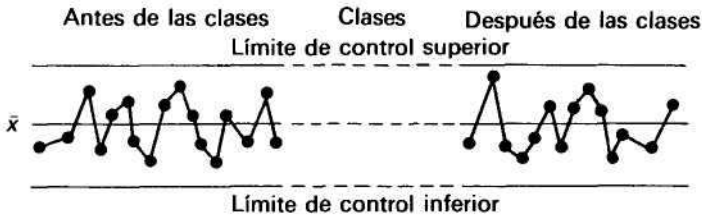
El gráfico de control así utilizado es una herramienta importante para la administración de un hospital. El terapeuta da clases al paciente mientras éstas le son de ayuda, pero detiene las clases cuando su continuación no le ayudaría más. En otras palabras, el gráfico de control protege al paciente y hace que el terapeuta utilice el tiempo de la mejor manera. Un buen fisioterapeuta es raro en cualquier país.

**Se logra el control estadístico, pero la producción no es satisfactoria.** El primer paso aquí, como en cualquier otra parte, consiste en estudiar bien las cifras de la inspección.

El trabajador que está en estado de control pero cuyo trabajo no es satisfactorio, es un problema. Generalmente no es económico intentar reciclarlo para el mismo tipo de trabajo. Es más económico cambiarlo de trabajo, dándole una buena formación para el mismo.

La Fig. 19 proporciona un ejemplo. Un jugador de golf experimentado esperaba mejorar las puntuaciones tomando unas clases. El gráfico indica que las clases no consiguieron nada. Ya tenía unas técnicas inculcadas: su profesor no consiguió desalojarlas y sustituirlas por otras mejores.

Otro ejemplo conocido es el de alguien que llegó a los Estados Unidos hace



**Fig. 19.** Puntuaciones medias en golf para un golfista experimentado, antes y después de las clases. Aquí el jugador ya había alcanzado el control estadístico antes de tomar las clases. Consecuentemente, las clases fueron ineficaces. Las puntuaciones para cuatro juegos sucesivos constituían una muestra de tamaño  $n = 4$  para calcular  $\bar{x}$  y  $R$ . De W. Edwards Deming, *Elementary Principles of the Statistical Control of Quality* (Unión de Ciencia e Ingeniería Japonesa, Tokio, 1950), p. 22.

unos años, procedente del extranjero y aprendió inglés en un curso intensivo cuando llegó. Su vocabulario y gramática puede que sean extraordinarios, pero su acento no tiene arreglo. O quizá aprendió a hablar inglés en su propio país, siendo un alumno fiel, aplicado y que admiraba a su profesor, quien a su vez había sido un alumno aplicado de otro profesor que no sabía hablar bien el inglés. Los terapeutas de pronunciación a quienes he consultado me dicen que se pueden limar algunos cantos, pero que el beneficio casi no compensa el esfuerzo, tanto por parte del alumno como del maestro. En otras palabras, esta persona había desarrollado hacía tiempo un sistema de pronunciación, y ahora es demasiado tarde para cambiarlo.

Otro ejemplo conocido es el de la mujer que aprendió sola a cantar, sin la ayuda de un maestro, o con la ayuda de un maestro incompetente, y lleva cantando varios años, a su manera, complaciendo a algunas personas y posiblemente a ella misma; provocando escalofríos en otras.

La siguiente carta de uno de mis alumnos de la Escuela de Graduados de la Administración de Empresas de la Universidad de Nueva York aclara los principios anteriores:

Soy supervisor del departamento de contabilidad de una corporación. Muchas eran las veces en que yo miraba hacia el exterior de la oficina y deseaba poder prescindir de uno o dos empleados mediocres y contratar a un par de personas de primera para sustituirlos. En una de sus conferencias, usted nos enseñó que la posibilidad de conseguir un buen sustituto procedente de la reserva de mano de obra, es muy tenue. No vale la pena correr el riesgo de desmoralizar a todo el departamento por despedir a alguien, y buscar una oportunidad en la reserva de mano de obra.

Cuando comencé su curso, tenía un problema en la oficina. Uno de nuestros contables graduados estaba haciendo un trabajo deficiente en un tipo de tarea de oficina, la cual había estado realizando durante algún tiempo. La norma era que un empleado no se podía promocionar hasta que hiciese bien su trabajo presente.

Después de escuchar su conferencia sobre los nuevos principios para la administración, comprendí que este empleado quizás estaba en un estado de control estadístico, aunque no me resultaba práctico tratar de demostrarlo por medio de los métodos estadísticos. Entonces decidí que la forma correcta de enfocarlo sería suministrar formación a este empleado para otro trabajo. Me alegra informarle de que esta idea funcionó estupendamente. El empleado domina el nuevo trabajo y ahora me siento como si tuviera una persona más de staff.

**Advertencias y excepciones.** Ningún problema de administración es sencillo. Tenemos que estar en guardia frente a las excepciones aparentes y los cambios que sorprenden al trabajador:

1. Incluso después que una persona ha logrado el control estadístico de su trabajo, puede perderlo. Un punto puede salirse del control, indicando la existencia de una causa especial que no se había detectado hasta ahora. El operario tiene que encontrar y eliminar de su trabajo futuro esta causa especial. Habrá perdido el control estadístico hasta que lo haga.

2. Desgraciadamente también, las personas se pueden hacer descuidadas, confiando en el impulso del comportamiento anterior. Es por esta razón por la que el gráfico de control u otros ensayos estadísticos se tienen que reinstaurar de vez en cuando, durante períodos cortos de tiempo, para saber si el trabajo todavía está bajo control estadístico.

3. Un nuevo producto o una nueva especificación, posiblemente debida a un contrato nuevo, puede hacer que se tenga que contar con un nuevo tipo de defecto. El operario tiene que situarse a sí mismo bajo control estadístico en un nuevo conjunto de operaciones.

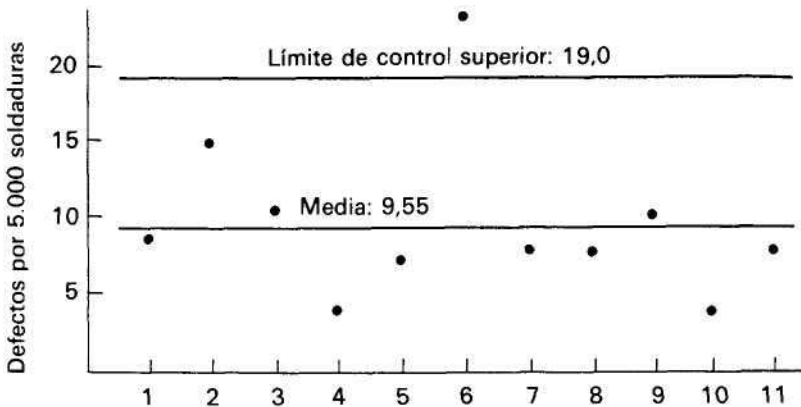
4. El departamento de inspección puede introducir un nuevo tipo de medición para alguna característica importante de la calidad (e.g., la viscosidad). En realidad, para el trabajador esto vendría a ser lo mismo que un nuevo producto.

**Ejemplo de liderazgo: ¿de dónde proceden los defectos?** Hay once soldados haciendo un trabajo. Se contaron los defectos en 5.000 soldaduras por cada soldador (ver la Tabla 1 y la Fig. 20). Todos empleaban casi el mismo tiempo para hacer 5.000 soldaduras.

$$\begin{aligned}
 \text{Promedio} &= \frac{105}{11} = \\
 &= 9,55 \text{ defectos en } 5.000 \text{ soldaduras} \\
 \left. \begin{array}{l} \text{LCS} \\ \text{LCI} \end{array} \right\} &= 9,55 \pm 3\sqrt{9,55} = \\
 &= \begin{cases} 19,0 \\ 0 \end{cases}
 \end{aligned}$$

**Tabla 1**

<i>Soldador</i>	<i>Número de defectos</i>
1	8
2	15
3	10
4	4
5	7
6	24
7	8
8	8
9	10
10	3
11	8
Total	105



**Fig. 20.** Once soldados, defectos por 5.000 soldaduras. Los soldados están numerados del 1 al 11 según el tiempo de permanencia en el trabajo. El promedio es de 9,55 defectos por 5.000 soldaduras. El límite de control superior, 19. El límite de control inferior, 0. El soldador N° 6 está fuera del límite de control superior.

El Soldador N° 6 está fuera del sistema. Necesita atención particular. ¿Qué clase de atención? Cualquier observación y actuación que le pueda ayudar.

1. Examinar el flujo de trabajos que le llegan. Puede que el Soldador N° 6 reciba unos productos con los que resulte comparativamente más difícil trabajar. Si es ésta la explicación, entonces el Soldador N° 6 no necesita más atención en este momento.



2. Examinar su equipo, comprobar su vista, y buscar otras posibles dificultades (salud, problemas en casa).

Además está siempre presente la necesidad de mejorar el trabajo de todos los soldadores. Podríamos enviarlos a todos al oculista, no sólo al N° 6. El esfuerzo bien podría dirigirse hacia la fase previa, para conseguir una mejor uniformidad en el flujo de los materiales recibidos, e investigar la posibilidad de conseguir materiales que sean más fáciles de soldar.

La mejora general (reducción del número medio de defectos por cada 5.000 soldaduras para todo el mundo) dependerá enteramente de los cambios en el sistema, tales como en el equipo, materiales, y formación.

El conductor de una carretilla elevadora estaba tropezando continuamente con obstáculos. Motivo: tenía una lesión en el cuello y no se podía girar para ver hacia dónde iba. Solución: otra tarea.

**Ejemplo para ayudar en el liderazgo<sup>2</sup>.** El trabajo consiste en colocar una página dentro de su casilla correspondiente. Hay 80 casillas, cada una para una característica importante de la página, que se supone que se puede identificar leyendo la página. Hay 240 mujeres haciendo este trabajo. El trabajo se inspecciona al 100 por 100 en este escritorio. La proporción global de errores, en una categoría crítica, detectados a lo largo de un mes fue de 44 en 10.000. Resulta conveniente llevar el trabajo de cada operaria a un papel de doble raíz cuadrada, diseñado por Mosteller y Tukey (Codex Book Company, Norwood, Mass. 02062). En el eje vertical de las  $y$  anotamos el número de equivocaciones, y en el eje horizontal de las  $x$ , el número de veces correctas, tal como se ha hecho en la Fig. 21. Entonces la proporción media global de errores viene representada por la línea  $y = 0,0044x$ .

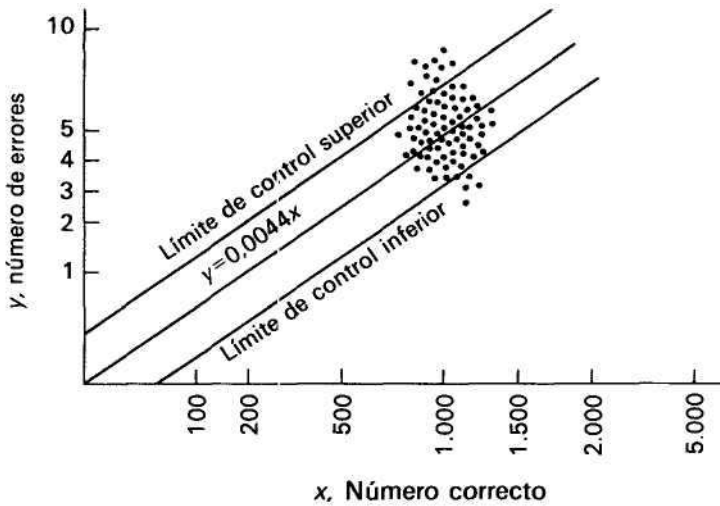
El trazado de los límites superiores 3-sigma es tremendamente sencillo: simplemente se dibujan dos líneas paralelas y a una distancia de tres desviaciones estándar por encima y por debajo de la línea  $y = 0,0044x$  (En el papel Mosteller-Tukey se indica una escala para 1, 2, 3 y 4 desviaciones estándar; 1 desviación estándar = 5 mm. Hay que hacer las modificaciones pertinentes para comprimir una de las escalas, un ejemplo de ello se ve en la Fig. 21.) Los límites de control dividen a las 240 mujeres en tres grupos:

- A. Comportamiento por encima del límite de control superior.
- B. Comportamiento entre los límites de control.
- C. Comportamiento por debajo del límite de control inferior

Las mujeres del Grupo A necesitan ayuda particular. Aquí no se va a intentar establecer qué tipo de ayuda podría ser. Esta responsabilidad pertenece

---

<sup>2</sup>Agradezco a la Dra. Gipsie B. Ranney por el placer de trabajar con ella en este proyecto.



**Fig. 21.** Trazado del número de errores sobre la vertical frente al número correcto en la horizontal. Cada punto representa la inspección de la producción de una operaria durante un mes. Había 240 mujeres haciendo el trabajo. Diez puntos caen fuera del límite de control superior. Cuatro caen por debajo del límite de control inferior; hay 226 puntos entre los límites. No se muestran todos los puntos. Los diez puntos por encima del límite superior le indican al supervisor dónde tiene que centrar sus esfuerzos para ayudar a las personas. También él debería tratar de averiguar por qué las cuatro personas por debajo del límite de control inferior muestran un comportamiento tan excelente, y recompensarlas convenientemente.

al supervisor y a la dirección de la compañía, pero algunas sugerencias podrían aclarar algo.

1. Algunas personas no pueden captar inmediatamente el sentido de las palabras escritas (un cierto grado de dislexia). Las personas con este defecto deberían ser trasladadas a otro trabajo. (La dislexia no indica una inteligencia disminuida ni escolaridad inferior.) Un psicólogo debería ocuparse en diseñar un test adecuado para la capacidad de comprender el significado de una hoja escrita.
2. Puede que algunas mujeres necesiten gafas (como en la p. 297).

Las mujeres del Grupo B representan al sistema y no necesitan ninguna atención especial. Sería erróneo informarles de las equivocaciones que cometieron. No se tienen que clasificar como N° 1, N° 2, y así sucesivamente hasta la última. En vez de esto, la dirección tiene que trabajar sobre el sistema. Aquí no vamos a tratar de hacer el trabajo de la dirección sobre este punto, pero podría señalarse que un estadístico descubrió, durante su visita, que algunas de las casillas estaban demasiado altas para las mujeres. (Uno se podría preguntar por qué este defecto no había sido detectado por la dirección y no lo había corregido meses antes.) Otra sugerencia para el Grupo B es que se podría

someter a todas las personas del mismo al test de lectura sugerido más arriba para el Grupo A. Las personas que tuviesen alguna dificultad con este test deberían ser trasladadas a otro trabajo. La mejora continuada del sistema hará descender la pendiente de la línea, desde el origen, que representa el comportamiento global.

También hay que prestar una atención especial a las personas del Grupo C. Se merecen una recompensa adecuada. Sería importante saber cómo hacen el trabajo, y qué cualidades especiales poseen.

Un buen primer paso sería estudiar la inspección. ¿Es buena? Es bien conocido el hecho de que los inspectores pueden pasar por alto hasta el 40 por 100 de los errores, y hacerlo así con una calidad variable. También pueden clasificar como malo un producto perfectamente correcto.

**Administración de la inspección para obtener una calidad excelente.** En la fabricación y en los servicios hay casos en que todavía no se ha logrado un trabajo perfecto, pero en los que una equivocación o un defecto serían graves. Los vástagos del eje delantero de un coche se pueden someter a una inspección al 100 por 100 por razones de seguridad. Un plan mejor consistiría en conseguir el control estadístico de la producción de los vástagos, con una variación muy por dentro de los requisitos. Hay que ser extremadamente cuidadosos con los cálculos que hace un banco, cuando se prepara una receta en una farmacia, con las tarifas publicadas por la Oficina de Precios.

Puede que haga falta inspeccionar al 100 por 100 (o revisión o comprobación, como se quiera llamar) los cálculos de intereses, penalizaciones y otras transacciones bancarias, no solamente por razones de seguridad y por conservar la reputación de hacer las cosas con exactitud, sino también para que el coste total sea mínimo (ver Capítulo 15).

Es necesario que dos personas comiencen con una copia en limpio del documento original. Los cálculos realizados por las dos personas deberían ser perforados por separado por dos perforadores. Las comparaciones mecanizadas detectarían una diferencia entre los dos cálculos, o un error de perforación, sin embargo no detectarían unos cálculos que son erróneos, pero que concuerdan los dos.

Cuando se hace una inspección al 100 por 100 (o revisión) se tiene que ser extremadamente cuidadoso para eliminar una causa corriente, o interacción entre el trabajo original y la inspección. Los supervisores tienen que dejar bien claro a todas las personas implicadas que no se haga absolutamente ningún trabajo con cualquier documento que presente un problema especial o que alguna cifra no esté clara. Por ejemplo, no tiene que haber ninguna posibilidad de que un 8 se lea como si fuera un 5. Si para alguna de las personas que hacen el trabajo una cifra no está totalmente clara (cuestión de opinión personal), tiene que separar el documento para que lo repase el supervisor. El supervisor puede que tenga que buscar los papeles de reserva, a veces junto con cartas, telegramas o llamadas telefónicas para aclarar el problema.

Si se elimina completamente la interacción entre el trabajo original y la revisión, y si los dos trabajos, el original y la revisión, tienen un promedio del proceso de un error en 1.000 documentos, entonces los dos juntos llegarán a un promedio del proceso bastante mejor que  $1/1.000^2$  ó  $1/1.000.000$ .

**Ejemplo de inspección defectuosa.** La inspección defectuosa trae tres tipos de problemas: (1) frustración de los operarios; (2) interpretación errónea de los puntos de un gráfico de control; (3) al consumidor le llega producto defectuoso.

El siguiente ejemplo ilustra una situación típica de una inspección defectuosa, y la frustración de los operarios. Hay 17 operarios y cuatro inspectores. El trabajo de los 17 operarios se asigna a los 4 inspectores utilizando números aleatorios.

La tabla 2 muestra los resultados de la inspección a lo largo de un período de tres semanas, y la Fig. 22 muestra, en forma gráfica, los resultados por inspector. Se ve claramente que algo va mal: el patrón de las diferencias entre los inspectores es problemático. Los Inspectores 1 y 4 concuerdan bien. Al igual que los Inspectores 2 y 3, pero las dos parejas están muy separadas.

Lo que aquí hacía falta eran las definiciones operativas de lo que es aceptable y lo que no. Nos encontramos con este problema en el Capítulo 1. Una definición operativa consiste en un método de ensayo, el ensayo, y un criterio por el que juzgar si una pieza trabajada se tiene que clasificar como defectuosa o aceptable (ver el Capítulo 9). La definición operativa es comunicable: tiene un lenguaje con el que las personas se entienden unas a otras.\*

**Inspección defectuosa causada por el miedo.** En el gráfico de control de la Fig. 23 se muestra el registro diario, durante dos meses, de la proporción de unidades defectuosas encontradas en la auditoría final de un producto listo para enviar. La proporción media de unidades defectuosas en los dos meses era de 8,8 por 100. Los límites de control son:

$$\begin{aligned}
 n &= 225 & \bar{p} &= 0,088 \text{ ó } 8,8 \% \\
 \left. \begin{array}{l} \text{LCS} \\ \text{LCI} \end{array} \right\} &= \bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p})/n} = \\
 &= 0,088 \pm 3 \times 0,0189 = \\
 &= \begin{cases} 0,144 & \text{ó } 14,4 \% \\ 0,031 & \text{ó } 3,1 \% \end{cases}
 \end{aligned}$$

---

\* Le estoy agradecido a David S. Chambers por el privilegio de trabajar con él en este ejemplo.

**Tabla 2.** Registro del número de piezas defectuosas detectadas por la inspección a lo largo de tres semanas, por operario y por inspector.

Operario	Inspector				Todos
	1	2	3	4	
1	1	0	0	3	4
2	2	0	0	3	5
3	0	1	1	4	6
4	3	2	2	2	9
5	7	0	0	0	7
6	0	0	0	1	1
7	1	1	1	4	7
8	3	2	3	6	14
9	2	1	0	0	3
10	1	1	1	0	3
11	9	3	5	10	27
12	3	1	0	1	5
13	4	1	1	2	8
14	4	1	1	2	8
15	0	0	1	3	4
16	1	0	0	4	5
17	11	4	6	15	36
Todos	52	18	22	60	152
Total piezas examinadas, $n$					
	400	410	390	390	1.590
Proporción unidades defectuosas, $p$					
	0,130	0,044	0,056	0,154	0,096

*Observación:* Las cajas del producto acabado (cinco piezas por caja) se distribuyen a los inspectores según números aleatorios. El número de piezas fabricadas es casi el mismo para todos los operarios.

La Fig. 23 indica una situación curiosa. Los movimientos hacia arriba y hacia abajo de los puntos son demasiado estrechos, a la vista de los límites de control. Dos posibles explicaciones acuden a la mente:

1. La uniformidad de la proporción de unidades defectuosas ha sido incorporada. Esto no es en absoluto extraño. Por ejemplo, 12 plataformas que giran para la estampación. Una de las plataformas va mal. Las otras 11 siguen funcionando bien. El producto resultante tiene una estampación defectuosa por cada 12;  $1/12$  es el 8,3 por 100, que es un

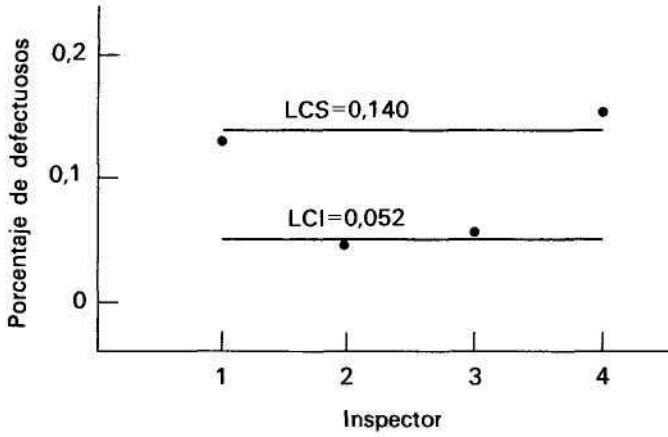


Fig. 22. El resumen en forma de gráfica para los cuatro inspectores descarta los problemas con la inspección. Cálculo de los límites de control

$$\bar{p} = 0,096, \quad n = \frac{1.590}{4} \cong 400$$

$$\left. \begin{matrix} \text{LCS} \\ \text{LCI} \end{matrix} \right\} = \bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p})/n} =$$

$$= \begin{cases} 0,140 \\ 0,052 \end{cases}$$

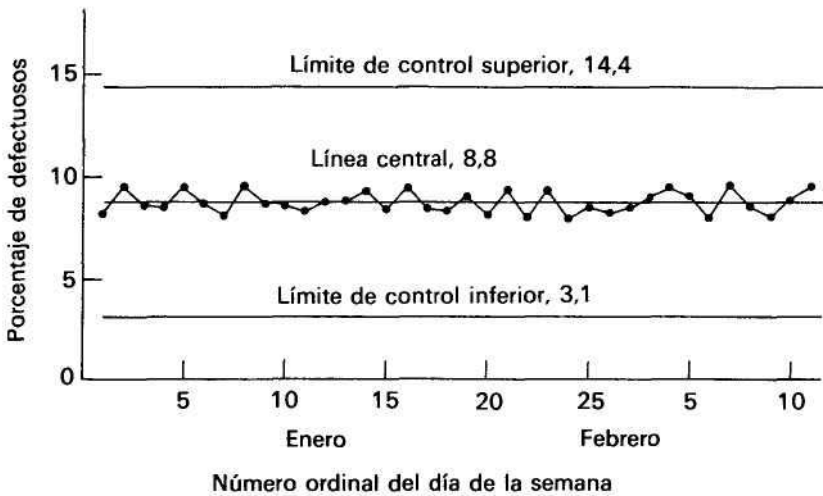


Fig. 23. Registro diario del porcentaje de artículos defectuosos; 225 artículos inspeccionados por día

valor peligrosamente cercano al promedio del 8,8 por 100 que aparece en el gráfico.

2. Las cifras del gráfico no tienen ningún significado.

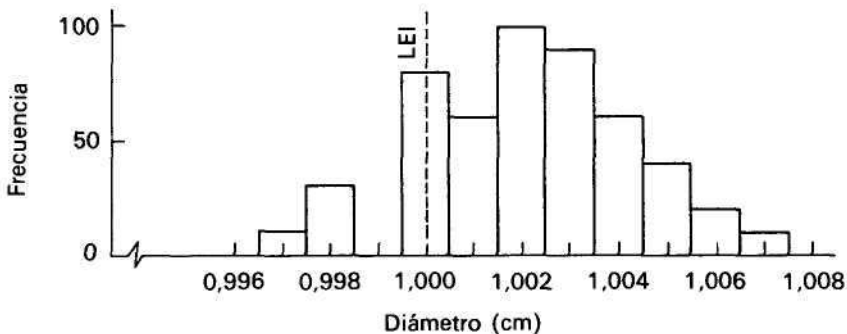
Descartamos (David S. Chambers y yo) la primera explicación al conocer íntimamente el proceso y las circunstancias. La segunda explicación nos parecía plausible. El inspector no estaba seguro, tenía miedo. Corría el rumor por la planta de que el director cerraría la planta y se desharía de ella si la proporción de unidades defectuosas en la auditoría final llegaba cualquier día al 10 por 100. El inspector estaba protegiendo el trabajo de 300 empleados.

Vemos nuevamente que cuando hay temor, hay cifras erróneas. La organización funciona según la idea que los trabajadores tienen metida en la cabeza. No importa en absoluto si en realidad el director quiere cerrar con un 10 por 100 de unidades defectuosas.

Comunicamos a la alta dirección nuestra explicación —el miedo. El problema desapareció cuando el gerente de esta planta se buscó otro trabajo, y entró un nuevo gerente.

**Más cosas sobre el miedo.** El histograma de la Fig. 24 está proclamando a voces un mensaje. Nos dice que el inspector distorsionó los datos. Un histograma así se puede encontrar casi cualquier día en cualquier parte. Las medidas se amontonan justo por dentro de la especificación, y luego viene un vacío. Las razones posibles de la distorsión son obvias:

1. El inspector está tratando de proteger a las personas que fabrican la pieza.
2. El no está seguro de su instrumento —tiene miedo de rechazar una pieza injustamente; teme que si funcionara bien la pieza sería aceptada.
3. Tiene miedo de su propia utilización del instrumento, lo cual, por supuesto, se viene a confundir con el punto N° 2.



**Fig. 24.** Distribución de las medidas del diámetro de 500 varillas de acero. Obviamente la inspección era defectuosa. (LEI indica límite de especificación inferior.)

**Otro ejemplo de inspección defectuosa causada por el miedo.** La Fig. 25 muestra la distribución de unos valores medidos durante la producción. El límite inferior de la especificación era de 6,2 milésimas de pulgada; no había límite superior. No se registró ninguna pieza mala. Obsérvese el pico a 6,3 milésimas de pulgada. ¿Hubo algunos fallos? Nadie lo sabrá jamás.

A nadie le gusta ser portador de malas noticias.

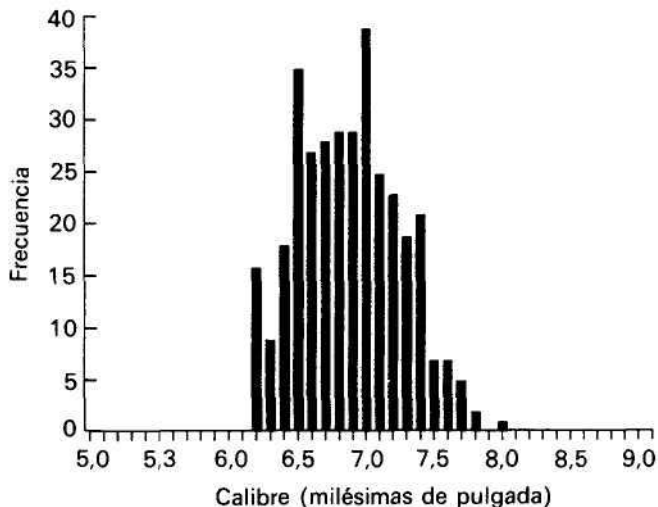
Los picos a 6,5 y 7,0 puede que se deban a un redondeo.

**Otro ejemplo.** Según lo que yo sé, se informa diariamente del índice de Calidad del Aire a mediodía, en 13 regiones de los EE.UU. El límite superior es 150 (mg de contaminante por metro cúbico). Por encima de esta cifra, algunos organismos gubernamentales tienen que moverse para descubrir la fuente de la contaminación. Puede que se deba a la misma naturaleza; puede que se deba a chimeneas. Casi nunca se da la cifra 150, y una cifra por encima de 150 es bien rara. Hay concentraciones de 149, 148, 147, 146. Las personas tienen miedo de dar los resultados que obtienen. No es de extrañar: la precisión de la medida es de 20.

**Otro ejemplo más de perjuicios ocasionados por el miedo.** Kate McKeown me informó sobre este diálogo real:

*Restaurador* (a su capataz): ese cojinete (de una máquina de inyección) está a punto de salirse, y estropeará todo el turno cuando lo haga si no nos ocupamos ahora de él.

*Capataz*: este cargamento de piezas coladas tiene que salir hoy.



**Fig. 25.** Distribución de los valores medidos. Límite inferior 6,2 milésimas de pulgada, no hay límite superior.



Está pensando en el registro de la producción, y le dice al hombre: «No podemos ocuparnos de eso ahora.» El capataz, al temer por su trabajo, no podía proteger los intereses de la compañía. Se le juzga sólo por cifras, no por evitar cierres. ¿Le puede culpar alguien por estar haciendo su trabajo?

Antes de acabar con el cargamento, el cojinete se queda paralizado, tal como predijo el restaurador. Durante la reparación, descubre, ciertamente, que el vastago está muy rayado: cuatro días perdidos para conseguir un nuevo vastago procedente de Baltimore y sustituirlo.

**Necesidad del control estadístico en los métodos de ensayo.** Una medida anotada, bien sea visual, manual, o tomada y registrada por instrumentos, es el producto final de una larga serie de operaciones sobre la cosa medida, y sobre la utilización del instrumento. Las medidas repetidas de un mismo artículo, a lo largo de un período de tiempo, tienen que estar bajo control estadístico para que el instrumento y el operario del mismo se califiquen como método de medida. Desde luego que esta característica sola no es suficiente. El nivel del gráfico-/? para las medidas repetidas, para cualquier operario, no debe ser demasiado grande, de otro modo la precisión del método no será suficiente para su uso. El método tiene que ser reproducible dentro de unos límites especificados con diferentes operarios (o con otros observadores, en el caso de la inspección visual).

No se puede adscribir ninguna precisión, buena o mala, a un método de ensayo a menos que el instrumento y el observador en conjunto muestren control estadístico<sup>3</sup>. Esto es así independientemente del coste del equipo de ensayos.

Supuestas faltas en el material procedente de los vendedores pueden surgir debido a las diferencias entre los métodos de medida del vendedor y del comprador. Por ejemplo, ¿cuál es el área de una piel? ¿Qué pasa con los bordes desiguales: cómo afectarían a la medida de la piel, si usted vendiera la piel? ¿Y si la comprara?

---

<sup>3</sup> Afirmado por Walter A. Shewhart, *Economic Control of Quality of Manufactured Product* (Van Nostrand 1931; American Society for Quality Control, 1980; reeditado por Ceepress, Universidad George Washington, 1986), Capítulo 23; ídem, *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* (Escuela de Graduados, Departamento de Agricultura, Washington, 1939; Dover, 1986), Capítulo 4. Una referencia excelente es la de Joseph M. Cameron, *Measurement Assurance*, NBSIR 77-1240 (Oficina Nacional de Estándares, Washington) abril 1977. Ver también Charles A. Bicking, «Precisión in the routine performance of standard tests», *Standardization*, enero 1979, p. 13. El lector interesado puede, en este momento, acudir a la obra maestra de Churchill Eisenhart, «Realistic evaluation of the precisión and accuracy of instrument calibration systems», que es un capítulo del libro editado por Harry H. Ku, *Precisión Measurement and Calibration*, Publicación Especial 300 de la Oficina Nacional de Estándares, Vol. 1 (Superintendente de Documentos, Washington, 1969).

**Diferencias entre los instrumentos de ensayo.** Generalmente la investigación estadística descubre, en unas pocas semanas, que:

1. Pocos trabajadores saben en qué consiste el trabajo.
2. También lo saben pocos inspectores. El operario y el inspector no están de acuerdo en lo que está bien y lo que está mal. Ayer estaba bien; hoy está mal.
3. El equipo electrónico de ensayos no hace lo que debe. Un instante deja pasar un artículo, lo rechaza a continuación, y al revés.
4. Las máquinas electrónicas de ensayos no concuerdan unas con otras.
5. El vendedor y el comprador no están de acuerdo: no hay que extrañarse, el equipo de ensayos utilizado por el comprador no concuerda consigo mismo. El vendedor tiene el mismo problema. Ninguno de los dos lo sabe.

Pocas personas en un puesto de supervisión y en la dirección son conscientes de lo importante que es una inspección fiable para la moral de los trabajadores de producción.

*Ejemplo.* Hay ocho máquinas para ensayos al final de la línea, que separan los buenos productos de los malos para proteger a los clientes. Alrededor de 3.000 artículos pasan por esta inspección cada día. El resumen y el gráfico (trazado a máquina) indican, en la Fig. 26, los resultados de una semana. La norma era ir cambiando de máquina conforme las piezas iban saliendo por la línea.

Obviamente las ocho máquinas para ensayos caen dentro de dos grupos. La diferencia entre sus medias es alrededor del 11 por 100. Hay un grave problema. Lo que obtiene el cliente depende de la máquina que hace los ensayos —una

Máquina ensayo	Rendimiento	40%	50%	60%
0	66,2			x
7	66,3			x
8	54,1		x	
9	56,0		x	
10	56,9		x	
11	54,1		x	
12	66,5			x
13	57,3		x	
Total	59,7			

**Fig. 26.** Resultados de ocho máquinas de ensayo a lo largo de una semana.

situación alarmante. Es de vital importancia descubrir la razón de por qué hay dos grupos y de la diferencia entre ellos.

Se puede imaginar la frustración de los operarios, viendo la variación aparente e inexplicable de un día a otro, desconociendo que gran parte del problema reside en el equipo para los ensayos.

En un problema semejante, primero se debería ver la combinación entre el operario y la máquina. Una máquina no trabaja sola. No posee ninguna característica propia. La máquina y el operario forman un equipo. Si se cambia el operario, puede dar resultados diferentes. En este caso, las máquinas trabajaban durante tres turnos. Sería conveniente averiguar si los mismos operarios trabajan toda la semana con cualquier máquina.

**Comparación de dos operarios con la misma máquina.** El ejemplo anterior es uno en el que los instrumentos de ensayo (combinados con los operarios) no concuerdan unos con otros. También se puede esperar que se descubra que un instrumento no concuerda consigo mismo, y que los operarios no concuerdan unos con otros. La buena supervisión requiere el logro del control estadístico del sistema de medición.

Se hace un resumen conveniente de los dos conjuntos de resultados en forma de tabla de 2 x 2. En la p. 338 (Fig. 48) aparece un ejemplo de una tabla de 2x2. Este tipo de tabla se puede adaptar fácilmente a muchos tipos de comparaciones. En este ejemplo, podríamos poner al Operario N° 1 en el eje horizontal, y al Operario N° 2 en el vertical. O para ver al mismo operario con dos instrumentos, en el horizontal podría ir un instrumento, y en el vertical el otro instrumento. Los puntos sobre la diagonal indican concordancia. Los puntos por fuera de la diagonal indican desacuerdo. El científico encargado de los ensayos debería establecer por adelantado los criterios de reproducibilidad satisfactoria del ensayo, y luego decidir a partir de la tabla si el ensayo es satisfactorio.

A propósito, la distribución ji-cuadrada y las pruebas de significación, que se enseñan en algunos cursos de estadística, no tienen aquí ninguna aplicación.

Si la inspección se hace sobre una escala de centímetros, gramos, segundos, milivoltios, o cualquier otra unidad, se puede dibujar el primer ensayo sobre un eje, y el segundo ensayo sobre el otro. Si hay una buena concordancia, los puntos estarán sobre, o próximos, a la línea de 45° como en la Fig. 50 (p. 342).

**Comparación entre entrevistadores para mejorar el comportamiento.** Tal como se señaló en el Capítulo 2, página 71, casi todas las actividades son únicas. Una vez se han realizado, es demasiado tarde para corregirlas. De nuevo, ¿cómo se prueba un buque de guerra? Un ejemplo lo constituyen las investigaciones demográficas. O resultan bastante bien, o son un fracaso. El

estudio de la condición física del equipo que posee una compañía telefónica, o un ferrocarril, proporciona otros ejemplos.

Durante el período de formación, se harán varias pruebas de los inspectores y los entrevistadores. Se hará un ensayo general. A pesar de todos los cuidados, uno tiene que estar preparado para recibir sorpresas, en la forma de problemas e incoherencias no previstos.

Después de dos días, los resultados sobre el terreno se pueden analizar en conjunto, para comparar la varianza entre los investigadores con la varianza de un mismo investigador, para detectar así, antes de que sea demasiado tarde, si hay que reciclar a algún investigador. A veces un investigador se encontrará en una situación precaria. Es indispensable determinar el porqué. O puede que su trabajo sea excelente, y que los otros investigadores necesiten más formación. Los dos primeros días son cruciales.

La Fig. 27 nos muestra un ejemplo. Cada punto representa los resultados de un investigador al cabo de los dos primeros días. Había ocho entrevistadores, y, por tanto, ocho puntos. Tal como se explica en el pie, el desacuerdo entre el estudio presente y el Censo recientemente realizado se debía a una causa común, instrucciones y formación insuficientes, especialmente en lo que respecta a la definición de operario (conductor de autobús, empleados de ferrocarril, ascensoristas, etc.). Después del reciclaje, los entrevistadores estaban bastante de acuerdo con el Censo<sup>4</sup>.

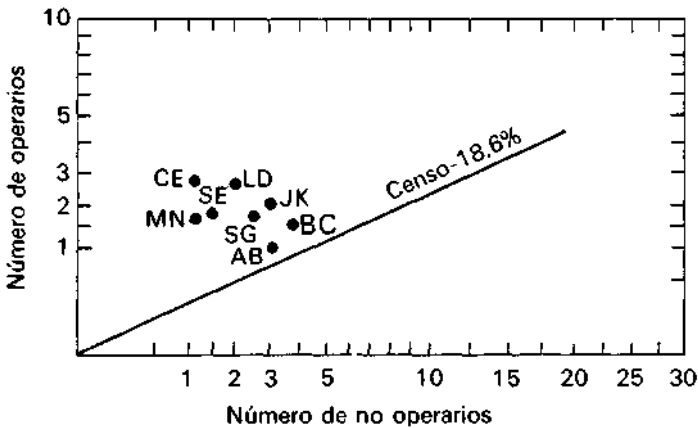


Fig. 27. Número de operarios y número de no operarios ocupados registrados por los entrevistadores durante las dos primeras semanas de una encuesta en Wilmington, Delaware, en 1952, comparada con el Censo de 1950. Todos los puntos caen por encima de la línea del Censo. Esto es una fuerte evidencia de que existe una falta de entendimiento entre los entrevistadores respecto de la definición de operario. Hizo falta formación adicional.

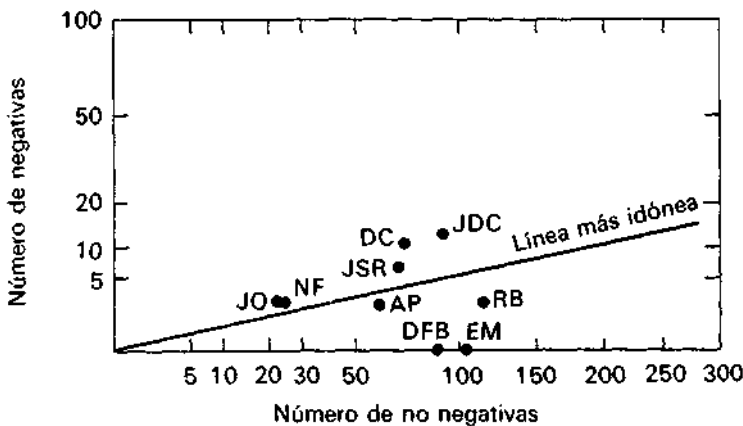
<sup>4</sup> Estos ejemplos y los gráficos se han tomado de *Sample Design in Business Research* (Wiley, 1960), Capítulo 13, obra del autor de este libro.

*Observación.* Un requisito para hacer bien las cosas es que la asignación de unidades de muestras a los entrevistadores e inspectores, se haga por medio de números aleatorios, para que cada entrevistador o inspector investigue una muestra aleatoria de entre todas las unidades de muestra sacadas para el estudio. De otro modo, será difícil interpretar los resultados.

La Fig. 28 muestra los resultados de otra encuesta al cabo de tres semanas, demasiado tarde para recomenzar. En la escala vertical se indica el número de negativas, y en la escala horizontal el número de resultados positivos (éxitos). Las entrevistadoras EM y DFB no tienen ninguna negativa. La cuestión es si esta manifestación de comportamiento tan excelente es digno de crédito, o si hay algún fallo en el informe. El paso siguiente consistía en hablar con las dos entrevistadoras, EM y DFB. Estas charlas sólo duran unos pocos minutos. Las dos mujeres habían sido enfermeras visitadoras con anterioridad. Un amigo mío de Hamburgo me dijo hace años que cualquier mujer que haya sido enfermera visitadora será una buena entrevistadora. A ella le encanta la gente, y la gente habla con ella. Eso era todo lo que yo necesitaba saber.

El papel aquí utilizado es el papel de doble raíz cuadrada de Mosteller-Tukey (p. 201). Utilizando cualquier otro papel gráfico se sacarían las mismas conclusiones.

**Falacias de las recompensas por ganar una lotería.** Una persona del departamento de personal de una gran compañía expuso una idea, que todas las personas de allí pensaban que era brillante, esto es, recompensar al mejor del mes en una determinada línea de producción (la persona que hiciese la menor proporción de unidades defectuosas durante el mes) con una invitación. Se



**Fig. 28.** Negativas y no negativas para nueve entrevistadoras después de cuatro semanas. Las entrevistadoras DFB y EM son superiores, si no es que hay algo mal en los registros.

haría una pequeña fiesta en su honor, y se le dejaría medio día libre. Esto sería una gran idea si en realidad hubiese una persona extraordinaria durante el mes. Había 50 hombres en la línea de producción.

¿Los resultados de la inspección de su trabajo forman un sistema estadístico como el del trabajo de los 20 operarios de la Fig. 41 (p. 282)? Si el trabajo del grupo forma un sistema estadístico, entonces el premio se convierte en una lotería. Por otra parte, si el hombre excelente es una causa especial, por el lado de las proporciones bajas de unidades defectuosas, entonces realmente es una persona extraordinaria. Se merece el reconocimiento, y sería el punto de referencia para enseñar a los demás a hacer el trabajo.

La lotería no tiene nada malo, por lo que a mí respecta, siempre que se le llame lotería. Sin embargo, llamarla recompensa por méritos, cuando la selección no es más que una lotería, es desmoralizar a toda la mano de obra, incluidos los ganadores. Todo el mundo pensará que hay buenas razones para la selección y tratará de explicar y de reducir las diferencias entre ellos. Sería un ejercicio inútil cuando las únicas diferencias son unas desviaciones aleatorias, que es lo que ocurre cuando el comportamiento de las 50 personas forman un sistema estadístico.

# Definiciones operativas, conformidad, comportamiento

*Yo manifiesto la opinión de que algunas de las explicaciones publicadas son más sorprendentes que el fenómeno mismo. (Hugh M. Smith, «On the synchronous flashing of fireflies», Science, agosto 1935.)*

**Objetivo de este capítulo.** En opinión de muchas personas de la industria, no hay nada más importante que el uso de las definiciones operativas para las transacciones en los negocios. También podría decirse que ningún otro requisito de la industria está tan descuidado. Se aprende algo sobre definiciones operativas en las escuelas de artes liberales, en cursos de filosofía y teoría del conocimiento, pero casi nunca en las escuelas empresariales o de ingeniería de los Estados Unidos. Incluso podría decirse que la enseñanza de la física, la química y otras ciencias naturales no incluye la filosofía de la ciencia. El objetivo de este capítulo consiste en tratar de hacer ver al lector la necesidad de las definiciones operativas y animarle a estudiar más.

El significado comienza con la idea, que está en la mente de cualquiera, y sólo allí: es inefable. El único significado comunicable de cualquier palabra, receta, instrucción, especificación, medida, atributo, normativa, ley, sistema, edicto, es la anotación de lo que ocurre cuando se aplica una operación especificada o ensayo.

**¿Qué es una definición operativa?** Una definición operativa da sentido comunicable una idea. Los adjetivos como bueno, fiable, uniforme, redon-

do, cansado, seguro, inseguro, desempleado, no tienen ningún sentido comunicable hasta que se expresan en función de términos operativos de muéstreos, ensayos, y criterios. La idea de una definición es inefable: No puede comunicarse a otra persona. Una definición operativa es aquella sobre la cual se pueden poner de acuerdo personas razonables<sup>1</sup>.

Una definición operativa es aquella con la que las personas pueden hacer negocios. La definición operativa de seguro, redondo, fiable, o cualquier otra cualidad tiene que ser comunicable, y tiene que tener el mismo sentido para el vendedor como para el comprador, el mismo sentido ayer que hoy para el operario. Ejemplo:

1. Un ensayo concreto de una pieza de material o un montaje.
2. Un criterio (o criterios) para juzgar.
3. Una decisión: sí o no, el objeto o el material cumplía o no cumplía el criterio (o criterios).

La especificación de un artículo se puede referir a las medidas de la longitud, diámetro, peso, dureza, concentración, floculencia, color, aspecto, presión, paralelismo, goteo, desempleado, o cualquier otra característica. La especificación se puede referir al comportamiento. Por ejemplo, el tiempo medio que transcurre entre los fallos de una máquina no debe ser inferior a ocho horas. O el 95 por 100 de las máquinas adquiridas deben funcionar durante una hora o más sin ningún fallo.

Hemos visto en muchas partes lo importante que es que el comprador y el vendedor se entiendan el uno al otro. Ambos tienen que utilizar el mismo tipo de centímetro. La utilización de los instrumentos debe concordar bastante entre ellos. Este requisito sólo tiene sentido si los instrumentos están bajo control estadístico. Sin una definición operativa, la especificación no tiene sentido.

Los malos entendidos entre compañías, y entre los departamentos de una compañía sobre supuestos materiales defectuosos, o supuestos malos funcionamientos de los aparatos, a menudo tienen su raíz en que ninguna de las dos partes ha establecido previamente en términos comprensibles, las especificaciones de un artículo, o la especificación del comportamiento, y no entienden los problemas de las mediciones.

Las definiciones operativas son vitales para los abogados, vitales para las normativas gubernamentales, vitales para los estándares (voluntarios) industriales. Por ejemplo, ¿qué es con cuidado? ¿Qué es con el debido cuidado? (Ver el Principio 4 del Capítulo 17.)

---

<sup>1</sup>Walter A. Shewhart, *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* (Escuela de Graduados, Departamento de Agricultura, Washington, 1939; Dover, 1986), pp. 130-137; C.I. Lewis, *Mindand the World-Order* (Scribner's, 1929; Dover, 1956), Capítulos 6-9.



**La práctica es más exacta que la ciencia pura; más exacta que la enseñanza.**

Tal como dijo Shewhart, los estándares del conocimiento y de los trabajos en la industria y en los servicios públicos, son más estrictos que los requisitos de la ciencia pura.

Tanto la ciencia pura como la aplicada han ido presionando gradualmente más y más los requisitos de exactitud y precisión.

Sin embargo, la ciencia aplicada, especialmente en la producción a gran escala de piezas intercambiables, es aún más exacta que la ciencia pura en algunos aspectos de la exactitud y la precisión. Por ejemplo, en la ciencia pura, un científico realiza una serie de medidas y sobre éstas hace lo que él considera que son las mejores estimaciones de exactitud y precisión, independientemente de si han sido pocas las medidas. Él admitirá fácilmente que los estudios futuros puedan demostrar que tales estimaciones son erróneas. Quizá lo que él reclamará es que son tan buenas como las que cualquier científico razonable haría según los datos disponibles al hacer las estimaciones. Pero volvamos la vista hacia el científico que se ocupa de la ciencia aplicada. Él sabe que si tuviera que actuar sobre la exigua evidencia de que se dispone a veces en la ciencia pura, cometería los mismos errores que comete el científico puro cuando hace las estimaciones de exactitud y precisión. También sabe que alguien puede perder mucho dinero o padecer daños físicos, o ambos, a causa de sus equivocaciones.

En la industria se tiene aún otra preocupación. Se sabe que las especificaciones de la calidad que implican unos grados fijos de exactitud y precisión pueden convertirse en la base de los acuerdos contractuales, y se sabe que cualquier indeterminación en el significado de cualquiera de los términos utilizados en tal especificación, incluyendo los de exactitud y precisión, puede conducir a malos entendidos e incluso a acciones legales. Por tanto, el científico que se dedica a la ciencia aplicada piensa que conviene llegar hasta donde uno puede razonablemente, para establecer los significados definidos y verificables operativamente para tales términos<sup>2</sup>.

**Valor no exacto; valor no verdadero.** El problema en el comercio nunca es si alguna cosa es exactamente redonda, sino cuánto se aparta de la redondez. Los pistones de su coche no son exactamente redondos. No podrían serlo, puesto que no hay forma de definir operativamente lo que es exactamente redondo.

¿Por qué no buscar ayuda en un diccionario? El diccionario dice que una figura es redonda si en un espacio euclidiano bidimensional por todas partes es equidistante de un punto llamado centro. Esta es una definición muy útil cuando se utiliza en la lógica formal, como en el teorema de Euclides. Pero si tratamos de aplicarla a la práctica, nos encontramos con que el diccionario

---

<sup>2</sup> Walter A. Shewhart, *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* (Escuela de Graduados, Departamento de Agricultura, Washington, 1939; Dover, 1986), pp. 120-121.

proporciona una idea, no una definición para usar en la industria —esto es, no es una definición operativa de lo que es suficientemente redondo para un uso particular.

El tren no fue exactamente puntual.

Para comprender estas verdades, uno sólo tiene que tratar de explicar qué medidas hay que hacer, y qué criterio adoptar, para decidir si algo es exactamente redondo, o si el tren fue exactamente puntual. Pronto descubrirá que se ha metido en arenas movedizas.

Cualquier medida física es el resultado de la aplicación de un procedimiento dado. Lo mismo que cuando se cuentan las personas que hay en un área. Se puede esperar que dos procedimientos para medir o para contar (llámense A y B) darán resultados diferentes. Ninguna de las dos cifras es la una correcta y la otra errónea. Sin embargo, los expertos en el tema pueden preferir el Método A al Método B. Tal como P.W. Bridgman lo dijo, «La idea es sinónimo del correspondiente conjunto de operaciones»<sup>3</sup>. O quizá sea más fácil de entender así:

Un procedimiento preferido se distingue por el hecho de que supuestamente da o daría resultados más cercanos a lo que se necesita para un fin determinado; y también por el hecho de que es más caro, o tarda más tiempo, o incluso es imposible de realizar... Como el procedimiento preferido siempre está sujeto a modificaciones u obsolescencia, nos vemos obligados a concluir que ni la exactitud ni el sesgo de cualquier procedimiento puede conocerse jamás de manera lógica<sup>4</sup>.

Ya hemos visto que la media del proceso dependerá del método de muestreo de los lotes, al igual que del método de ensayo y de los criterios impuestos. Cambie el método de muestreo o el método de ensayo y usted tendrá un número diferente de unidades defectuosas en un lote, y una nueva media del proceso. Por tanto, no existe un valor verdadero para el número de unidades defectuosas en un lote dado, ni un valor verdadero para la media del proceso.

Mucha gente se asombra de que no exista un valor verdadero para la velocidad de la luz. El resultado que se obtiene para la velocidad de la luz depende del método que utilice el experimentador (microondas, interferómetro, geodímetro, espectro molecular). Además (tal como ya se ha subrayado antes), un método de medida no existe a menos que los resultados indiquen control estadístico. El único ensayo de control estadístico para registrar los resultados sobre la velocidad de la luz resultó ser negativo<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> P.W. Bridgman, *The Logic of Modern Physics* (Macmillan, 1928), p. 5.

<sup>4</sup> W. Edwards Deming, *Sample Design in Business Research* (Wiley, 1960), Capítulo 4.

<sup>5</sup> Walter A. Shewhart, *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* (Escuela de Graduados, Departamento de Agricultura, Washington, 1939; Dover, 1986), pp. 68, 69; C.K. Ogden e L.A. Richards, *The Meaning of Meaning* (Harcourt Brace, 1956).

Si dos métodos para medir la velocidad de la luz, o para medir cualquier cosa, estuvieran bajo control estadístico, aún podría haber diferencias de importancia científica. Por otra parte, si los métodos concordaran razonablemente bien, su concordancia podría aceptarse como un estándar maestro para hoy.

Este estándar maestro no sería un valor verdadero, porque cualquier otro método, todavía por acordar, bien pudiera dar un valor sustancialmente diferente del estándar maestro de hoy. Es mejor considerar una diferencia irresoluble, no como un sesgo, sino como el resultado natural de un método diferente.

La velocidad de la luz de  $3 \times 10^{10}$  cm/seg que aprendimos en la escuela, es todavía suficiente para la mayoría de las aplicaciones, pero los requisitos actuales de la ciencia y la industria necesitan los resultados de otros métodos, a veces incluso hasta con siete u ocho decimales. En la p. 82 del libro de Shewhart de 1939, ya citado, figura el registro gráfico de todas las determinaciones publicadas de la velocidad de la luz, hasta esa fecha (Fig. 29). Cada determinación muestra una cifra inferior a la que se había obtenido hasta entonces. Recientemente se han hecho unas cuantas determinaciones más, siendo cada una de ellas, a excepción de una, inferior a las obtenidas previamente<sup>6</sup>. La excepción procede de la URSS.

**En un Censo no hay un número verdadero de habitantes.** Incluso a los oficiales del Censo parece que se les ha escapado algún principio fundamental de la ciencia. Oí decir a un oficial que el Censo de 1980 era el más exacto que jamás se hizo, haciendo que él y otras personas supusieran, me temo, que existe una cifra exacta y que podría obtenerse tan sólo si todas las personas del Censo trabajaran lo suficiente.

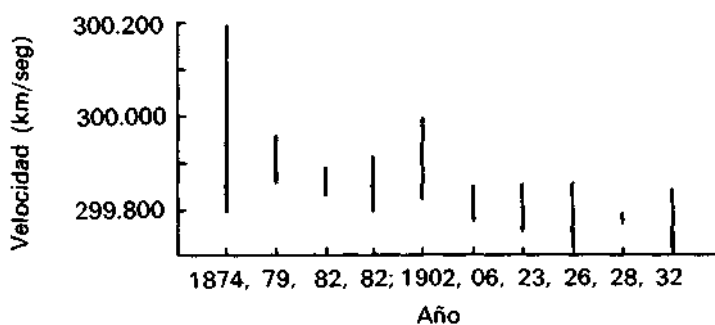


Fig. 29. Registro gráfico de las determinaciones de la velocidad de la luz publicadas hasta 1932. Los intervalos verticales son los llamados errores probables por los físicos, cuyo cálculo generalmente no está claro.

<sup>6</sup> David Halliday y Robert Resnik, *Fundamentals of Physics* (Wiley, 1975), p. 655.

Las quejas interpuestas en 1980 por los alcaldes de varias ciudades de América de que el Censo de abril de 1980 no había contado a todas las personas, pusieron tristemente de manifiesto que los alcaldes no entendían lo que es un contaje. Las amenazas de los tribunales de adjudicar ajustes a las ciudades sobre los contajes registrados, muestra idéntico fallo. ¿Por qué no dar a cada área un  $2^{1/2}$  por 100 más?

No existe un valor verdadero para el número de habitantes de Detroit, pero hay (había) una cifra suministrada por los procedimientos que siguió el Censo. Si los procedimientos hubiesen sido diferentes en algo, se habrían obtenido diferentes cifras.

Propongo la idea de que la manera sensata para que un alcalde se quede satisfecho con el recuento de los habitantes de su ciudad, consiste en que él colabore, por adelantado, con la oficina del Censo. Tendría que:

1. Estudiar y familiarizarse con los métodos que nuestro Censo y que otros censos han utilizado para detectar las personas que se encuentran en un área, incluyendo las definiciones de a quiénes contar y a quiénes omitir, más las reglas para situar las personas de un área en otra.

El recuento de las viviendas vacantes de un área presenta problemas de calificación al igual que problemas de recuento total. Primero, ¿qué es una vivienda? Segundo, ¿qué es una vivienda vacante? Parece sencillo hasta que uno pide información sobre las varias clases de viviendas vacantes. Parecería que una vivienda que no está ocupada está vacante. Pero ¿qué pasa si la vivienda es inhabitable? ¿Está vacante? Hay viviendas vacantes en venta; vacantes para alquilar; vacantes temporalmente (están ocupadas sólo parte del año); vacantes pero ni en venta ni para alquilar; vacantes a la espera de ser ocupadas.

El número de viviendas vacantes según el tipo, es un indicador económico importante, y es útil desde el punto de vista de los negocios. Obviamente, el Censo tiene que hacer pasar a los entrevistadores por un curso de formación antes de mandarlos a recoger datos sobre el terreno, respecto de las vacantes.

2. La mejor manera de aprender estos procedimientos sería hacer una solicitud para un curso de estudios de cuatro días de duración en el Censo, y luego pasar un examen.

Cualquier persona familiarizada con los métodos del Censo conoce el intento tan bien organizado de la noche del 8 de abril del año censal para descubrir y contar a todas las personas repartidas por todas las misiones, pensionuchas, o asilos, que no tienen lugar fijo de residencia. Muchas de estas personas no tienen información sobre sí mismas; algunas no están seguras de cómo se llaman, unas pocas menos no saben la edad que tienen. Un ejército de enumeradores y de otros empleados del Censo toman parte en este barrido, bajo una estrecha vigilancia, y con un ensayo general.

Es notorio que unos esfuerzos y gastos por encima de un nivel razonable para encontrar a más personas, son excepcionalmente infructuosos, especialmente en lo que respecta a varones negros entre dieciocho y veinticuatro

años de edad. La búsqueda puede costar fácilmente 100\$, por cada unidad añadida al recuento. Un esfuerzo mayor eleva el coste a 200\$ por cada unidad más. ¿Cuándo se debe detener el esfuerzo?

Y más cosas, ¿qué quiere usted decir con el número de personas en un área?

Obviamente, tiene que haber un acuerdo previo sobre cuánto se va a gastar y quién va a pagar el coste por encima de los métodos habituales regulares del Censo.

3. Conocer las diversas técnicas por medio de las cuales nuestro Censo y otros censos han estimado (a) el número de viviendas y el número de personas pasadas por alto, (b) el número de las que se han contado dos veces, y (c) el número de las mal contadas.

A propósito, no vale la pena gastar papel por un grupo de personas que reclaman que no fueron enumeradas en el Censo. Una persona no tiene que estar en casa para ser contada. Sólo la investigación de los registros del Censo pueden contestar a la pregunta de si alguna persona en particular fue enumerada, y situada en su domicilio.

4. Hacer sugerencias sobre los procedimientos hasta estar satisfecho con ellos.

5. *a)* Hacer el seguimiento del Censo en acción, para disponer de la evidencia estadística de lo que ocurrió exactamente, en una muestra de pequeñas áreas, adecuadamente seleccionadas.

Un área de la muestra puede consistir en un segmento que (según los mapas) contiene entre 10 y 50 (sin rigidez) casas para vivienda. El requisito primordial es que el área tiene que tener unos límites definidos, e inconfundibles.

*b)* Aceptar los resultados del Censo a menos que el seguimiento indique un fallo en la ejecución. Los fallos de ejecución se deben definir por adelantado.

Sin esta participación, el alcalde tiene que aceptar lo que el Censo le dé. Quejarse después es como jugar a si sale cara, gano, y si sale cruz, volvemos a tirar. A mí me resulta difícil encontrar compañeros para un juego con semejante regla, sin embargo así es exactamente como el alcalde quiere que jueguen los demás.

Un juez y su equipo, para estar cualificados para escuchar inteligentemente un recurso por una omisión, tendría que hacer (como el alcalde) un cursillo sobre los métodos del Censo, y estar informado sobre la diferencia entre un concepto y la definición operativa (lo que constituye el contenido de este capítulo, que debería incluirse en las carreras de leyes, ingeniería, empresariales y estadística).

**Más cosas sobre las definiciones operativas.** Todo el mundo supone que sabe lo que significa la polución hasta que comienza a tratar de explicárselo a otra persona. Se necesita una definición operativa de la polución de los ríos, polución de la tierra, polución de las calles. Estas palabras no tienen sentido hasta que se definen estadísticamente. Por ejemplo, no basta con decir que el aire que contiene 100 partes por millón de monóxido de carbono es peligroso. Se tiene que especificar (a) que esta cantidad, o una cantidad mayor, es peligrosa si se encuentra en cualquier momento, o (b) que esta cantidad, o una cantidad mayor, es peligrosa si se encuentra durante las horas de trabajo. ¿Y cómo se mide la concentración?

¿Polución quiere decir (e.g.) que hay monóxido de carbono en concentración suficiente para ocasionar enfermedades con tres inspiraciones respiratorias, o quiere decir en concentración suficiente para ocasionar enfermedades cuando se respira continuamente durante un período de cinco días? En cualquier caso, ¿cómo se va a identificar este efecto? ¿Por medio de qué procedimiento se va a detectar la presencia del monóxido de carbono? ¿Cuál es el diagnóstico o criterio del envenenamiento? ¿En hombres? ¿Animales? Si se trata de hombres, ¿cómo se van a seleccionar? ¿Cuántos? ¿Cuántas personas de la muestra tienen que satisfacer el criterio de envenenamiento para que podamos declarar que el aire es malo si se respira unas pocas veces, o con regularidad? Se hacen las mismas preguntas si se emplean animales.

Hasta el adjetivo *rojo* no tiene sentido en los negocios, a menos que se defina operativamente en función de unos ensayos y criterios. *Limpio* significa una cosa para los platos y los tenedores y cuchillos de un restaurante; y otra cosa distinta en la fabricación de discos duros para ordenadores, o en la fabricación de transistores.

El hombre de negocios u ocupado en tareas gubernamentales no puede permitirse entender superficialmente las especificaciones del comportamiento de un producto, o de las medicinas, o de los esfuerzos humanos. Los principios de la teoría del conocimiento, que a menudo se considera que son inconsecuentes o simplemente un pasatiempo de la ciencia pura, al igual que en los libros de texto o dentro de la administración y la dirección, se convierten en algo vivo y serio para la persona que se enfrenta a los problemas de la industria.

¿Qué sentido tiene la ley que dice que la mantequilla para la venta tiene que tener el 80 por 100 de grasa de leche? ¿Quiere decir el 80 por 100 de grasa de leche, o más, por cada libra que usted compra? ¿O quiere decir el 80 por 100 de media? ¿Qué quiere decir el 80 por 100 de media? ¿La media en las compras hechas a lo largo de un año? ¿O quiere decir la media sobre la producción total de mantequilla a lo largo de un año, o lo que usted y otras personas compran en un determinado sitio? ¿Cuántas libras se tienen que someter a ensayo, para calcular el promedio? ¿Cómo se selecciona la mantequilla para el ensayo? ¿Le preocuparía a usted la variación en la cantidad de grasa de leche de una libra a otra?

Obviamente, cualquier intento de definir operativamente el 80 por 100 de

grasa de leche corre parejo con la necesidad de disponer de técnicas estadísticas y criterios. Otra vez nos encontramos con que las palabras *80 por 100 de grasa de leche*, por sí mismas no tienen sentido.

Las definiciones operativas son necesarias para la economía y la fiabilidad. Sin definiciones operativas del (e.g.) desempleo, polución, seguridad de los bienes y aparatos, eficacia (como en un medicamento), efectos secundarios, duración de la administración antes de que se manifiesten los efectos secundarios, todos estos conceptos no tienen sentido a menos que se definan en términos estadísticos. Sin la definición operativa, la investigación de un problema será cara e ineficaz, y casi con seguridad acabará en pendencias y controversias.

Una definición operativa de la polución en función del mal olor, sería un ejemplo. No es una definición imposible (pariente cercano de los métodos estadísticos para mantener una calidad y un sabor constante en los alimentos y bebidas), pero a menos que se defina estadísticamente, no tendrá sentido.

El número de muestras a ensayar, cómo seleccionarlas, cómo calcular las estimaciones, cómo calcular e interpretar su margen de incertidumbre, entre operarios, entre días, entre laboratorios, la detección y la evaluación del efecto de los errores no debidos al muestreo son unos problemas estadísticos de primera magnitud. La diferencia entre dos métodos de investigación (cuestionario, test) sólo pueden medirse con fiabilidad y económicamente por medio del diseño y los cálculos estadísticos.

Las leyes aprobadas por el Congreso, y las normativas de los organismos de control gubernamentales son notables por su confusión y falta de claridad en las definiciones. Los siguientes extractos del *New York Times*, del 9 de abril de 1980, pp. D-1 y D-3, indican que la Comisión Federal de Comunicaciones acabó por renunciar a distinguir entre el proceso de datos y la transmisión y manipulación de datos.

La distinción entre proceso de datos (manipulación de datos bajo la forma de palabras y números) y las telecomunicaciones (la transmisión de la voz, dominio tradicional de las compañías telefónicas) va a desaparecer.

Es este último punto el que últimamente, según la opinión de muchos observadores, obligó a la comisión a hacerse cargo de lo que se ha venido a conocer en la industria como Informe de Ordenadores II (Computer Enquiry II).

Durante más de una década la CFC ha tratado de resolver la cuestión básica de qué es lo que constituye el proceso de datos y las telecomunicaciones. Durante ese mismo período de tiempo las dos tecnologías han dejado atrás al entorno normativo...

«Cada vez que la comisión trataba de separar los dos campos, más se aproximaban éstos», dijo un observador de la industria de telecomunicaciones. «Ahora en realidad la comisión está forzando el tema ella misma al abrir las empresas de procesos de datos a los transmisores de comunicaciones.»

**¿Qué quiere decir «50 por 100 de lana» en una etiqueta?** La etiqueta de una manta dice «50 por 100 de lana.» ¿Qué quiere decir esto? Probablemente a usted no le importa mucho lo que quiere decir. A usted le importa más el color, la textura, y el precio que el contenido. Sin embargo a algunas personas sí que les importa lo que se dice en las etiquetas. A la Comisión Federal de Comercio también, pero ¿con qué sentido operativo?

Supongamos que usted me dice que desea comprar una manta que contenga el 50 por 100 de lana, y que yo le vendo a usted la manta de la Fig. 30, la mitad de lana y la otra mitad de algodón. Esta manta contiene el 50 por 100 de lana, según una definición. Pero seguramente usted prefiere, para lo que usted quiere, otra definición: usted va a decir que el 50 por 100 de lana significa algo diferente para usted. Entonces ¿qué pasa? Dirá que lo que usted quiere es que la lana esté dispersa por toda la manta. Usted saldrá con una definición operativa como ésta:

Recorte diez círculos en la manta, de 1 o 1½ cm de diámetro, situados aleatoriamente. Numere los círculos del 1 al 10. Lleve estas piezas a que las ensaye un químico. Éste tiene que seguir unas reglas determinadas. Pídale que anote  $x_j$ , que es la proporción de lana por peso del círculo  $j$ . Calcule  $\bar{x}$ , que es la media de las diez proporciones.

Criterios:

$$\bar{x} \geq 0,50$$

$$x_{\max} - x_{\min} \leq 0,02$$

Si la muestra no cumple uno de los dos criterios, la manta no cumple su especificación.



**Fig. 30.** Esta manta tiene un 50 por 100 de lana —en superficie.



No hay nada ni bueno ni malo en ninguna de las dos definiciones anteriores de lo que quiere decir 50 por 100 de lana. Usted tiene el derecho y el deber de especificar la definición que sirva a su propósito. Más adelante, usted puede querer otra cosa, y dar otra definición.

No hay un valor verdadero para la proporción de lana de una manta. Sin embargo, hay un número que usted puede obtener al realizar un ensayo determinado.

Hasta aquí hemos estado hablando de una sola manta. Ahora viene el problema de un montón de mantas. Puede que usted vaya a comprar mantas para un hospital o para el ejército. Aquí nos encontramos con la misma diferencia fundamental con que nos encontrábamos en el Capítulo 2: una compra de una sola vez comparada con una compra continuada. Usted puede especificar que por cada 10 kg de lana neta, el fabricante tiene que utilizar 10 kg de algodón. Ésta podría ser una definición para el 50 por 100 de lana, ni buena ni mala, pero que, si usted lo dice, satisface sus objetivos.

*Aplicación.* El siguiente artículo apareció en el *U.S. News and World Report*, del 23 de noviembre de 1981, pág. 82:

#### NOTICIAS

Lo que usted puede  
y no puede hacer si dirige  
una empresa como resultado  
de las recientes decisiones  
de la audiencia y del gobierno

Un importador que confía en las etiquetas suministradas por los fabricantes extranjeros está actuando ilegalmente si las etiquetas no son correctas, dice una avenencia aprobada por un tribunal presentada en un distrito judicial de los EE.UU. Un importador, con base en Nueva York, de tejidos de mezclas de lana ha tenido que pagar 25.000\$ de multa por vender tejidos con menos lana de lo que anunciaban las etiquetas, incluso después de haberle sido notificado por la Comisión Federal de Comercio que era ilegal hacerlo. Por acuerdo, la firma hará que un laboratorio independiente analice los tejidos para determinar la exactitud de las etiquetas.

Sería interesante saber qué definición operativa sobre lo que es el 25 por 100 de lana acordaron el demandante y el demandado.

## ¿Qué es una arruga?

El producto es un panel de instrumentos para coches<sup>7</sup>. Un modelo de panel era especialmente problemático. El gerente de la planta me informó de que la proporción de unidades defectuosas estaba entre el 35 y el 50 por 100, un día tras otro.

El examen de los datos indicaba que los inspectores diferían mucho entre sí. Resultó que cada inspector tenía su propia percepción visual diaria de lo que constituía una arruga. El gerente estuvo conforme con dedicar tiempo para establecer las definiciones operativas. Seis personas de la alta dirección asistieron a una sesión. Los inspectores expusieron 20 paneles, algunos con arrugas, según decían, otros no.

El primer paso consistió en preguntar a todas las personas que estaban presentes —las que quisieran intentarlo— que definieran lo que es una arruga. Denos una definición de arruga que todo el mundo pueda comprender. El reto quedó sin contestar. Volvamos a intentarlo: ¿Puede decirme algún inspector lo que es una arruga? Sin respuesta. El director de control de calidad señaló entonces lo que él llamaba una arruga real. Uno de los inspectores estaba de acuerdo en que era efectivamente una arruga. Dos de los otros cuatro inspectores salieron con la pregunta, «¿A qué están mirando ustedes?» No podían detectar ni traza de arruga.

La solución consistió en establecer las definiciones operativas de lo que es una arruga y de lo que no. A continuación se hicieron las definiciones de otros tipos de defectos.

Resultado: El nivel de unidades defectuosas descendió al 10 por 100 en el espacio de una semana. Los empleados que hacían el reproceso tenían tiempo de acabar su trabajo. La definición operativa suministró la base para comunicarse los inspectores con los operarios. Aprendieron ellos mismos y se enseñaron unos a otros. La producción se incrementó en un 50 por 100.

Coste: ninguno. El mismo personal, los mismos materiales, las mismas máquinas; nada nuevo, a excepción de las definiciones que las personas que tenían que hacer el trabajo, y también los inspectores, entendían sobre una base común.

**Selección aleatoria de las unidades.** El procedimiento aleatorio para seleccionar una muestra de unidades de un conjunto de  $N$  unidades, se puede definir de esta manera:

1. Número de unidades en el conjunto 1, 2, 3, y así sucesivamente hasta  $N$ .
2. Tabla, por medio de un procedimiento adecuado que se ha de escribir por adelantado, de  $n$  números aleatorios no repetidos entre 1 y  $N$ . Los números de la tabla designan la selección de la muestra por número de serie.

---

<sup>7</sup>Esta sección fue aportada por Byron Doss, Consultor, Nashville.

Esto sería una definición operativa de un procedimiento aleatorio. La muestra nunca es ni aleatoria ni no aleatoria. Es el procedimiento de selección en lo que tenemos que centrarnos. El procedimiento por medio del cual se seleccionó la muestra satisface la definición establecida de lo que es un procedimiento aleatorio o no lo satisface. Una variable aleatoria es el producto de una operación aleatoria<sup>8</sup>.

Se supone que uno utiliza una tabla de números aleatorios, o genera números aleatorios bajo la dirección de un matemático que conoce las posibles falacias de la generación de números aleatorios. (Sigue en la p. 273.)

## EJERCICIOS

1. ¿Por qué no puede haber una definición operativa del valor verdadero de cualquier cosa? {*Respuesta:* un valor observado numérico de cualquier cosa depende de las definiciones y las operaciones utilizadas. Las definiciones y las operaciones serán construidas de diferente manera por diferentes expertos en la materia.)

2. a) Explicar por qué un sistema de medida debe mostrar que está bajo control estadístico para que se le pueda cualificar como sistema de medida. Dar algunos detalles sobre las medidas repetidas no destructivas sobre el mismo artículo, el intercambio de los operarios, y la repetibilidad en el mes que viene.

b) Explicar por qué la exactitud de cualquier sistema de medida se puede definir sólo como la desviación respecto del resultado medio de un estándar maestro o de medida aceptado.

c) La exactitud de un sistema de medida cambiará si el estándar maestro se cambia. Sin embargo, la precisión del sistema de medida no está afectado por un cambio en el estándar maestro.

d) ¿Qué consideraciones económicas y de ingeniería serían importantes a tener en cuenta en su decisión de ajustar el sistema de medida al estándar maestro?

3. Explicar por qué la exactitud de cualquier medida sólo se puede definir como la desviación del resultado de un estándar maestro o de medida aceptado. (*Respuesta:* La exactitud varía según se altera el estándar.)

4. ¿Cómo respondería usted a la pregunta que hizo un fabricante de bicicletas nacido en Kaoschung?

Su gobierno (de los EE. UU) tiene un reglamento que especifica que una bicicleta tiene que ser segura si la monta una persona de inteligencia media.

---

<sup>8</sup> W. Edwards Deming, *Sample Design in Business Research* (Wiley, 1960), p. 54.

Su pregunta era: ¿Qué quiere decir este reglamento? ¿Cómo le explicaría usted su significado? ¿Qué es segura? ¿Qué es insegura? ¿Qué es un hombre de inteligencia media? ¿Qué tipo de inteligencia? ¿Podría alguien de menor inteligencia hacerlo mejor? ¿Cómo definiría usted una inteligencia menor? Sólo se puede llegar a la conclusión de que el reglamento no tiene sentido.

*Comentario:* Un estándar voluntario (ver el Capítulo 10) desarrollado por la industria podría haberse anticipado a este reglamento cargante y sin sentido.

5. a) Explicar por qué un sistema de medida no tiene una precisión verificable ni una exactitud verificable (comparación con un estándar) a menos que el sistema de medida y la utilización del estándar estén ambos bajo control estadístico.

b) La determinación del bromoformo en un compuesto dio  $86,5 + 1,4$  nanogramos por microlitro. La Oficina Nacional de Estándares describe el intervalo  $+ 1,4$  como el intervalo de confianza del 95 por 100. Explicar qué sentido operativo puede tener este intervalo ( $+ 1,4$ ). ¿Bajo qué condiciones se podría predecir el intervalo de los resultados dentro de seis meses, y en el mismo laboratorio?

c) ¿Podría usted establecer un plan que proporcionara la evidencia estadística de que el sistema de medida está bajo control estadístico?

d) ¿Incluiría el sistema de medida el muestreo del material a ensayar? ¿Incluiría la varianza entre las muestras?

6. ¿Por qué es conveniente la investigación para comprender y utilizar los datos económicos y demográficos en los negocios (incluyendo la investigación de mercados, desde luego)?

7. Explicar por qué la precisión de un resultado, si es válida en el momento en que se lleva a cabo el experimento, o se realiza la investigación, siempre será válida, mientras que la exactitud de este resultado cambiará con el tiempo conforme aparezcan nuevas definiciones y mejores procedimientos.

8. Una especificación de coladas contenía esta cláusula:

Las coladas se nos servirán razonablemente limpias.

¿Qué es «razonablemente limpias»? ¿Se refería la especificación a las rebabas, o a la simple suciedad? Obviamente, para que la especificación tenga sentido hace falta un significado operativo de «razonablemente limpio».

9. Demuestre que el contenido del siguiente párrafo no tiene sentido:

El Congreso ha aprobado la legislación que ordena la reconstrucción del corredor norte-este, y ha ido tan lejos como para especificar la velocidad de los trenes en 120 millas por hora, puntualidad del 99 por 100, y duración del recorrido Nueva York-Washington de dos horas cuarenta minutos, y de tres horas cuarenta minutos en el trayecto Nueva York-Boston. (Tracy Kidder, *Atlantic*, julio 1976, pág. 36.)

*Observaciones:* Obviamente la definición de puntualidad tiene que ser una definición operativa, para que tenga sentido (Capítulo 17).

Los adjetivos como *buen servicio*, *mal servicio*, *servicio deplorable* no tienen ningún sentido que se pueda comunicar, a menos que se definan en términos estadísticos, tales como las propiedades de un gráfico de recorridos para las llegadas, o las propiedades de la distribución de las llegadas.

Es fácil ver que esta idea del Congreso, puntualidad en el 99 por 100, sin una definición operativa de la puntualidad, no tiene sentido. Cualquiera puede garantizar que llegará un tren a la Estación Penn día tras día, 99 días entre 100, si la puntualidad se define como la llegada en cualquier momento dentro de las cuatro horas después de la hora que figura en el horario.

Este ejemplo, que se refiere al comportamiento de un tren, se puede adaptar fácilmente a los calendarios de producción.

10. Demuestre que los siguientes ejemplos, sacados de las especificaciones utilizadas por la industria y el gobierno, no tienen un sentido que se pueda comunicar (i.e., no tienen una definición operativa):

a) *Muestra representativa* —«Una muestra que tiene la misma composición que el material de origen cuando éste se toma como un todo homogéneo.» (Del Estándar Británico 69/61888, «Métodos para tomar muestras de productos químicos».)

¿Cómo determinaría usted si la muestra tiene la misma composición que el material de origen? Explicar por qué las palabras «la misma composición que el material de origen» no tienen sentido.

b) *Muestra local* —«Una muestra de un tamaño o número especificado que se toma de un lugar especificado del material o en un sitio y momento especificados de una corriente, y es representativa de su entorno inmediato o local.»

¿Cuál es el significado del adjetivo *representativa*? *Respuesta:* La palabra no tiene sentido. Los estadísticos no utilizan la palabra. ¿Por qué no utilizar los procedimientos de muestreo dictados por la teoría estadística, que tienen la ventaja de que son más baratos, y que tienen unas tolerancias calculables y con sentido?

11. *Hacerlo lo mejor posible.* «El contratista lo hará lo mejor posible.» (De un contrato entre la Sección de Impuestos del Ministerio de Justicia y un estadístico.)

¿Quién sabe lo que es lo mejor posible? ¿Cómo decidiría usted si lo había hecho lo mejor posible? ¿Puede él hacerlo lo mejor posible en todos los compromisos? ¿Estará alguna vez por debajo de su promedio?

12. Demuestre que la siguiente cita sacada de un famoso libro de texto de diseño experimental es engañosa, porque las palabras *valor exacto* no tienen sentido:

Obviamente, no se puede esperar que la solución proporcione el valor exacto de las diferencias desconocidas (William G. Cochran y Gertrude M. Cox, *Experimental Designs*, Wiley, 1950, p. 3.)

13. ¿Cuál sería el significado de «igual educación para todo el mundo»?

## Estándares y reglamentos

*Hay quien calla porque no tiene qué responder; y hay quien calla esperando su vez.*

*El sabio se calla hasta el momento oportuno; pero el charlatán y el necio no saben aguardar su tiempo.*

*El que mucho habla será aborrecido. (Eclesiástico 20:6-8)*

**Objetivo de este capítulo.** El objetivo de este capítulo consiste en demostrar que un reglamento gubernamental, al igual que un estándar industrial<sup>1</sup>, para ser exigido tiene que tener un significado operativo. La conformidad sólo se puede juzgar en función de un ensayo y de un criterio (a veces muchos ensayos y muchos criterios). Para que tengan sentido, los ensayos y los criterios tienen que estar definidos en términos estadísticos. Un reglamento o un estándar que no esté expresado así, carecerá de sentido. Un reglamento sin sentido no puede tener fuerza legal.

**Reglamentos y estándares.** Hay reglamentos establecidos por el gobierno, y hay estándares voluntarios establecidos por comités, y también unas orientaciones dadas por las empresas y los individuos<sup>2</sup>. La distinción entre un reglamento y un estándar voluntario reside fundamentalmente en la penalización que acarrea su incumplimiento.

---

<sup>1</sup> La palabra *estándar* en este libro quiere decir estándar voluntario. El programa de estándares voluntarios fue lanzado en los Estados Unidos por el Ministro de Comercio Herbert Hoover el 29 de octubre de 1921.

En castellano una traducción frecuente del término anglosajón «Standard» es «norma». Nosotros hemos mantenido el término «estándar». (N. del T.)

<sup>2</sup> Esta sección está adaptada de Pierre Ailleret, «The importance and probable evolution of standardization», *Standardization News* 5 (1977):8-11. El Sr. Ailleret es presidente honorario de la Union Technique d'Electricité de París.

Un reglamento está justificado si ofrece más ventajas que pérdidas económicas acarrea. Así, la obligación que tiene un conductor de parar ante un semáforo en rojo incluso cuando es obvio que no hay ningún otro vehículo a la vista, implica una pérdida de tiempo y de carburante, pero si no existiera este reglamento tan estricto, el número de accidentes en los cruces sería mucho mayor.

No se puede permitir que perduren violaciones de los reglamentos durante un período cualquiera de tiempo sin que se cree un estado creciente de desorden, destruyendo así la conciencia pública. Por este motivo, los reglamentos son estrictos por naturaleza. En un sistema permanente y bien organizado, los controles y las penalizaciones son tales que, a la larga, a nadie le conviene quebrantar un reglamento. Simultáneamente, las autoridades públicas no pueden imponer obligaciones que no sean capaces de hacer respetar.

Los ministros son responsables ante el Parlamento y la opinión pública de establecer los reglamentos, y es a ellos a quienes corresponde decidir qué actividades pueden ser reguladas sin causar pérdidas excesivas, o que frenen el progreso. En particular, dentro de la competencia de los reglamentos cae irrefutablemente la supresión del fraude y la protección de los ciudadanos frente a las imprudencias de otros. Por otra parte, las autoridades públicas puede que sí o puede que no se consideren obligadas a proteger a los individuos de los resultados de sus propias imprudencias (en relación con los cinturones de seguridad de los coches, intoxicaciones, o fumar en exceso). Puede que piensen que es imprescindible hacer unos reglamentos rígidos para empaquetar los productos agrícolas, o que unilateralmente elijan y preceptúen las características técnicas de los sistemas de televisión.

**Estándares industriales.** Aparte de los reglamentos, queda una amplia zona en la cual resulta conveniente que la industria establezca unas recomendaciones (estándares voluntarios) que sean aplicables en la mayoría de los casos, y con las que las empresas o los individuos se sientan completamente libres de hacer caso omiso de tales recomendaciones. De este modo, se evitan las pérdidas económicas y los estorbos a los avances técnicos.

Como el estándar voluntario no implica ningunas prohibiciones obligatorias, no hace falta que esté firmado por un ministro para ponerlo en vigor. En vez de pasar por los rígidos tamices previos a la decisión de los ministros, se puede preparar con el acuerdo de todos aquellos que han colaborado en él de manera voluntaria, y que han decidido que no hace falta la unanimidad completa ya que tal recomendación no es tan severamente restrictiva como un reglamento.

El marco de los estándares proporciona mayor claridad de expresión entre todas las partes afectadas, y es mucho más flexible que el proceso de «consultas» para establecer el reglamento, en el que el número de personas que intervienen está estrictamente limitado. Como regla general, las partes interesadas se sienten mucho más cómodas en los comités técnicos para establecer los estándares que cuando se encuentran sentados en las juntas consultivas de los



ministros gubernamentales. Por esta razón se dice a menudo que cuando se define un estándar, se ha basado en acuerdos, si bien los acuerdos en ningún modo están excluidos de la preparación de los reglamentos.

**Los estándares voluntarios, si existen, pueden evitar los reglamentos gubernamentales.** Una de las primeras ventajas de la estandarización es que permite que las autoridades públicas limiten los reglamentos a los casos en que es indispensable la obligatoriedad. De este modo la estandarización ahorra el establecimiento de reglamentos. Por tanto, los ministerios gubernamentales se ven liberados de un trabajo detallado basado en miles de decisiones menores.

Por su parte, las empresas y los individuos se benefician por estar sometidos a menos reglas restrictivas y por disfrutar de mayor libertad que si no existiera la estandarización. Es esta una razón importante para que contribuyan con tiempo y dinero a la estandarización, evitando así la proliferación inútil de reglamentos obligatorios para rellenar el hueco dejado por la falta de estándares voluntarios. Muchas ramas de la industria ya lo han entendido así, pero en la agricultura, por ejemplo, se han tenido que imponer numerosos reglamentos debido al insuficiente desarrollo de los estándares voluntarios.

### **Más ventajas de los estándares voluntarios<sup>3</sup>.**

Los trenes se desplazan por todo el país, de una vía a otra, sin cargar y descargar a causa de los diferentes anchos de vía o las distintas presiones de aire de los frenos. De hecho un vagón se puede desplazar desde Halifax hasta Vancouver, por Montreal, Toronto, Buffalo, Filadelfia, y México, a lo largo de varias rutas, junto con otros vagones, de los cuales algunos son propiedad de los ferrocarriles y otros son privados, de forma rutinaria. Los vagones refrigerados, cuando se detienen, se pueden conectar a la corriente normal de la ciudad, en cualquier parte.

La estandarización es algo que todos damos por supuesto. Mandamos una lavadora eléctrica a la otra parte del país, junto con el resto de nuestros muebles, sin dedicarle un momento de atención, pero estando seguros de que dondequiera que la enchufemos encontrará la misma corriente y el mismo voltaje. Nuestra lámpara incandescente se acopla al mismo casquillo en Springfield, Vermont, y en Springfield, Illinois. La camisa de talla 15/34 que enviamos de regalo desde Iowa le vendrá bien a un cuello y unos brazos que crecieron en Virginia. Conducimos un coche de costa a costa, con las mismas señales de tráfico. En Chicago compramos un neumático que se fabricó en Akron, y que se acoplará a la rueda (fabricada en Pittsburgh) del coche (montado en Detroit) y que compramos en Nueva York.

La relación entre la distancia focal y el diámetro de una lente (e.g., 2,8) es

---

<sup>3</sup> E. Flanders, «How big is an inch?» *Atlantic*, enero 1951.

algo que se entiende en todas partes. Podemos comprar una batería AA en cualquier parte del mundo para sustituir la que se nos ha descargado (si bien la calidad de la batería puede variar mucho de una marca a otra). La comodidad que suponen los 110 voltios y los enchufes iguales por todo el hemisferio norte es difícil de expresar con palabras.

La competitividad en precio y calidad no se ve ahogada por la estandarización.

Por el contrario, tal como Shewhart señalaba a menudo, el establecimiento de códigos que difieren un poco de un país europeo a otro, o incluso de una ciudad a otra en cualquier parte, es más eficaz que las barreras arancelarias para ahogar la producción en masa y elevar los costes.

### **El Senador Flanders sigue diciendo:**

El hecho de que tengamos un elevado grado de estandarización nos ha simplificado la vida en cosas tan básicas y tan obvias que ni siquiera nos damos cuenta de que existen. Nos ha proporcionado un mercado nacional libre, al que no le damos mayor importancia. Para el consumidor americano ha supuesto precios más bajos y mejor calidad, más seguridad, mayor disponibilidad, servicios de reparaciones y recambios más rápidos, y todas las demás ventajas de la producción en masa. ¿Es esto algo que tenemos que dar por supuesto?

La producción en masa americana, que fue posible gracias a la estandarización, fue nuestra arma número uno durante la Segunda Guerra Mundial. Y aun así no podemos estimar las pérdidas que sufrimos en hombres y en dinero, en tiempo y en recursos, debido a la carencia de ciertos estándares adecuados. Nuestras pérdidas comenzaron realmente en la primavera de 1940, cuando cuatrocientos mil soldados belgas podían haber luchado mejor y durante más tiempo, si las municiones británicas hubieran servido para sus rifles vacíos. Las pérdidas continuaron en la primera batalla de El Alamein, donde una de las causas de la derrota y la retirada británica fue la falta de piezas estándares intercambiables en las radios y otros equipos auxiliares de los tanques británicos. En casa perdimos los servicios de miles de pequeñas compañías que podían haber participado en la producción armamentista de haber existido un sistema global de estándares en la defensa nacional al que hubiesen estado habituados. La complicada relación entre el primer contratista y el subcontratista se hubiera simplificado.

Al principio de la guerra, la ausencia de un estándar casi ocasionó un desastre a gran escala. En una de las unidades de radar que protegían el Canal de Panamá se rompió una pieza. Los que estaban al frente se quedaron muy preocupados al descubrir que no tenían ninguna pieza de reserva. Llamaron urgentemente a Washington para que enviasen la pieza por avión, desde la fábrica al canal. Mucho antes de que llegara, sin embargo, el oficial que estaba a cargo del almacén, repasó todo el material del mismo. Encontró ocho cajas

llenas de la pieza que necesitaban, cada una señalada con un número diferente de identificación.

No es un problema demasiado antiguo, porque en nuestros comienzos industriales los estándares los escribían sólo dos personas. El fabricante y el usuario eran los únicos a los que les importaba y quizás la única información que intercambiaban era la especificación más antigua, «Igual que el último». Obviamente el gobierno tiene derecho a establecer estándares para los bienes que compra. Es una parte interesada, y tiene que estar atenta e intervenir.

Hay unas tendencias, planes y propuestas actualmente en camino, sin embargo, que harían que la estandarización fuese principal o completamente una tarea del gobierno, y yo me opongo a ello. No quisiera que los inteligentes, capaces y buenos amigos que tengo en los organismos federales de Washington escribiesen los estándares industriales de este país. Hay demasiadas cosas en juego.

Si usted controla los estándares industriales, usted controla la llave, las existencias, y el libro mayor. El día que los estándares se conviertan en una función y responsabilidad del gobierno, tal como se amenaza hoy día, el gobierno dará un gran paso hacia el control de la industria americana.

En una situación tal, el personal del gobierno decidirá cuándo y qué estándares se deben desarrollar y qué provisiones hay que hacer para tales estándares. Ese método es inflexible. No deja que un sólo fabricante se aparte de un estándar con el fin de desarrollar un negocio especializado y útil.

Los estándares establecidos bajo semejantes condiciones tienden a convertirse en limitaciones, controles y procedimientos restrictivos. Reducen las posibilidades de elección de los consumidores.

Ningún planificador gubernamental sabe lo suficiente para escribir los estándares para el resto de la industria americana y todas las demás personas de América.

Los alemanes nazis hacían los estándares por decreto, y pagaron por ello, especialmente cuando estandarizaron los aviones militares en exceso y demasiado pronto. Nuestra propia experiencia en la Segunda Guerra Mundial demuestra que trabajamos mejor cuando no sólo se consulta a la industria para desarrollar los estándares de los bienes que tiene que fabricar, sino cuando participa también en las decisiones concernientes a cuál debe ser el contenido de los estándares.

Si hay que poner un ejemplo de una verdad obvia, se puede citar brevemente el caso de un proyector portátil para películas educativas. Una rama de las fuerzas armadas pasó unas especificaciones a los fabricantes, bastante desfasadas respecto del uso tan rígido previsto para la máquina, resultando que la máquina se estropeaba después de utilizarla dos o tres veces. Al acabar la guerra, unas cuantas compañías que se dedicaban a la fabricación de equipos fotográficos, trabajando junto con una asociación para estándares técnicos, desarrollaron unas especificaciones que armonizaban los requisitos de la má-

quina y la capacidad de la industria para fabricarla. Ahora la utilizan todos los militares.

Tenemos que trabajar para conseguir un mayor grado de armonía y orden en nuestro mundo; para aliviar las tensiones de la vida moderna, haciéndola más sencilla; para aumentar el estándar de vida por medio de la fabricación más eficiente de piezas intercambiables en un mercado libre. Tenemos que utilizar los estándares como «el libertador que relega los problemas que ya han sido resueltos al ámbito de la rutina, y libera a las facultades creativas para atacar los problemas que todavía no se han resuelto». (Cita del Senador Flanders, loc. cit.)

Alrededor de cuatro mil ejecutivos y expertos técnicos colaboran actualmente en comités que desarrollan y revisan continuamente los estándares americanos.

Estos estándares van desde las señales de tráfico hasta los cables eléctricos, desde las especificaciones para las mangueras contra incendios a las recientes especificaciones para la seguridad de las carpas de circos. Incluyen los estándares para los tamaños de los engranajes; los quilates de los artículos fabricados en oro; los campos eléctricos, los calentadores de agua, y hornillos de gas; para los equipos de refrigeración; y para eliminar la variación de los matices grises en las máquinas industriales. Hay un estándar americano que establece que la nota A<sup>4</sup> en clave de sol, tiene una frecuencia de 440 ciclos por segundo, y otra para que las tazas, sartenes y cucharas de cocina tengan una capacidad uniforme. Ahora hay un comité que está tratando de completar un estándar americano que establecerá la información mínima de las etiquetas de los tejidos de rayón.

En ninguno de estos casos la Asociación de Estándares Americanos (American Standards Association) —ahora el Instituto Nacional de Estándares Americanos (American National Standards Institute)— inició el estándar o lo pasó a otros una vez concluido. Simplemente suministraba la maquinaria para que las personas implicadas desarrollaran el estándar. Para trazar el estándar para los tejidos de rayón propuesto que contiene 160 páginas, participaron más de 30 organizaciones nacionales. Los fabricantes, distribuidores, consumidores, empresas de servicios, y organismos federales ayudaron a su desarrollo.

**Relación entre los reglamentos y los estándares.** En un reglamento, la referencia a un estándar industrial proporciona el enlace que hace que el reglamento sea eficaz y tenga sentido. Por ejemplo, un reglamento especifica el contenido máximo de azufre en el humo procedente de las calefacciones. Los estándares industriales tienen que definir cómo se ha de medir este contenido de azufre en la práctica, por medio de un método adecuado y eficaz que no

---

<sup>4</sup>La. (N. del T.)

implique costes excesivos. Las autoridades públicas siempre son libres de, por medio de una enmienda, retirar de un reglamento la referencia a un estándar que ya no responde al fin previsto.

**Desarrollo de técnicas y métodos —seguridad.** En los primeros tiempos de la estandarización, el objetivo principal era conseguir una producción elevada reduciendo los costes.

Hoy día, sin embargo, la importancia del producto mismo queda reducida a casi nada comparada con la del servicio que suministra. El consumidor elige hoy día no sólo según la relación calidad-precio de compra, sino también según la vida operativa, fiabilidad, reparabilidad, facilidad para encontrar recambios, y así sucesivamente. Los fabricantes han hecho caso de esto y se preocupan no sólo del servicio post-venta, sino también de la suerte subsiguiente de su producto y de cómo se pueden sustituir sus componentes (tales como accesorios, cables y conexiones). Es por esto por lo que los problemas de la intercambiabilidad y compatibilidad son de mayor importancia en la estandarización.

Por supuesto que la seguridad sigue siendo una preocupación fundamental, pero su campo está limitado por el hecho de que sólo una pequeña proporción de productos (y de las características de cada producto) tienen que ver con la seguridad. Aquí nuevamente nos encontramos con que están sucediendo cambios. Ya no se considera que la seguridad es absoluta, y se introduce inevitablemente el concepto de probabilidad porque la creciente concienciación está ligada a la uniformidad necesaria entre los grados de seguridad en la agricultura, minería, fabricación, y servicios.

La puesta al día de los estándares internacionales es un proceso largo que a veces puede constituir un freno para la innovación.

El correo internacional, tal como lo conocemos hoy día, llegó paso a paso gracias al esfuerzo de muchas personas. Sin exagerar demasiado, hubo un día en que la persona que enviaba una carta de un país a otro tenía que negociar con un transportista, cuyas tarifas a veces diferían en gran medida<sup>5</sup>.

Por ejemplo, una carta enviada por vía terrestre desde Alemania hasta Roma, podría costar tres tarifas diferentes: (1) a través de Suiza, 68 pfennigs; (2) a través de Austria, 48 pfennigs; (3) y a través de Francia, 85 pfennigs. Una carta desde los Estados Unidos a Australia podía costar 5, 33, 45 o 60 centavos, o un dólar y dos centavos por 1/2 onza de peso, según cuál de las seis rutas disponibles se utilizara.

Las dificultades con que tropezaba el remitente de una carta, en las diversas administraciones postales, eran enormes. El remitente no sabía lo que le

---

<sup>5</sup> George A. Codding, *The Universal Postal Union* (New York University Press, 1964).

iba a costar el franqueo hasta que iba a una oficina de correos que tuviese un registro actualizado de las tarifas de correos, en el que se determinaba el camino que tenía que seguir la carta, se traducían el peso de la carta a las diferentes unidades de peso de los países que tenía que atravesar, y se sumaban todos los cargos.

**Retraso industrial en la estandarización.** Desgraciadamente, la industria de los Estados Unidos, posiblemente debido a la insuficiente dedicación de fondos, también posiblemente por no querer correr el riesgo de colusión, no ha establecido estándares industriales adecuados que reducirían la polución y mejorarían la seguridad de un montón de aparatos eléctricos y mecánicos. Por esta razón, la industria y los particulares han tenido que arreglarse con los reglamentos gubernamentales, que a veces se han establecido con prisas, y a veces por personas que carecen de la necesaria experiencia industrial y estadística para semejante tarea. Existe un mecanismo para crear estándares, por medio de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (American Society for Testing and Materials), el Instituto Nacional de Estándares Americano (American National Standards Institute) y otras organizaciones más.

Las dificultades para definir y contraponer los resultados de los ensayos, que ya se han mencionado en páginas anteriores, se ponen de manifiesto cuando algún organismo gubernamental tiene que establecer un estándar a toda prisa. La siguiente cabecera del *Wall Street Journal* del 4 de marzo de 1980, sirve de ejemplo:

Los ensayos de accidentes de coche proporcionan  
una cosecha abundante de datos confusos

El organismo de los EE.UU. admite que las pruebas  
son confusas pero las utiliza para respaldar  
sus normas para parachoques

Si la industria automovilística se hubiese puesto a trabajar hace años en los estándares para los parachoques, resolviendo, con pasos premeditados, los problemas que ahora se van parcheando a la vista de los accidentes, la industria no hubiese tenido que tragarse unas normas hechas a toda prisa sin ninguna comprobación. Lo mismo ocurre con el ahorro de carburante, la polución y la seguridad.

**Aportado por William G. Ouchi.** Era el orador invitado en la reunión anual de la asociación de comercio de los EE.UU. El lugar, Florida, la audiencia, unos trescientos líderes de compañías industriales. La audiencia suspendió la

sesión a mediodía para jugar al golf. Al día siguiente, a mediodía, suspendieron la sesión para ir de pesca. Al tercer día, el discurso del Dr. Ouchi comenzó así<sup>6</sup>.

Cuando esta tarde estén en el campo de golf, esperando que su compañero se coloque en el tee, quiero que mediten sobre algo. El mes pasado estuve en Tokio, visitando a sus colegas, que representan las casi doscientas compañías japonesas, que son sus competidoras directas. Están ahora manteniendo reuniones desde las ocho de la mañana hasta las nueve de la noche, cinco días a la semana, durante tres meses seguidos, para conectar el osciloscopio de una compañía con el analizador de otra, de forma que puedan estar de acuerdo sobre los estándares de seguridad de los productos que van a recomendar al gobierno (para acelerar la llegada al mercado), de forma que puedan estar de acuerdo sobre los cambios necesarios en la reglamentación, política de exportación y financiación, y así luego ponerse en contacto con el gobierno con una sola voz, y pedir su cooperación. Díganme quién creen ustedes que estará en mejor forma dentro de cinco años.

Las compañías automovilísticas trabajan por separado en la seguridad, en convertidores catalíticos, en el ahorro de carburante, y otras características, todo encaminado a servir a sus clientes. Ninguna compañía ha acumulado los suficientes conocimientos para ofrecer al cliente lo mejor en cuanto a comportamiento y economía.

Las pérdidas ocasionadas al trabajar por separado son incalculables. ¿Quién las paga? El consumidor americano. Mientras tanto, los productos japoneses van entrando cada vez en mayor volumen, proporcionando al consumidor americano las ventajas de la calidad y la economía que se consiguen con la cooperación entre la industria, el gobierno y el consumidor.

La carencia de estándares en la industria americana de ordenadores está asfixiando a la industria y privando al consumidor de productos más útiles.

---

<sup>6</sup> Sacado de William G. Ouchi, *The M-form Society* (Addison-Wesley, 1984), p. 32.





# Causas comunes y causas especiales de la mejora. Sistema estable.

*Porque en verdad, aquél que predica a los que tienen oídos pero no escuchan se hace pesado. (Chaucer, El Cuento de Melibea.)*

*Me duelen los dos oídos de oír tus vanas palabras. (Chaucer, Prólogo a El Cuento de Melibea.)*

**Objetivo de este capítulo.** El problema central en la dirección y el liderazgo, en palabras de mi colega Lloyd S. Nelson, es que no se entiende la información contenida en la variación. Aquél que posea incluso un conocimiento muy ligero del contenido de este capítulo entenderá la futilidad de calificar anualmente la actuación de las personas para aumentarles el salario o promocionarlas. Esta persona entendería que el tipo de acción que hace falta para reducir las causas especiales de variación es completamente diferente de la acción que hace falta para reducir la variación y los defectos del propio sistema; entendería el significado de la capacidad de un proceso y de un sistema de medida; apreciaría la necesidad del control estadístico del uso de los instrumentos y calibradores; entendería que el ajuste de un instrumento a un estándar debería realizarse sólo poseyendo la evidencia estadística de que ambos instrumentos son estables; entendería que el liderazgo que apunta a las personas que están por debajo de la media en producción, o por encima del promedio en errores, es erróneo, ineficaz y costoso para la compañía; que lo mismo vale para el líder que supone que todo el mundo puede ser un número uno. Comprendería por qué disminuyen los costes cuando mejora la calidad. Sin embargo, es fundamental, en la industria y en la ciencia, comprender la diferencia entre un

sistema estable y un sistema inestable, y cómo trazar los puntos y determinar, con métodos racionales, si éstos indican un sistema estable. Los puntos podrían representar (e.g.) las cifras semanales de ventas, la calidad de entrada y de salida, las quejas de los clientes, las existencias, absentismo, accidentes, incendios, cuentas pendientes, días libres. (Ver las Figs. 33 y 34, pp. 251 y 252.)

No es éste un libro sobre técnicas. Aconsejamos al lector que desee estudiar las técnicas que se coloque bajo la dirección de un profesor competente, ayudándose de algunos de los folletos y libros que se relacionan al final de este capítulo.

## CAUSAS ESPECIALES; CAUSAS COMUNES; MEJORAR EL SISTEMA

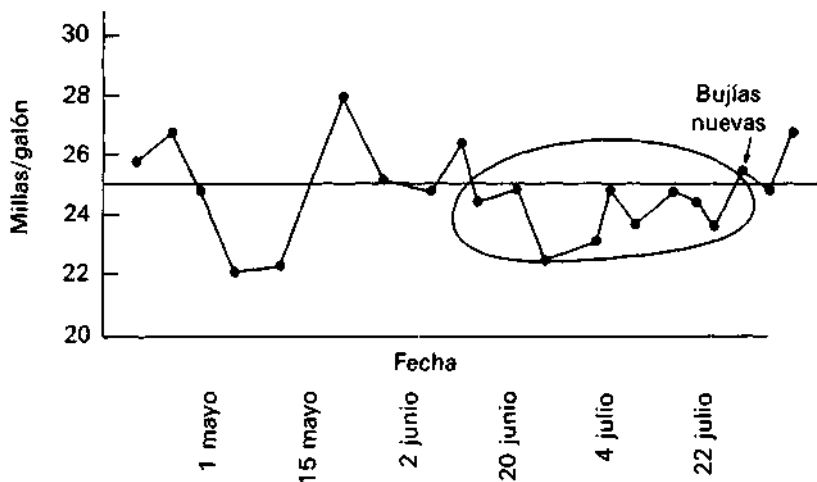
**Otro gráfico de rachas.** En la página 6 vimos un gráfico de rachas. En él se indicaba que cualquier mejora sustancial debe provenir de hacer algún cambio en el sistema, lo cual es responsabilidad de la dirección. Ahora vamos a dirigir la atención a una parte de otro gráfico de rachas, la Fig. 31, que consiste en una representación sencilla del número de millas por galón recorridas por un vehículo entre dos llenados consecutivos del depósito. Los puntos varían de un llenado a otro, estando a veces cerca del promedio, a veces bastante por encima, a veces por debajo. Se había establecido el promedio de 25 millas durante el buen tiempo. De repente, las millas cayeron por debajo del promedio. ¿Cuál era la causa? Podríamos esperar dos o tres puntos sucesivos por debajo del promedio, o por encima, pero nueve puntos indican que existe una causa especial de variación<sup>1</sup>.

La explicación de la causa especial podría ser una sola, o una combinación de varias posibles —tiempo frío (quizás iba por montañas), gasolina diferente, desplazamientos cortos, distinto conductor, circular con mayor carga, bujías estropeadas. A la mente acuden todas estas causas posibles y otras más. Todas fueron desechadas, quedando sólo como única explicación la de las bujías. Al cambiar las bujías, las millas regresaron a su nivel histórico.

¿Significa esto que las bujías eran la causa del problema? Ciertamente no. Lo único que hacemos es establecer en nuestra mente un cierto grado de credibilidad, y que si vuelve a suceder la misma secuencia de acontecimientos con cualquier vehículo, incluiremos a las bujías dentro de la lista de las causas posibles.

---

<sup>1</sup> Shewhart utilizó el término *causa asignable* de variación, mientras que yo utilizo el término *causa especial*. Prefiero el adjetivo *especial* para definir una causa que es específica para un grupo de trabajadores, o para un operario en concreto, o para una máquina específica, o para una condición local concreta. La palabra que se utilice no tiene importancia; el concepto sí, y ésta es una de las grandes contribuciones del Dr. Shewhart al mundo.



**Fig. 31.** Parte de un gráfico de rachas para las millas por galón entre llenados consecutivos del depósito. La racha de nueve puntos por debajo de la media refleja un cambio. La causa se atribuyó a unas bujías deficientes. (Este ejemplo lo suministraron los Srs. Frank Belchamber y Robert B.M. Jameson de la Nashua Corporation.)

Muchas compañías que poseen automóviles y camiones (¿unos dos millones en los Estados Unidos?) guardan el registro exacto de las millas recorridas y los galones de carburante comprados. Podrían utilizar bien estos datos. El chófer de cada vehículo podría tener al día un simple gráfico de rachas para saber cuándo hay dificultades. Al chofer le encantaría el gráfico y se abriría un nuevo mundo para él y para el propietario.

Un gráfico estadístico detecta la existencia de una causa de variación que reside fuera del sistema. No descubre la causa.

El gráfico de rachas no es un indicador instantáneo. Una tendencia de seis puntos consecutivos, o una racha de siete u ocho puntos por debajo o por encima del promedio, generalmente indica que hay una causa especial (ver las referencias en la p. 250).

**Primera lección para aplicar la teoría estadística.** Los cursos de estadística suelen comenzar por el estudio de las distribuciones y la comparación de las distribuciones. No se advierte a los estudiantes, ni en las clases ni en los libros, que para los fines analíticos (tales como mejorar un proceso), las distribuciones y el cálculo de la media, la moda, la desviación estándar, ji-cuadrada, prueba-*t*, etc. no sirven para mejorar un proceso, a menos que los datos procedan de un estado en control estadístico. El primer paso para examinar los datos es consiguientemente preguntarse por el estado de control estadístico que produce los datos. La forma más fácil de examinar los datos consiste en trazar los puntos,

para poder saber si se puede usar de alguna manera la distribución formada por los datos<sup>2</sup>.

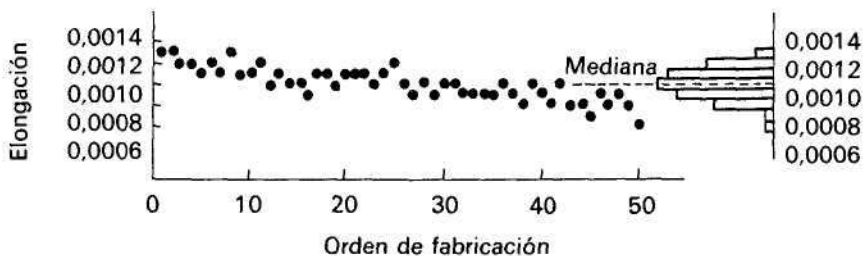
Como ejemplo, fijémonos en la distribución que parece que tiene todas las buenas cualidades que uno puede desear, pero que no sólo es inútil sino que es desorientativa. La Fig. 32 muestra la distribución de las medidas realizadas sobre 50 muelles utilizados en una cámara de un cierto modelo. Cada medida consiste en la elongación del muelle bajo una tracción de 20 g. La distribución es bastante simétrica y las dos colas caen dentro de las especificaciones. Por tanto uno se ve tentado a concluir que el proceso es satisfactorio.

Sin embargo, al trazar las elongaciones punto por punto según el orden de fabricación indican una tendencia hacia abajo. Algo pasa con el proceso de fabricación, o con el instrumento de medida.

Cualquier intento de utilizar la distribución de la Fig. 32 sería fútil. La desviación estándar de la distribución, por ejemplo, no tendría ningún valor predictivo. No diría nada acerca del proceso, porque no es un proceso estable<sup>3</sup>.

Hemos aprendido así una lección muy importante en el análisis de datos — mirar los datos. Trazar los puntos según la secuencia de producción, o según cualquier otro orden racional. En algunos problemas puede servir un simple diagrama de dispersión.

¿Qué pasaría si alguien utilizara esta distribución para calcular la capacidad del proceso (p. 263)? Se metería en un callejón sin salida. El proceso no es



**Fig. 32.** Gráfico de rachas para 50 muelles ensayados en orden de fabricación. Los datos forman una distribución simétrica, pero cuando se dibujan según el orden de fabricación indican que la distribución es inútil. La distribución no diría, por ejemplo, qué especificaciones se podrían cumplir. La razón es que no hay un proceso identificable.

<sup>2</sup> Ver John W. Tukey, *Exploratory Data Analysis* (Addison-Wesley, 1977); Frederick Mosteller y John W. Tukey, *Data Analysis and Regression* (Addison-Wesley, 1977); Paul F. Velleman y David C. Hoaglin, *Applications, Basics, and Computing of Exploratory Data Analysis* (Duxbury Press, 1981); David C. Hoaglin, Frederick Mosteller y John W. Tukey, *Understanding Robust and Exploratory Data Analysis* (Wiley, 1983); ídem, *Exploring Tables, Trends, and Shapes* (Wiley, 1984).

<sup>3</sup> Walter A. Shewhart, *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* (Escuela de Graduados, Departamento de Agricultura, Washington, 1939; Dover, 1986), pp. 86-92.

estable. No se le puede asignar ninguna capacidad. La misma lección la aprendimos al estudiar la Fig. 2 (p. 6).

La distribución (histograma) sólo ofrece la historia acumulada de un proceso, pero no dice nada respecto de su capacidad. Tal como veremos, un proceso sólo tiene capacidad si es estable. La capacidad de un proceso se puede determinar y confirmar utilizando un gráfico de control, no una distribución, aunque (como hemos visto) un simple gráfico de rachas nos proporciona una buena idea de la capacidad de un proceso.

**¿Qué característica o características son importantes?** ¿Qué cifras son importantes? ¿Qué cifras se tienen que estudiar por medio de un gráfico de control o por cualquier otro método? La respuesta reside en el tema de estudio (ingeniería, química, psicología, conocimiento del proceso, conocimiento de los materiales, etc.), con el auxilio de la teoría estadística.

**Causas especiales y causas comunes.** Un fallo que se observa en todas partes cuando se interpretan las observaciones, es que se supone que cada acontecimiento (defecto, error, accidente) es atribuible a alguien (generalmente el que más a mano está), o se relaciona con algún acontecimiento especial. La verdad es que la mayoría de los problemas en los servicios o en la fabricación residen en el sistema. A veces el fallo realmente es local, atribuible a alguien que hace el trabajo o que no lo hace cuando debería. Hablaremos de fallos del sistema como causas comunes de los problemas, y de fallos de acontecimientos efímeros como causas especiales.

El término *causas comunes* para los fallos del sistema fue utilizado por primera vez, en lo que yo sé, durante una conversación mantenida alrededor de 1947 con el Dr. Harry Alpert (ya fallecido) sobre los motines en las prisiones. El término apareció impreso por primera vez en 1956<sup>4</sup>.

En determinada prisión tiene lugar un motín. Los oficiales y los psicólogos presentan un informe detallado sobre esta prisión, con una explicación completa de por qué y cómo ocurrió allí, ignorando el hecho de que las causas eran comunes a la mayoría de las prisiones, y que el motín podría haber ocurrido en cualquier parte.

**Cara confusión.** La confusión entre las causas comunes y las causas especiales provoca la frustración de todos y provoca también mayor variabilidad y costes más elevados, justo lo contrario de lo que se necesita.

---

<sup>4</sup> W. Edwards Deming, «On the use of theory», *Industrial Quality Control* 8, n° 1 (julio 1956): 12-14.

Calculo que, en mi experiencia, la mayoría de las dificultades y la mayoría de las posibilidades de mejora vienen a tener unas proporciones como éstas:

- el 94% pertenecen al sistema (responsabilidad de la dirección).
- el 6% son especiales.

«Bill», pregunté al gerente de una compañía que se dedicaba al transporte por carretera, «¿qué proporción de estos problemas (faltas y daños) se deben a los conductores?» Su respuesta, «Todos», garantiza que el nivel de pérdidas seguirá hasta que aprenda que las causas principales de los problemas pertenecen al sistema, que es en lo que tiene que ponerse a trabajar Bill.

La explicación corriente que el hombre de la calle da a la retirada de los coches es que se han hecho mal. Esto es absolutamente erróneo. El fallo, si es que lo hay, reside en la dirección. El fallo puede que esté en el diseño de alguna pieza, o en que la dirección no ha hecho caso de los resultados de los ensayos por estar demasiado ansiosa de colocar un nuevo producto en el mercado antes de que la competencia le gane. La dirección puede no hacer caso de las primeras advertencias a consecuencia de las pruebas realizadas por los ingenieros de la propia compañía y de los informes de los problemas hechos por los clientes. Ninguna cantidad de cuidado o de habilidad en la fabricación puede superar los fallos fundamentales del sistema.

Sería muy difícil de sobrestimar el impulso a la moral del operario, si éste percibiera un intento genuino, por parte de la dirección, de trabajar en los 14 puntos del Capítulo 2, y hacer que el operario sea responsable sólo de aquello que él puede gobernar, y no de los impedimentos que le coloca el sistema. Para dirigir y supervisar bien es necesario conocer los cálculos que separan las dos clases de causas.

Los altibajos a menudo hacen que la dirección cometa errores costosos. Por ejemplo, en la central de un ferrocarril, los altos cargos estaban preocupados por el comportamiento del agente de la compañía de Minneapolis. La última semana sólo había vendido tres cargamentos a cierto expedidor (lo que quiere decir que tres vagones cargados se desplazarían por las vías de este ferrocarril). Durante la misma semana del año anterior había vendido cuatro cargamentos al mismo expedidor. ¿Qué había pasado? Estos hombres estaban dispuestos a remitir un telegrama al agente pidiéndole una explicación, pero se detuvieron al explicarles brevemente la naturaleza de la variación. Los agentes de ferrocarril de todo el país pasan bastante tiempo explicando las pequeñas variaciones de las ventas como ésta. Podrían vender más si dedicaran el tiempo a contactar con los expedidores en vez de estar tratando de explicar a la central absurdas razones de las variaciones pequeñas. El hecho es que unas ventas constantes semana tras semana indicarían que el agente había manipulado su informe para igualar la variación y evitar que se establecieran nuevos estándares.

Se veía ostensiblemente el cartel que decía DE USTED DEPENDE LA SEGURIDAD. Al ir a subir por las escaleras al piso de arriba, casi me caigo porque los escalones eran tan raquíticos (Aportado por Heero Hacquebord, Pretoria.)

El gerente de una compañía de autobuses de Pretoria, en noviembre de 1983 prometió a todos los conductores una prima de 600 rand (540\$) si no tenían ningún accidente hasta el día de Año Nuevo. La dirección suponía, por descontado, que los conductores son los que causan los accidentes, y que éstos pueden evitarlos. Desde luego que se sabe que algún conductor ha causado algún accidente, pero también uno ve conductores que evitan accidentes varias veces al día. La dirección se olvidaba de que la mayoría de los accidentes no dependen del conductor. ¿Qué pasaría si un conductor llegase al final del período establecido sin tacha, y entonces otro vehículo le pegara un tortazo? Perdería la prima a causa de otra persona. (Aportado por Heero Hacquebord, Pretoria.)

«**Confiamos en nuestra experiencia**». Ésta es la respuesta que me dio recientemente el director de calidad de una gran compañía, cuando le pregunté cómo distinguía entre las dos clases de dificultades, y sobre sus principios. La contestación es auto-incriminante: es la garantía de que esta compañía seguirá apilando los mismos problemas que en el pasado. ¿Por qué iba a cambiar?

La experiencia sin teoría no enseña nada. En realidad, la experiencia ni siquiera se puede registrar a menos que haya alguna teoría, por tosca que sea, que suministre una hipótesis y un sistema por el que catalogar las observaciones<sup>5</sup>. A veces tan sólo un presentimiento, correcto o erróneo, es una teoría suficiente para obtener observaciones útiles.

¿**Qué es el sistema?** Para la dirección el sistema consiste en

- Estilo de gestión.
- Los empleados —la dirección y los demás.
- Las personas del país.
  - Su experiencia.
  - Su educación.
  - El desempleo.
- El gobierno.
  - Impuestos.
  - Informes.
  - Tarifas.
  - Impedimentos al comercio y a la industria.
  - Requisitos para ocupar puestos según cupos, no según la capacidad.
  - Cupos para la importación y la exportación.
- Gobiernos extranjeros.
  - Cupos para la importación y la exportación.
  - Manipulación de la moneda.
- Clientes.

---

<sup>5</sup>C.I. Lewis, *Mind and the World-Order* (Scribner's, 1929; Dover, 1956), p. 195.

- Accionistas.
- Bancos.
- Limitaciones ambientales.

La dirección es muy poderosa y prudente, pero no puede mover toda la tierra. Para el operario, el sistema es todo menos él. (Aportado por una persona no identificada en un seminario mío en Cape Town, noviembre 1983.)

**Dos clases de error.** Podemos ahora formular dos causas para las pérdidas producidas por la confusión entre las causas especiales y las causas comunes de la variación.

1. Adscribir una variación o un error a una causa especial cuando la realidad es que la causa pertenece al sistema (causas comunes).
2. Adscribir una variación o un error al sistema (causas comunes) cuando la realidad es que la causa es especial.

Los reajustes una y otra vez constituyen un ejemplo corriente del error N° 1. No hacer nada para tratar de encontrar una causa especial es un ejemplo corriente del error N° 2.

Corrientemente los supervisores cometen la equivocación de hacer reajustes una y otra vez cuando dirigen la atención hacia cualquier error o defecto de un trabajador suyo, sin asegurarse antes de si el trabajador es realmente responsable del mismo. ¿Cometió una equivocación el trabajador, o es responsable el sistema? En las páginas de este libro abundan los ejemplos.

Es fácil conseguir un historial sin tacha en uno cualquiera de los dos errores: no cometer nunca un error del N° 1, o no cometer jamás un error del N° 2. Pero cuando se evita un error, se comete el otro tantas veces como sea posible. No se pueden evitar los dos errores a la vez.

Lo que hay que hacer para descubrir y eliminar una causa especial es completamente distinto de lo que hay que hacer para mejorar el proceso. Una vez que se ha detectado una causa especial hay que buscarla, antes de que se pierda la pista (Robert Cowley, entonces gerente de AT&T Network, Andover).

**Necesidad de las reglas.** Shewhart (alrededor de 1925) se dio cuenta del hecho de que la buena gestión consiste en cometer un error de vez en cuando, y luego el otro, también de vez en cuando. Vio que lo que hacían falta eran unas reglas que pudieran ponerse en práctica y por medio de las cuales se intentaran conseguir unas pérdidas económicas mínimas debidas a ambos errores. Con este objeto, ideó los límites de control 3-sigma. Bajo un amplio rango de circunstancias incognoscibles, proporcionan, para el futuro y el pasado, una guía racional y económica para que las pérdidas causadas por los dos tipos de errores sean mínimas.

El gráfico de control manda señales estadísticas, las cuales detectan la existencia de una causa especial (generalmente específica de algún trabajador o



grupo, o de algunas circunstancias especiales esporádicas), o nos dice que la variación observada debería adscribirse a causas comunes, siendo atribuibles al sistema las variaciones casuales.

Hay varios tipos de gráficos de control, como ya habrá observado el lector. En cada caso hemos aplicado las reglas para calcular los límites de control, que el lector encontrará en cualquier libro sobre control de calidad.

**Observación respecto de cualquier regla.** El Dr. George Gallup observó una vez en una conferencia (después de un fiasco) que él había hecho la predicción antes de la elección. Otras personas, más inteligentes, hacían las predicciones después de la elección, explicando cómo había sucedido todo.

Las reglas tienen que hacerse con antelación, para usarlas en el futuro. Cualquier regla, en la práctica, se tiene que construir en ausencia de información completa respecto del futuro. (Es un hecho, también, que casi nunca tenemos información completa sobre lo que ha sucedido en un proceso, incluso en el pasado). Siempre se puede idear, cuando hay a mano más información, una regla que hubiese sido mejor que la que se estableció con antelación cuando (por supuesto) se disponía de menos información.

Estas observaciones se pueden aplicar a los límites de control de Shewhart. Sirven bien para este fin en las circunstancias que se dan en la práctica.

Utilizar el juicio personal para distinguir entre causas especiales y causas corrientes, es un riesgo. Hasta el momento, el juicio ha sido siempre equivocado; ver los Ejemplos 1 y 2 de las páginas 276 y 277. El mirar con los ojos las cifras no constituye una buena orientación, aunque yo mismo soy culpable de haber utilizado este método en circunstancias extremas.

El descubrimiento y la eliminación de una causa especial de variación, es generalmente responsabilidad de alguna persona que está relacionada directamente con alguna operación que produce los datos para el gráfico de control.

Algunas causas especiales sólo las puede eliminar la dirección. Por ejemplo, los operarios a veces necesitan apoyo de ingeniería para eliminar los problemas relacionados con el mal funcionamiento de las máquinas en uso. La dirección tiene la responsabilidad de suministrar el apoyo cuando se necesite. Otro caso en el que la dirección es responsable de las causas especiales, es en el estado caótico actual de las negociaciones con los proveedores. A veces los operarios se ven obligados a utilizar materias primas o piezas inaceptables o incoherentes. Es tarea de la dirección corregir esta situación y trabajar con los proveedores para mejorar la calidad de los materiales recibidos, y detener la práctica de pasar de unos proveedores a otros. (Este párrafo es de Gipsie B. Ranney, Universidad de Tennessee.)

**Patrones.** Un determinado patrón de puntos también puede indicar una causa especial. De hecho ya hemos utilizado patrones en los gráficos de rachas. En la Fig. 23, página 206, un patrón en el gráfico de control nos alertó de que habían problemas. Un patrón que debemos buscar es el de siete o más puntos

consecutivos hacia arriba o hacia abajo, o siete o más puntos consecutivos por encima o por debajo del promedio.

Se puede exagerar la búsqueda de patrones. Es imprescindible establecer por adelantado cuáles son las reglas que van a indicar una causa especial. Una vez que disponemos del gráfico siempre se puede inventar un patrón que diga cualquier cosa que queramos.

El libro de la Western Electric que figura en la lista al final de este capítulo tiene unos patrones excelentes, al igual que casi todo lo demás. Mi amigo Lloyd S. Nelson<sup>6</sup> recopiló un resumen adecuado de los patrones más útiles basados en el libro de la Western Electric.

**Control estadístico.** Se dice que, siguiendo a Shewhart, un proceso estable, aquél que no muestra ninguna indicación de que existe una causa especial de variación, está *en control estadístico*, o que es estable. Se trata de un proceso aleatorio. Se puede predecir su comportamiento en el futuro próximo. Desde luego que puede surgir un susto imprevisto y enviar al proceso fuera del control estadístico. El sistema que está en control estadístico tiene una identidad definible y una capacidad definible (ver la sección «Capacidad del proceso», *infra*).

En estado de control estadístico, todas las causas detectadas hasta el momento se han eliminado ya. La variación remanente es casual —esto es, debida a las causas comunes— a menos que surja una nueva causa especial y tenga que eliminarse. Esto no quiere decir que no haya que hacer nada en un estado de control estadístico; quiere decir que no hay que hacer nada con los altibajos remanentes, ya que de hacerlo se crearían variaciones y problemas adicionales (ver la sección sobre reajustes, más abajo). El siguiente paso consiste en mejorar el proceso, en un esfuerzo sin fin (Punto 5 de los 14 puntos). Se puede estimular eficazmente la mejora del proceso, una vez que se ha logrado el control estadístico y se mantiene éste (así lo afirmó Joseph M. Juran hace muchos años).

La dirección tiene la responsabilidad de eliminar las causas comunes de los problemas y de la variación, de los errores, de las equivocaciones, de la baja producción, de las ventas bajas, de la mayoría de los accidentes. Más adelante se detalla una lista de causas comunes. Las ventas deficientes pueden brotar de un producto que es defectuoso, o que tiene un precio elevado. El trabajador que está delante de la máquina no puede hacer nada respecto de las causas que son comunes para todos los que hacen el trabajo. Sólo es responsable de las causas especiales que le son asignables. No puede hacer nada con la iluminación; no compra las materias primas ni las herramientas. Su trabajo consiste en utilizarlas. La formación, la supervisión y las políticas de la compañía no dependen de él.

Es indispensable que la dirección, los ingenieros, fabricación, compra de

---

<sup>6</sup> Lloyd S. Nelson, «Technical aids», *Journal of Quality Technology* 16, n° 4 (octubre 1984).

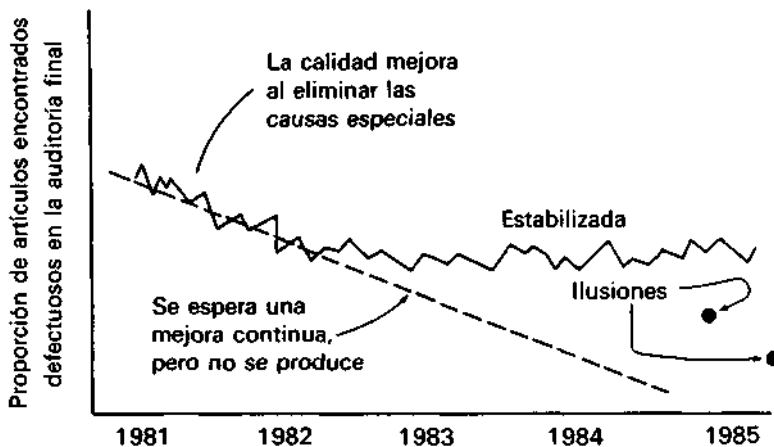
materiales y servicios posean un conocimiento sólido de lo que es el control estadístico. La estabilidad, o la existencia de un sistema, casi nunca es un estado natural. Se trata de un logro, es el resultado de eliminar las causas especiales una por una, al aparecer una señal estadística, dejando sólo la variación aleatoria propia de un proceso estable.

En la práctica se ven innumerables gráficos de control y, desgraciadamente la mayoría se utilizan incorrectamente. Es de temer que muchos de ellos hacen más mal que bien. Un requisito indispensable para usar bien un gráfico de control es que se tenga un ligero conocimiento de la teoría que hay detrás. Será conveniente que se entiendan una pizca los párrafos precedentes de este libro.

Otro punto es que la mayoría de los gráficos de control, incluso si se utilizan correctamente, se utilizan demasiado tarde —demasiado tarde en el flujo de fabricación para que supongan algún beneficio sustancial.

Además, muchas personas que utilizan los gráficos de control suponen que el control estadístico es el fin feliz de todos los esfuerzos. He visto, por ejemplo, el control estadístico de la contaminación, cuando el grave problema consiste en eliminar la contaminación.

**Una senda típica de frustración (Fig. 33).** Se lanza un programa de mejoras con entusiasmo, exhortaciones, reuniones renacidas, carteles, promesas. La calidad se convierte en una religión. La calidad que se mide por los resultados de la inspección en la auditoría final muestra al principio una mejoría dramática, mejor cada mes. Todo el mundo espera que la senda del progreso siga la línea de trazos.



**Fig. 33.** Senda típica de frustración. La calidad mejora dramáticamente al principio, luego se nivela, se estabiliza. La responsabilidad para mejorar la calidad se desplaza más y más hacia la dirección, y finalmente casi por completo a la dirección, ya que las causas especiales obvias se detectan una a una y se eliminan, y la calidad se estabiliza, desgraciadamente en un nivel inaceptable.



El presidente de la compañía, naturalmente molesto, envió una carta a cada uno de los 10.500 empleados de la compañía suplicándoles que hicieran menos incendios.

Si alguien de la compañía aseguradora hubiese dibujado la Fig. 34 u otra equivalente, hubiera observado que el sistema de incendios es estable y que es ésta una buena ocasión en la cual la compañía aseguradora dispone de una buena base para conseguir un pequeño beneficio al establecer la tarifa.

El sistema de incendios seguirá bajo el mismo sistema hasta que la dirección actúe para reducir su frecuencia. Por supuesto que la compañía aseguradora podía ofrecer unos consejos valiosos en esta materia.

Para calcular el límite superior en la Fig. 34, utilicé el recorrido móvil: el total de todos los recorridos, 77; 57 recorridos  $\bar{R} = 77/57 = 1,35$ .  $R/d_2 = 1,35/1,128 = 1,20$ . Media,  $m = 67/58 = 1,16$ .  $m + 3\bar{R}/d_2 = 4,75$ ; se redondea a 5.

¿Muestra el absentismo las características de un proceso estable? Si es así, sólo la actuación de la dirección lo puede reducir. ¿Hay alguna división o grupo de la compañía por fuera del sistema de absentismo, con una causa especial, que requiera un estudio por separado? (Capítulo 11.)

El tiempo de tránsito de las entregas que usted recibe, o las de sus clientes: ¿es un sistema estable, o todavía está afligido por causas especiales de demoras? (Sigue en la p. 164).

¿Qué pasa con los accidentes? ¿Qué pasa con los días de permiso?

¿Hay alguna división o grupo dentro de la compañía por fuera de los límites de control calculados para toda la compañía?

**Problemas en una fábrica de hilados.** Un huso se para. La causa podría ser debida a problemas mecánicos en el huso, o podría deberse a un defecto del hilo. El gerente había estado siguiendo las roturas, y había dirigido los esfuerzos del mecánico hacia los husos que se habían roto con más frecuencia durante la semana anterior. Es este un error corriente, que ya hemos visto aquí y allá por las páginas precedentes. Hace que el mecánico disipe su habilidad y su esfuerzo.

Podían tomarse los límites superior e inferior de control para detectar los husos que están por fuera de los mismos, como

$$\bar{r} \pm 3\sqrt{\bar{r}}$$

donde  $\bar{r}$  es el número medio de veces que se detiene un huso durante un mes. Con esta fórmula se supone que las paradas son independientes: que una parada no induce otra en el mismo huso o en cualquier otro, ni disminuye la probabilidad de que ocurra en ningún otro sitio.

Surge un interrogante cuando un huso cae por encima del límite superior.

Puede que se haya utilizado de una forma especial o puede que necesite un ajuste inmediato. Un huso por debajo del límite inferior es un huso muy bueno, o se utilizó de una forma especial. Los husos que no caen por fuera de los límites anteriores son los husos normales, que tienen que ser sometidos a mantenimiento en el momento en que les toque.

¿Puede ver el lector el mismo error en las siguientes reglas establecidas para el mantenimiento de los aviones?

1. Los niveles de alerta se establecen utilizando los mismos métodos que se aplican a la industria en general. Ver referencias en la Publicación de la Aviación Civil CAP 418 y la Circular para Revisar el Mantenimiento de la FAA<sup>7</sup> de 1971.
2. Para este método hay que calcular la media de los índices de retirada por 1.000 aterrizajes, durante los últimos doce períodos, y añadirle dos desviaciones estándar.
3. La desviación estándar es un parámetro estadístico que detecta la variabilidad alrededor de su valor medio.
4. El índice de alerta sobre tres períodos se calcula con los índices de retirada de los cuatro trimestres anteriores por cada 1.000 aterrizajes.

Antes de calcular nada, el primer paso más conveniente sería trazar los datos de alguna forma, tal como un gráfico de rachas semanales. Incluso una herramienta tan tosca como la distribución del tiempo hasta que aparece un fallo, podría revelar patrones e información útil en cuanto al fallo de los componentes.

**Experimentos de Monte Carlo con un embudo<sup>8</sup>.** Si alguien trata de ajustar un proceso estable para tratar de compensar un resultado indeseable, o un resultado excelente, la producción que viene a continuación será peor que si se hubiese dejado estar el proceso (de William J. Latzko).

Frecuentemente se actúa cuando sale un artículo defectuoso o cuando se queja un cliente. El resultado de estos intentos de mejorar la producción futura (están haciendo lo mejor que saben) será que se duplicará la varianza de la producción, o incluso se hará reventar al sistema. Lo que hay que hacer para mejorar es realizar un cambio fundamental sobre el sistema, no amañarlo.

El objeto del experimento con el embudo es demostrar las pérdidas tan increíbles que ocasionan los reajustes excesivos. Sólo se necesitan materiales que se encuentran a mano en casi todas las cocinas domésticas. Se necesita: (1)

---

<sup>7</sup> Federal Aeronautics Administration, Administración Federal de Aviación. (*N. del T.*)

<sup>8</sup> Estoy agradecido a mi amigo el Dr. Lloyd S. Nelson por este experimento. Las discusiones con la Dra. Gipsie B. Ranney y el Dr. Benjamín J. Tepping ayudaron a clarificar las cuatro reglas. Le estoy agradecido al Dr. Tepping por haber hecho muchas simulaciones de estas cuatro reglas.

un embudo; (2) una canica que pase a través del embudo; (3) una mesa; (4) un soporte para el embudo. Servirá de ayuda echar un vistazo a la Fig. 35. Pasos:

1. Señalar un punto de la mesa como diana.
2. Dejar caer la canica a través del embudo.
3. Señalar el punto en el que se detiene la canica.
4. Dejarla caer nuevamente por el embudo. Señalar el punto donde se detiene.
5. Repetirlo 50 veces.

Previamente al Paso 4 y subsiguientes, usted tiene que decidir una regla para ajustar el embudo. La mente humana puede idear cuatro reglas:

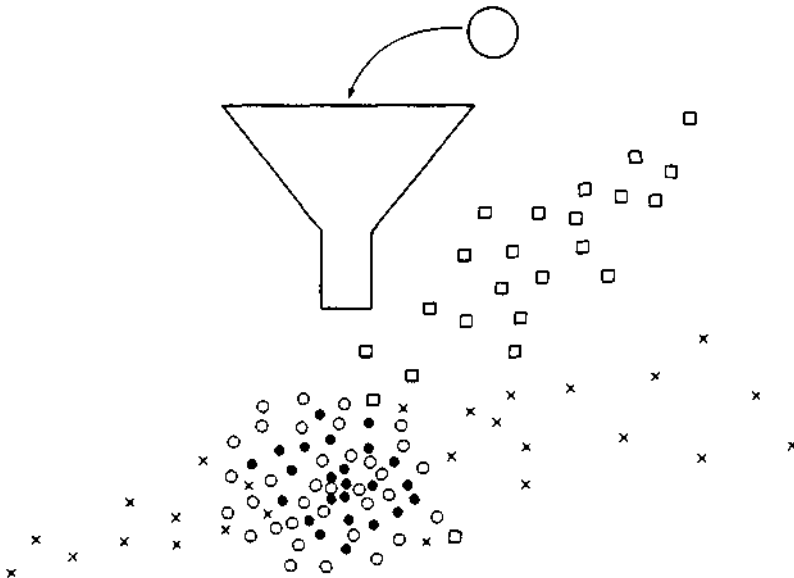
**Regla 1.** Dejar el embudo quieto, apuntando a la diana, sin ajustado.

**Regla 2.** En la caída  $k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ) la canica se detendrá en el punto  $z_k$ , a partir de la diana. (En otras palabras,  $z_k$  es el error de la caída  $k$ .) Desplazar el embudo una distancia  $-z_k$  de su última posición. Memoria 1.

**Regla 3.** Colocar el embudo sobre el punto  $-z_k$ , a partir de la diana. Sin memoria.

**Regla 4.** Colocar el embudo cada vez justo en el lugar ( $z_k$ ) en que se detuvo la última vez. Sin memoria.

Con las Reglas 2 y 3, el operador hace lo mejor que sabe, ajustando su máquina para compensar el último fallo.



**Fig. 35.** Registro de las caídas de la canica a través del embudo según las cuatro reglas descritas en el texto. • Regla 1, ○ Regla 2, x Regla 3, □ Regla 4. Sólo se muestran los puntos más alejados, para evitar la congestión.

## Resultados<sup>9</sup>:

**Regla 1.** Es la mejor. La Regla 1 suministrará una distribución estable de puntos. Produce una varianza mínima en los diámetros trazados por la diana.

**Regla 2.** La Regla 2 proporciona unos resultados estables, pero la varianza esperada de la distribución de los puntos a lo largo de cualquier diámetro que pase por la diana, será el doble de la varianza esperada con la Regla 1.

**Regla 3.** El sistema reventará. Con el tiempo, la canica se alejará más y más de la diana, formando un patrón algo simétrico.

**Regla 4.** El sistema reventará. Con el tiempo, la canica se alejará más y más de la diana en una dirección.

Los resultados de las Reglas 3 y 4 son inestables; el sistema reventará.

La regla 4 dará unos desplazamientos aleatorios. Las caídas sucesivas de la canica se parecerán a los tumbos de un borracho que trata de llegar a casa, que se cae a cada paso y que no tiene ni idea de por dónde está el Norte. Va dando pasos en cualquier dirección, sin memoria. Con el tiempo, sus intentos lo llevan, con pasos vacilantes, cada vez más lejos de su destino.

La Regla 4 corresponde al operario que intenta conseguir la uniformidad haciendo cada pieza igual que la última. El sistema revienta.

Otro ejemplo de la Regla 4 es el del hombre que compara los colores de un lote a otro, para aceptar el material, sin compararlos con la muestra original. (Aportado por Ivor S. Francis.)

Una situación estremecedora tiene lugar con la Regla 4 cuando las personas que están haciendo un trabajo enseñan a uno nuevo. El nuevo, en unos pocos días, está listo para enseñar a otro. Los métodos que se van enseñando se deterioran sin límite. ¿Cómo podría imaginarse esto?

En el texto ya han aparecido ejemplos de las aplicaciones de las Reglas 2 y 3. Habrá otros más adelante.

Un buen ejercicio para el lector consiste en hacer una lista de los ejemplos de las pérdidas ocasionadas en su propia organización por aplicar las Reglas 2, 3 y 4, intentando estimar las pérdidas.

El experimento descrito anteriormente se hizo en dos dimensiones. Es fácil hacerlo en una dimensión. Simplemente hay que trazar una pista por la que rueda la canica, limitada por unas paredes que la retengan en la pista.

<sup>9</sup> Las soluciones matemáticas figuran en el libro del autor *Some Theory of Sampling* (Wiley, 1950; Dover, 1984) pp. 454-466. Allí se hace referencia a la solución de Lord Raleigh en un documento titulado «On the resultant of a large number of vibrations», *Phil. Mag.*, vol xlvii, 1899: pp. 246-251; también en su *Theory of Sound*, 2ª ed. solo (1894), Sec. 42a; y en sus *Scientific Papers*, vol iv, p. 370. El problema de la convergencia óptima en una diana fue tratado por Frank S. Grubbs, «An optimum procedure for setting machines», *Journal of Quality Technology*, vol 15, nº 4, octubre 1983: pp. 155-208. El problema que resolvió el Dr. Grubbs no es el del embudo.



La teoría, demostración y aplicación que se deducen de este experimento, y con el de las bolas rojas (*infra*) constituyen un comienzo muy interesante para un curso de estadística.

*Observación 1.* Ya hemos señalado en la p. 108 que la retroalimentación mecánica o electrónica para mantener las dimensiones y otras características de la calidad dentro de las especificaciones, por medio de los excesivos reajustes, ocasiona pérdidas en todos los pasos siguientes. Por tanto, incrementa los costes. No ayuda a mejorar el proceso.

*Observación 2.* Una persona observó en un seminario mío: «Mi hijo está en un submarino. Allí se tiene la costumbre de que lo primero que se hace por la mañana es disparar a un objetivo y luego se ajustan las miras para compensar el error. Entiendo ahora que este ajuste es casi la garantía segura de que el resto del día funcionará peor que si se hubiesen dejado tranquilas las miras.» Tiene razón —es una observación inteligente.

*Observación 3.* Cuando se ajusta un instrumento a un estándar maestro (calibración) siempre que la diferencia es preocupante, casi siempre se trata de un reajuste excesivo, privando al instrumento de la exactitud que le es propia. Hace falta una regla para saber cuándo hay que ajustar. Es imprescindible que ambos sistemas de medida (estándar maestro y ensayo) estén en control estadístico. En base a la ingeniería y a la economía se puede decidir entonces si es conveniente algún ajuste.

*Ejemplo 1.* Un fabricante de carburadores para automóviles estaba utilizando dos ensayos. El ensayo A: barato, con un gas no inflamable, se aplicaba a todos los carburadores. El ensayo B: caro, con un gas inflamable, se aplicaba a una muestra de diez carburadores sacada de un lote. (No había instrucciones sobre cómo sacar la muestra de los diez.)

Todos los carburadores de la muestra de diez se ensayaban por los dos métodos. Regla: Calcular los promedios  $A$  y  $B$  de los dos métodos para los diez carburadores de cada lote. Si  $A$  está por debajo de  $B$  en tres lotes sucesivos, ajustar el Ensayo A para que coincida con el Ensayo B y seguir adelante. Del mismo modo, si  $A$  está por encima de  $B$  en tres lotes sucesivos.

¿Qué hay de malo en esta regla? Supongamos que el Ensayo A da unos resultados aleatorios por arriba y por debajo de los resultados correspondientes al Ensayo B. Entonces un cuarto de una larga serie de ensayos de tres lotes sucesivos indicaría  $A < B$ , y otro cuarto indicaría  $A > B$ . Semejante regla conduce así a unos reajustes excesivos y desafortunados, cuyo precio es el de unos costes excesivos debidos al incremento artificial de la magnitud del desacuerdo entre los dos ensayos. Y lo que es peor, la regla no coloca a ninguno de los dos ensayos bajo control estadístico ni a las diferencias entre los dos ensayos.

La mejor forma de comparar los dos ensayos, si lo que dan son medidas reales (en centímetros, miligramos, etc.) consistiría en trazar los resultados de los dos ensayos siguiendo la sugerencia de la Fig. 50 (p. 342).

*Ejemplo 2.* La tarea de una cierta área de staff de una compañía que fabrica automóviles consiste en hacer la predicción mensual de las ventas. Las personas que la hacen tienen en cuenta muchas clases de información. La predicción se queda corta o es excesiva, mes tras mes, cuando se la compara con las ventas reales. El procedimiento que se seguía para el mes siguiente consistía en ajustar el método, hacia arriba o hacia abajo, según esta comparación. El lector se dará cuenta de que lo que estaban haciendo era garantizar que su método jamás mejoraría.

**Control estadístico de los instrumentos y calibradores.** Tal como vimos en la página 209, el registro de una medida es el producto final de una larga serie de operaciones a partir de la materia prima en adelante, más la operación de la medición en una fase del producto y el consiguiente registro. Tal como se pone de relieve en muchos lugares de este libro, el control estadístico del proceso de medición es vital; de otro modo, las medidas no tienen ningún sentido.

¿Dará este instrumento los mismos resultados la semana que viene, para 100 artículos, que los que dio hoy? ¿Qué pasa si cambiamos a los operarios? Este tema se trata en el Capítulo 8 sobre la supervisión y reaparece en el Capítulo 15 en relación con los costes de inspección. El lector puede que quiera consultar el libro de Harry Ku y la Parte B del excelente libro de la Western Electric Company (pp. 84 y siguientes), ambos listados al final de este capítulo. El Estándar A.S.T.M. 177 sobre la precisión y el sesgo también será de ayuda al lector. (American Society for Standards and Materials, 1916 Race Street, Filadelfia 19103.)

Otro punto a considerar sobre el uso de los instrumentos es la importancia que tiene el dar a un instrumento la ocasión de que haga bien su trabajo. Un ejemplo (comentado por mi amigo el Dr. Lloyd S. Nelson) lo constituye una muestra de un fluido que se remite al laboratorio para medir la viscosidad. Se hace viejo en el camino. Si el instrumento de medida se pudiese colocar en el punto de origen de la muestra del fluido, los resultados serían diferentes y más indicativos del material que se muestrea.

**Señales falsas procedentes de los instrumentos de medida.** El instrumento que está fuera de control puede dar una señal falsa de una causa especial cuando no existe, o al contrario, puede no detectar una causa especial cuando sí que existe. Un instrumento, tanto si está en control estadístico como si no, que no tenga la precisión suficiente para hacer bien el trabajo, dará señales falsas. Puede verse así la importancia que tiene el prestar atención a la precisión y al control estadístico de los instrumentos. (Aportado por William W. Scherkenbach, Ford Motor Company.)

(De Jeffrey T. Luftig.) Este hombre estaba realizando sólo una medida de la distancia entre dos señales luminosas. Le pedí que hiciera ocho. Las hizo. El recorrido entre las ocho era cuatro veces mayor que la tolerancia de la especificación.

Antes de aceptar las conclusiones (acerca de qué piezas estaban causando los problemas), quería yo saber más cosas sobre el sistema de medición. El gerente me aseguró que no había nada malo en las medidas: él mismo las hacía todas.

**Los límites de control no son límites de especificación.** Los límites de control, una vez conseguido un estado bastante bueno de control estadístico, nos dicen lo que es el proceso y qué es lo que hará mañana. El gráfico de control es un proceso que nos está hablando<sup>10</sup>.

La distribución de una característica de la calidad que esté en control estadístico es estable y predecible, día tras día, semana tras semana. La producción y los costes también son predecibles. Ahora se puede empezar a pensar en Kanban o en las entregas justo-a-tiempo.

Además, como señaló el Sr. William E. Conway, los ingenieros y los químicos se hacen innovadores y creativos para mejorar el proceso, una vez que ven que está en control estadístico. Se dan cuenta del hecho de que de ellos depende que se siga mejorando (ver capítulo 1).

Sin métodos estadísticos, los intentos de mejorar un proceso son a la buena de Dios, con unos resultados que generalmente empeoran las cosas.

*Pregunta en un seminario.* Por favor, aclare la diferencia entre conformidad con las especificaciones y control estadístico del proceso. Mi director cree que la conformidad con las especificaciones es suficiente.

*Respuesta.* El objetivo de producción no debería ser sólo lograr el control estadístico, sino estrechar la variación. Los costes disminuyen cuando se reduce la variación. No es suficiente con cumplir las especificaciones.

Además, no hay forma de saber si uno seguirá cumpliendo las especificaciones a menos que el proceso esté en control estadístico. Hasta que se hayan identificado y eliminado las causas especiales (por lo menos todas las que hayan aparecido hasta el momento), no se puede predecir lo que producirá el proceso en la hora siguiente. La dependencia de la inspección (la única alternativa) es arriesgada y costosa. Puede que su proceso esté funcionando bien ahora y sin embargo sacar artículos fuera de especificación esta tarde.

¿Dónde están las cifras de las pérdidas ocasionadas por la suposición que hizo la dirección? ¿Cómo podrían conocerlas?

Los límites de la especificación no son límites de actuación. De hecho, tienen lugar grandes pérdidas cuando un proceso se está ajustando continua-

---

<sup>10</sup> Así de elocuentemente lo dijo Irving Burr en *Engineering Statistics and Quality Control* (McGraw-Hill, 1953).

mente en un sentido y luego en otro para cumplir las especificaciones. (Ver las secciones «La suposición de que sólo es necesario cumplir las especificaciones» y «La falacia de los cero defectos», pp. 106, 108.)

Curiosamente, un proceso puede que esté en control estadístico y esté produciendo el 10 por 100 de artículos defectuosos, y hasta incluso el 100 por 100.

**Los límites de control no establecen las probabilidades.** Los cálculos que indican dónde situar los límites de control en un gráfico están basados en la teoría de la probabilidad. No obstante, sería erróneo adscribir cualquier cifra determinada a la probabilidad de que una señal estadística para detectar una causa especial sea errónea o que el gráfico no envíe una señal cuando existe una causa especial. La razón es que ningún proceso, excepto las demostraciones artificiales que emplean los números aleatorios, es firme, sin oscilaciones.

Es cierto que algunos libros sobre el control estadístico de la calidad y muchos manuales de formación para estudiar los gráficos de control muestran un gráfico de la curva normal y de las proporciones del área por debajo de la misma. Estas tablas y gráficos son engañosos y desvían del estudio y uso eficaz de los gráficos de control.

Las reglas para detectar las causas especiales y cómo se tiene que actuar sobre ellas no constituyen una prueba de la hipótesis de que el sistema se encuentra en un estado estable.

**Más sobre las especificaciones<sup>11</sup>.** Los límites máximo y mínimo de la especificación de un producto son, por ellos mismos, una orientación cara al operario. Así, el que el límite de la especificación para un diámetro externo se encuentre entre 1,001 y 1,002 cm, le dice al operario que un diámetro de 1,0012 cumple la especificación, pero no le sirve de nada si trata de hacer menos unidades defectuosas y de incrementar su producción, pudiendo conseguir estas dos cosas con menos esfuerzo con el auxilio de los métodos estadísticos.

La descripción del trabajo de un operario debería por tanto, en beneficio de la economía, ayudarle a lograr el control estadístico de su trabajo. Además, su trabajo tiene que alcanzar un nivel económico para la distribución de su característica de calidad y reducir continuamente la variación. Con este sistema, su producción cumplirá las especificaciones y de hecho las dejará atrás, reduciendo los costes en las operaciones subsiguientes, y elevando la calidad del producto final. Los trabajadores que están en control estadístico pero cuya producción no es satisfactoria pueden ser trasladados a otro trabajo, después de prepararlos para ello (ver el Capítulo 8).

---

<sup>11</sup> Esta sección fue el tema de una charla que dio el Dr. Joseph M. Juran hace años, en unas reuniones del Metropolitan Chapter de la Sociedad Americana para el Control de Calidad (Nueva York). Si se desea consultar un trabajo publicado, ver Irving Burr, «Specifying the desired distribution rather than maximum and minimum limits», *Industrial Quality Control* 24, n° 2 (1967): 94-101.

### **Lista parcial de las causas comunes de la variación y de su difusión por los niveles equivocados: son responsabilidad de la dirección.**

(El lector podrá añadir otros ejemplos, adecuados a su propia planta y situación.)

- Diseño deficiente del producto o del servicio.
- No se eliminan las barreras que privan al trabajador por horas del derecho a trabajar bien y a estar orgulloso de su trabajo.
- Instrucciones deficientes y mala supervisión (casi sinónimos de las desafortunadas relaciones laborales entre los capataces y los operarios).
- No medir los efectos de las causas comunes ni reducirlas.
- No suministrar a los operarios la información estadística que les indique dónde podrían mejorar su comportamiento y la uniformidad del producto.
- Los materiales recibidos no son adecuados a los requisitos.

En una experiencia reciente, en una de cada tres pruebas un cuero no se adhería a un plástico, tal como se pretendía en el diseño del producto. El problema resultó ser que el cuero tenía demasiada grasa. Se cambiaron las especificaciones del cuero y desapareció el problema. Se trató de un simple cambio en el sistema. (A propósito, el gerente manifestó que la rotación descendió dramáticamente cuando se hizo este cambio.)

- Procedimientos no adecuados a los requisitos.
- Máquinas estropeadas.
- Máquinas no adecuadas a los requisitos.
- Ajustes inexactos de las máquinas de forma crónica (fallo del grupo responsable de los ajustes).
- Mala iluminación.
- Vibración.
- Humedad no adecuada al proceso.
- Se mezclan los productos de diversos flujos de fabricación, teniendo cada uno una variabilidad pequeña, pero a distintos niveles.
- Condiciones de trabajo incómodas: ruido, confusión, suciedad innecesaria, manipulación torpe de los materiales, temperaturas extremas de frío o calor innecesarias, mala ventilación, comida mala en la cafetería, etc.
- La dirección unas veces pone el énfasis en la calidad y otras en la cantidad, sin comprender cómo conseguir la calidad.

Otra causa común es que la dirección no hace frente al problema de los materiales defectuosos heredados. Es desmoralizante que se introduzcan en una operación artículos defectuosos o submontajes, procedentes de una operación previa de la misma compañía o de fuera. No importa lo bien que un operario

haga su propio trabajo, al final el producto todavía será defectuoso. El efecto multiplicador de los productos defectuosos intermedios es descorazonador. (En el Capítulo 8 hay más cosas sobre este punto.)

## DOS USOS BÁSICOS DE LOS GRÁFICOS DE CONTROL

**1. Como base de juicio.** ¿Estaba (en pretérito imperfecto) el proceso en control estadístico?<sup>12</sup>. Aquí, lo que hacemos es mirar al gráfico de control para observar si el proceso por medio del que se ha fabricado un lote determinado de producto estaba en control estadístico. Si es que sí, conocemos entonces la distribución de la característica de calidad, que se trazó en el gráfico, para los artículos individuales. En la página 287 aparece un ejemplo.

**2. Como una operación (sobre la marcha).** El gráfico de control también se puede utilizar para alcanzar y mantener el control estadístico durante la producción. Aquí el proceso ya se ha llevado a control estadístico (o casi, con sólo alguna evidencia ocasional de que aparece una causa especial). En el futuro extendemos los límites de control a (e.g.) un gráfico  $\bar{x}$ , y dibujamos los puntos uno a uno, quizás cada media hora o cada hora. Los operarios no tienen que hacer caso de los movimientos hacia arriba y hacia abajo de los puntos, a menos que indiquen una racha (como las debidas al desgaste de una herramienta), o a menos que un punto caiga por fuera de los límites de control.

Aunque sea importante eliminar una causa especial de variación, para desplazarse hacia el control estadístico, esto no es mejorar el proceso. Cuando se elimina una causa especial lo que se hace es colocar al sistema donde debería haber estado desde el principio (citando una conferencia del Dr. Juran). Repitiéndolo una vez más, como también dijo el Dr. Juran, los problemas importantes para mejorar comienzan una vez se ha logrado el control estadístico.

Entonces los ingenieros pueden estar mejorando el sistema continuamente. La mejora puede ser sencilla, algún ajuste que eleve o disminuya el nivel del gráfico de control, para que disminuya el riesgo de producir artículos defectuosos. Por otra parte, la mejora puede ser difícil y compleja, y el posible objetivo podría ser disminuir el uso de ciertos materiales (ver el Capítulo 1) para así reducir la dispersión entre los límites de control.

**Unos consejos sobre la utilización de los gráficos de control como una operación sobre la marcha.** El operario sólo tiene que tener unos conocimientos sencillos de aritmética para dibujar un gráfico. Pero él no puede por sí mismo

---

<sup>12</sup> Los términos que encabezan esta sección y la siguiente, «Como base de juicio» y «Como una operación», son de Shewhart.

decidir que va a utilizar un gráfico en su trabajo, y menos todavía puede iniciar un movimiento para utilizar los gráficos.

La dirección tiene la responsabilidad de enseñar el uso de los gráficos de control en el trabajo (sobre la marcha) allá donde sean eficaces. Como vimos en el Capítulo 2, el gráfico de control puede ser eficaz en las manos de un trabajador por horas si éste no está afectado por las barreras que le privan de su derecho a estar orgulloso de su trabajo.

A veces es conveniente que cada uno de los miembros de un grupo tenga un gráfico. El operario, cuando ve un punto fuera de los límites de control, casi siempre puede identificar enseguida la causa especial y eliminarla. Solamente el operario y el capataz ven el gráfico, a menos que el operario decida hacer público su gráfico.

Generalmente, es útil para todo el mundo poner en un lugar bien visible el gráfico de las fracciones de unidades defectuosas que hace un grupo, que indique la aparición de una causa especial enseguida que aparece.

Se tiene que evitar la proliferación de los gráficos que no tienen ningún fin. En una planta que visité cerca de Nagoya, habían, ese día, 241 gráficos  $\bar{x}$  y  $R$ . Todos los gráficos se revisan cada dos meses; se añaden gráficos o se eliminan cuando ya han logrado su objetivo y se reimplantan más adelante si hace falta.

**Capacidad del proceso.** Una vez que un proceso se ha llevado a un estado de control estadístico, ya tiene una capacidad definible. En los gráficos  $\bar{x}$  y  $R$  mostrará un comportamiento satisfactorio mantenido. Se pueden predecir las especificaciones que puede cumplir.

Una forma sencilla de describir las especificaciones que puede cumplir consiste en medir hacia arriba y hacia abajo de la media  $x$  en el gráfico  $\bar{x}$ , y  $\sqrt{n}$  veces la dispersión entre los límites de control para  $J_e$ , donde  $n$  es el tamaño de la muestra. En la p. 266 aparece un ejemplo. La dispersión entre las piezas individuales es también igual a  $6\bar{R}/d_2$

El símbolo  $d_2$  es un número que depende de  $n$ , y que se puede encontrar en cualquier libro sobre el control estadístico de la calidad. Se deduce de la distribución del recorrido<sup>13</sup>. Se puede hacer una aproximación<sup>14</sup>, en la que  $d_2$  es casi igual a  $\sqrt{n}$  hasta  $n = 10$ .

<sup>13</sup> La distribución del recorrido la publicó L.H.C. Tippett, «On the extreme individuals and the range of samples taken from a normal population», *Biometrika* 17 (1925). Un libro excelente sobre la capacidad de un proceso es el de Masao Kogure, *Theory of Process Capability and Its Applications* (JUSE Press, Tokio, 1975; ed. rev. 1981) —¡ay de mí!, está en japonés.

<sup>14</sup> Nathan Mantel, «On a rapid estimation of standard errors for the means of small samples», *American Statistician* 5 (octubre, 1951): 26-27; M.H. Quenouille, *Rapid Statistical Calculations* (Halfner, 1959), pp. 5-7.

Resulta así cierto que el gráfico  $R$ , si está en control, nos dice la capacidad del proceso.

Un error corriente que se comete en el uso de los gráficos  $\bar{x}$  y  $R$ , y en los cálculos de la capacidad del proceso, es que no se entiende que el recorrido tiene que mostrar aleatoriedad y que el recorrido en un punto tiene que ser el recorrido de las observaciones dibujadas para  $\bar{x}$ , no de otra fuente.

Se ven muchas prácticas erróneas en relación con la capacidad del proceso. Es completamente erróneo coger un número cualquiera de piezas, tal como 8, 20, 50 o 100, medirlas con calibradores o con otros instrumentos y coger 6 desviaciones estándar de estas medidas como si fuera la capacidad del proceso. El primer paso tiene que ser examinar los datos, como por medio de un gráfico de rachas (Capítulo 1), o con los gráficos  $\bar{x}$  y  $R$ , para decidir si el proceso de fabricación y el sistema de medición muestran control estadístico. Si es así, entonces la capacidad del proceso resultará obvia en los gráficos  $\bar{x}$  y  $R$ . Si no, no hay capacidad.

**Ventajas de la estabilidad o del control estadístico.** Un proceso que sea estable, que esté en control estadístico, presenta un cierto número de ventajas sobre la inestabilidad. En control estadístico:

1. El proceso tiene una identidad: su comportamiento es predecible. Tiene una capacidad medible, comunicable, tal como lo vimos en la sección precedente. La producción y las dimensiones y otras características de la calidad, incluyendo el número de defectos, si los hay, permanecen casi constantes hora tras hora, día tras día.
2. Los costes son predecibles.
3. La regularidad en la producción es un subproducto importante del control estadístico. El sistema Kanban de entrega de las piezas es una consecuencia natural cuando todo el sistema está en control estadístico (William W. Scherkenbach).
4. Bajo el sistema presente la productividad es máxima (los costes, mínimos).
5. Se simplifican enormemente las relaciones con el proveedor que suministra material que está en control estadístico.
6. Los efectos de los cambios que se realicen sobre el sistema (que son responsabilidad de la dirección) se pueden medir con mayor rapidez y fiabilidad. Sin el control estadístico es difícil medir el efecto que un cambio tiene sobre el sistema. Más exactamente, sólo los efectos catastróficos se pueden identificar.
7. Las reglas de todo o nada del Capítulo 14 se pueden aplicar para que el coste de los materiales entrantes que proceden de un proceso que está en control estadístico sea mínimo.

**Ensayos entre laboratorios (aliados próximos del control estadístico de los instrumentos y calibradores).** Esta actividad es importante para los dos, el



comprador y el vendedor, pues el comprador puede que pague demasiado por el material que compra, o el vendedor puede que reciba demasiado poco. A los dos les interesa un trato justo. Esta actividad también es importante para la compañía que tiene varias plantas que hacen los mismos, o casi los mismos, productos.

**Otro ejemplo de la utilización de un gráfico de control en base a emitir un juicio.** En el Capítulo 1 se vieron unos ejemplos. Vamos ahora a otro. Un ejecutivo de una importante compañía de compras por correo vino con el problema de que los costes eran elevados. También trajo los datos que indicaban el número de pedidos cumplimentados cada media hora. Cuatro medias horas suministraban los datos para los gráficos  $\bar{x}$  y  $R$  (Fig. 36) para  $n = 4$ . Una vez que vio lo amplios que eran los límites de control para los pedidos, hizo la observación de que los límites de control eran demasiado anchos: prefería una variación menor. Pero ¿cómo conseguirla? le pregunté. Él suponía que simplemente las líneas se dibujaban más próximas. Era mi obligación hacerle ver que los límites de control lo único que hacen es decir lo que el proceso es, no lo que el querría que fuese; que, en el futuro, cualquier reducción de la variación dependía completamente de él. Tenía que investigar las posibles causas comunes de la variación y eliminarlas. Cualquier éxito en esta tarea elevaría la productividad y mostraría una dispersión más estrecha entre los límites de control, que es lo que él quería ver.

Resultó que la causa de la variación tan amplia era sencilla —una reserva variable de pedidos: un rato sin nada que hacer y luego un rato trabajando como esclavos. La dirección niveló la reserva de pedidos, aumentó la producción, descendieron las equivocaciones —todo el mundo, incluyendo al cliente, más feliz.

Se consiguió una gran recompensa al reducirse dramáticamente las quejas de los clientes debidas a las demoras y equivocaciones. Cinco mujeres habían estado en nómina para tratar de explicar las demoras y las equivocaciones. Ahora una sola mujer se ocupa de las llamadas y aún le queda la mitad del tiempo para otras tareas. El aumento de la satisfacción de los clientes fue automático. Otra recompensa concomitante fue el igualmente dramático incremento en producción con el mismo equipo. Nadie trabajaba más, sino más inteligentemente.

**Reducir el inventario al mejorar la calidad.** La Fig. 37 muestra el inventario durante el proceso mes tras mes, incluyendo las piezas recibidas listas para usar. La escala vertical indica los millones de dólares. El inventario estaba en treinta millones de dólares al comienzo del programa para mejorar la calidad, en quince millones de dólares siete meses después —una reducción de quince millones de dólares. A las tasas de interés actuales esto significaría unos ahorros de algo parecido a 6000\$ al día, todos los días incluyendo sábados, domingos y fiestas.

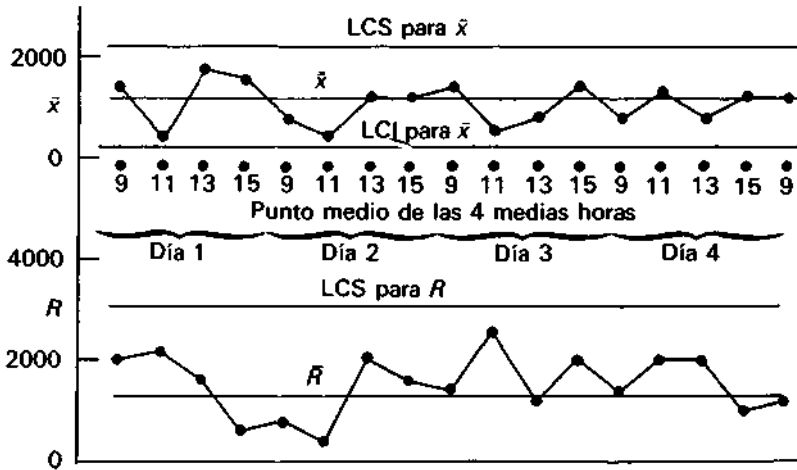


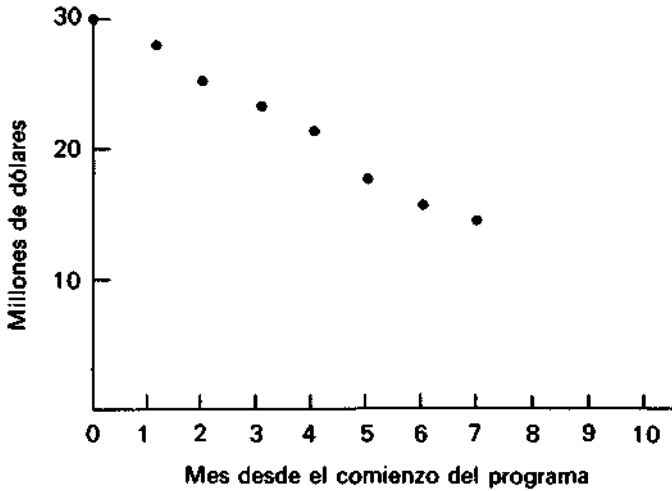
Fig. 36. El número de pedidos cumplimentados se registra cada media hora. Cada punto del gráfico procede de cuatro medias horas consecutivas;  $\bar{x}$  es el número medio de pedidos cumplimentados en cuatro medias horas consecutivas;  $R$  es el recorrido entre estos cuatro números. El cálculo de los límites de control sigue las fórmulas usuales:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= 1200, & \bar{R} &= 1372 \\ \text{Para } \bar{x}: & \left. \begin{array}{l} \text{LCS} \\ \text{LCI} \end{array} \right\} = \bar{x} \pm A_2 \bar{R} = \\ & = 1200 \pm 0,729 \times 1372 = \\ & = \begin{cases} 2200 \\ 200 \end{cases} \\ \text{Para } R: & \text{LCS} = D_4 \bar{R} = 2,282 \times 1372 = 3131 \\ & \text{LCI} = D_3 \bar{R} = 0 \end{aligned}$$

donde los valores numéricos de las constantes  $A_2 = 0,729$ ,  $D_3 = 0$  y  $D_4 = 2,282$  proceden de las tablas que se pueden encontrar en los libros sobre el control estadístico de la calidad.

¿Qué provocó esta reducción? La mejor calidad de los materiales recibidos, conseguida por medio de la cooperación con los proveedores; y la reducción del número de proveedores. Ya no hacía falta tener a mano unas reservas incómodas, por si acaso llegaban materiales defectuosos. Un factor más importante lo constituye el hecho de que hay menos piezas a la espera de ser reprocesadas. Es bien sabido que los reprocesos se acumulan: nadie desea atacarlos.

Kanban o justo a tiempo es la consecuencia natural del control estadístico de la calidad, que a su vez significa control estadístico de la velocidad de producción.



**Fig. 37.** Inventario en proceso, mes a mes, a lo largo de los siete meses siguientes al comienzo del programa para mejorar la calidad, por medio de una mejor calidad en recepción y menos reprocesos totales. (Este gráfico procede de mi amigo Ernest D. Schaefer, de General Motors, 1982).

**Las cifras más importantes no están en el gráfico.** El gráfico de la Fig. 37 es importante, pero las cifras todavía más importantes que las que aparecen en el gráfico son desconocidas e incognoscibles (citando al Dr. Lloyd S. Nelson). Por ejemplo, los operarios de toda la planta ven ahora las mejoras en toda la línea. Desperdician menos tiempo tratando de ocultar puntos defectuosos. La productividad se eleva. Otra ventaja que no se ve es que el cliente final recibe mejor calidad y puede atraer a más clientes. Los beneficios que trae la mejora de la calidad en productividad y competitividad serían difíciles de medir en dólares. Otra ventaja aún no mencionada es que aquí y allá por toda la planta el espacio que se requería para alojar las piezas que estaban a la espera de ser reprocesadas, y también el espacio para el reproceso mismo, ha quedado vacante y puede utilizarse de forma más útil.

**Aplicación a las ventas.** Una compañía recibe los informes de los vendedores. Cada vendedor cubre un territorio dentro del área de Filadelfia. ¿Qué problemas hay? La estadística tiene algo que decir respecto de los problemas del sistema. Es posible que algunos vendedores estén por fuera de los límites.

Ahora bien, desde luego que a la compañía le gustaría sacar una buena tajada en todos sus productos. Para ello, la dirección tiene que realizar unas actuaciones que están fuera del ámbito de este libro, aunque aquí se pueden mencionar tres posibles, tales como la mejora en la eficiencia de la fabricación que permita unos precios más bajos, unas entregas más rápidas y quizás mejores y más fiables, y quizás una calidad mejor y más fiable. ¿Serviría de algo una oleada de publicidad?

Los vendedores N° 1 y N° 2 tienen problemas. El N° 1 está por fuera de los límites de control, comparado con el grupo de los productos A y B; el N° 2 está por debajo sólo en el producto B. No sería muy inteligente llegar a la conclusión de que si fueran sustituidos, las áreas atendidas por el N° 1 y el N° 2 irían mejor. El primer paso que tiene que dar la dirección debería consistir en examinar los territorios de los vendedores y la competencia, ambas cosas. La lealtad a la marca del producto de otra compañía es a veces la causa de unas ventas bajas.

Es posible que el tipo adecuado de ayuda para el vendedor que tiene un volumen bajo de ventas podría lanzarlo hacia arriba en ambos productos. El resultado podría consistir en un incremento importante e inmediato en estas áreas, que bien valdría la dedicación y el esfuerzo por parte de la dirección sobre cómo ayudar al vendedor inferior en particular.

Un segundo paso consistiría en charlar con ellos y con el gerente del distrito para tratar de ver cuáles son las causas específicas. Pudiera ser que la conclusión fuese, desde luego, que sería conveniente destinar a los vendedores con bajo volumen de ventas a otros trabajos y fueran sustituidos.

La compañía tenía puesto un cupo (un estándar de trabajo) de 7200\$ por día. ¿Supone alguien que un vendedor informaría de unos negocios superiores a los 7200\$ en cualquier día?

### **Experimento de las bolas rojas para mostrar el fallo total del sistema.**

En las conferencias, a menudo he hecho uso de un sencillo experimento para demostrar que es demasiado fácil culpar a los trabajadores de los fallos que pertenecen al sistema<sup>15</sup>. También se aprenden otras cosas.

*Aparato:* Bolas de madera rojas y blancas, dentro de una caja.

Total:	3750
Blancas:	3000
Rojas:	750

*Paleta:* 50 depresiones redondeadas, 10 x 5. Se sacan 50 bolas cada vez con una palada. En la Fig. 56 de la página 357 está representada la paleta.

Hay un anuncio, en la pizarra o sobre el proyector, para que salgan voluntarios de entre la audiencia:

10 vacantes. Los solicitantes tienen que querer trabajar.  
Requisitos de formación mínimos.

<sup>15</sup> Esta demostración la aprendí del Sr. William A. Boller, de la Hewlett-Packard Company, quien amablemente la introdujo en un seminario que allí tuvo lugar.

Salen 10 voluntarios. Seis de ellos van de aprendices a producción. Dos son nombrados inspectores, otro, inspector jefe, y el último hará las anotaciones. (Un gran exceso de staff.) Los nombres van en la lista de nómina (fig. 38).

El capataz explica que nuestro cliente sólo aceptará cuentas blancas; ninguna roja; que todo lo hacemos mal aquí. Tenemos un estándar de trabajo, 50 artículos al día, buenos y malos juntos, por cada operario. Tenemos dos inspectores, cuando uno sólo sería suficiente. Objetivo: no más de una bola roja por día para cualquier persona que esté trabajando.

Se hará un aprendizaje de tres días (reducido a diez minutos) durante los cuales el capataz explicará en qué consiste el trabajo. Primero un Trabajador Voluntarioso mezclará las materias primas (la mezcla de las bolas rojas y blancas). Para mezclarlas, se dejan caer de un recipiente a otro, desde una altura de 10 cm; se vuelve a repetir. Entonces se saca una paleta llena, que es la producción diaria. Se lleva el trabajo al Inspector N° 1 y luego al Inspector N° 2. Los dos inspectores apuntan en un papel el recuento de las bolas rojas de la paleta, en silencio, sin hacer comentarios. El inspector jefe compara los recuentos de los dos inspectores. Cuando está satisfecho, dice en voz alta el recuento. La persona encargada de anotar, registra los recuentos, uno por uno, en la tabla de la Fig. 38.

El capataz explica a todo el mundo que los trabajos de los seis Trabajadores Voluntariosos dependen completamente de su comportamiento. El puesto quedará vacante si su comportamiento no es satisfactorio.

La única cosa que aquí hacemos bien, explica el capataz, es que los dos inspectores son independientes. Observa que la inspección por consenso anula la posibilidad de comparar a los inspectores y por tanto destruye la posibilidad de descubrir si existe realmente un sistema de inspección.

Todos dicen que entienden lo que tienen que hacer. Todos están preparados.

El capataz está horrorizado con el número de bolas rojas sacadas el primer día y suplica a los trabajadores que estudien cada bola roja y que traten de no sacar ninguna al día siguiente. Al comenzar el segundo día, no puede entender por qué no todos lo hicieron tan bien como lo hizo Neil el primer día —sólo tres bolas rojas. «Si Neil puede hacerlo, cualquiera puede hacerlo.»

Obviamente, al final del primer día Neil es el hombre del día, a la espera de un aumento. Por otra parte, Tim es obviamente la causa de todos nuestros problemas. A todos nos cae muy bien, pero puede que tengamos que sustituirlo.

Al final del segundo día, se encuentra desilusionado. Hasta Neil lo ha decepcionado —tres bolas rojas el primer día, 13 el segundo. «¿Qué ha pasado?» pregunta. No puede comprender semejante variación tan increíble de lote a lote. Sostiene que no debería haber variación. Los procedimientos no cambian —son los mismos para cada lote. ¿Por qué tiene que ser un lote distinto de otro? También está horrorizado por el rendimiento tan bajo. Ningún trabajador ha satisfecho el objetivo de sacar sólo una bola roja.

Registro del número de unidades defectuosas por operario y por día

Tamaño de lote 50, por operario y por día

Nombre	Día				Total
	1	2	3	4	
Neil	3	13	8	9	33
Loce	6	9	9	10	33
Jim	13	12	7	10	42
Mike	11	8	10	15	44
Tony	9	13	8	11	41
Richard	12	11	7	15	45
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>66</b>	<b>48</b>	<b>70</b>	<b>238</b>
Acum. $\bar{x}$	19.0	10.0	9.3	9.92	9.92

Inspector jefe: Ben & Joe  
 Inspector: Robert Anota: Wendy

Interpretación del gráfico

El proceso muestra control estadístico con evidencia de que no existen diferencias de comportamiento ni entre operarios ni entre días.

Los operarios han puesto en su trabajo todo el interés de que son capaces.

La única forma de eliminar las unidades defectuosas en el producto es eliminando las bolas rojas del material usado (responsabilidad de la dirección).

Los límites de control se han proyectado al futuro como la predicción del límite de variación que es de esperar en un futuro próximo para el mismo proceso.

Se han añadido los puntos de San Diego para compararlos con la predicción: las mismas bolas, la misma paleta, diferente gente, el mismo encargado.

En San Diego:  $\bar{x} = 9.9$ , LCS = 18, LCI = 1

$$\bar{x} = \frac{238}{6 \times 4} = 9.92$$

$$\hat{p} = \frac{238}{6 \times 4 \times 50} = .198$$

$$LCS = \bar{x} + 3\sqrt{\bar{x}(1-\hat{p})}$$

$$LCI = \bar{x} - 3\sqrt{\bar{x}(1-\hat{p})}$$

$$= 9.9 \pm 3\sqrt{9.9 \times .802}$$

$$= 18$$

$$= 1$$

Bolas de madera de 5 mm

Total: 3750  
 Rojas: 750  
 Blancas: 3000

Paleta No 2

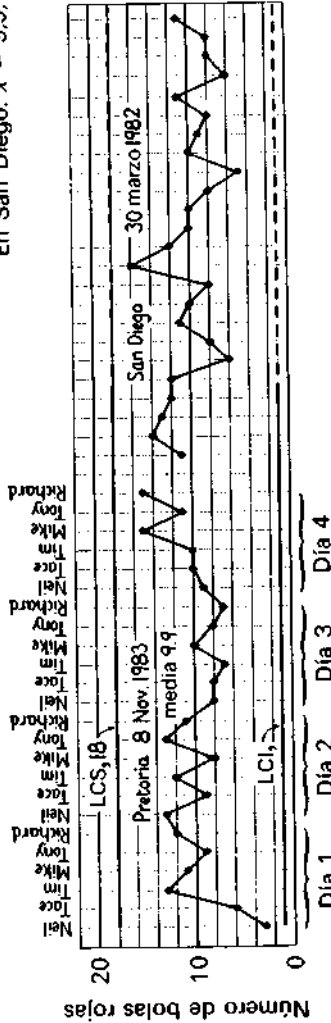


Fig. 38. Datos suministrados por el experimento, el gráfico de control exhibe los resultados, con los límites de control; interpretación del gráfico; y comparación con un experimento previo en San Diego el 30 de marzo de 1982.

Al final del tercer día, la dirección amenaza con suspender las operaciones a menos que el cuarto día traiga sustanciales mejoras. Los trabajadores cumplen el cupo de 50 al día, pero el rendimiento es demasiado bajo. Sus puestos están en el aire.

El cuarto día no es mejor y el capataz les dice a los trabajadores que aunque lo han hecho lo mejor que saben, ese mejor que saben no es suficiente. La dirección ha decidido cerrar. El está muy apenado, y les dice que recojan su paga antes de marcharse.

Se pide a toda la audiencia que trace el gráfico para el número de bolas rojas, lote por lote (fig. 38).

**Interpretación del gráfico.** El gráfico aparece en la Fig. 38. Podría sacarse la conclusión, con fines de gestión, que sería conveniente actuar como si el proceso estuviese en control estadístico, como si fuese estable. La base de esta conclusión podría ser (a) el conocimiento de lo que se pretendía hacer, las instrucciones que el capataz dio a los Trabajadores Voluntariosos, (b) la confianza en los trabajadores, (c) la tabla de resultados y el gráfico de la Fig. 38. Si el proceso es estable, entonces sería inútil tratar de descubrir por qué Neil sacó sólo tres bolas rojas el primer día y por qué sacó 13 el segundo día, y por qué Ricardo sacó 15 el cuarto día. Estas y todas las demás variaciones que aparecen en la tabla surgen completamente del sistema, no de las personas.

### ¿Qué hemos aprendido con esto?

1. La causa del bajo rendimiento es que había bolas rojas en los materiales recibidos. Hay que eliminar las bolas rojas del sistema. Los trabajadores voluntariosos son totalmente incapaces de mejorar la calidad. Seguirán sacando bolas rojas mientras haya bolas rojas en la materia prima.

El experimento es un poco tonto, pero es muy claro. Una vez que las personas lo han visto, encuentran bolas rojas (fuentes de problemas) por todas partes en sus organizaciones.

2. La variación entre lotes y entre trabajadores surgió del propio sistema, no de los trabajadores.

3. El comportamiento de cualquier persona, en cualquier día, no sirve para predecir su comportamiento en otro día cualquiera.

4. También nos damos cuenta de que el muestreo mecánico no es lo mismo y que los resultados pueden ser muy diferentes cuando se hace uso de los números aleatorios para el muestreo *{pide infra}*.

**Predicción de la variación.** Si estamos de acuerdo en que el proceso mostró un control estadístico suficiente para su aplicación, podemos extender los límites de control al futuro y predecir los límites de la variación de la producción continuada. No disponemos de cuatro días más, pero sí que tenemos datos anteriores que colocar en la tabla —las mismas bolas, la misma paleta, el mismo capataz, diferentes trabajadores.

Repetimos aquí una lección importante sobre el control estadístico. El proceso que está en control estadístico, que es estable, suministra una base racional para predecir los resultados de mañana.

**¿Cuáles son los datos del experimento?** En la industria y en la ciencia, los experimentos se utilizan para predecir los resultados de los experimentos futuros. Los datos de un experimento, puesto de relieve por Shewhart, comprenden la información que puede ayudar a la predicción. ¿Qué registros hay que hacer de este experimento para que sirvan para predecir los experimentos futuros?

Desgraciadamente, los experimentos futuros (pruebas futuras, la producción de mañana) se verán afectados por las condiciones ambientales (temperatura, materiales, personas) diferentes de las que afectan a este experimento. Sólo por el conocimiento del tema, quizás con la ayuda de más experimentos que cubran una mayor variedad de condiciones, puede uno decidir, con riesgo de equivocarse, si las condiciones ambientales futuras serán casi las mismas que las de hoy para poder utilizar los resultados de que disponemos.

A propósito, el riesgo de equivocarse en una predicción no se puede definir en términos de probabilidad, al revés de lo que dicen algunos libros de texto y profesores. La evidencia nunca es completa<sup>16</sup>.

Aquí hemos anotado la fecha y la hora, los nombres de los trabajadores voluntariosos, el nombre del inspector jefe, la descripción de las bolas, la identificación de la paleta (N°2). ¿Qué más puede ser importante?

Como los seis trabajadores por horas parece que forman un sistema estadístico (no hay ninguno por fuera de los límites de control), quizás podríamos en adelante, en otro experimento, omitir la anotación de sus nombres. Sin embargo, la paleta es importante (sección siguiente).

Otra información sobre el experimento sería el capataz y su empeño en hacer cumplir la regla de hacer bien la mezcla de las materias primas (bolas).

**Promedio acumulado.** Pregunta: ya que el 20 por 100 de las bolas de dentro de la caja son rojas, ¿cuál diría usted que es el promedio acumulado, el límite estadístico, al seguir sacando lotes, según el mismo procedimiento, durante muchos días más?

La respuesta que surge espontáneamente entre la audiencia es que debe ser 10; porque 10 es el 20 por 100 de 50, el tamaño del lote. Erróneo.

No hay base para semejante afirmación. De hecho, el promedio acumulado para la paleta N° 2 a lo largo de muchos experimentos realizados se ha fijado en 9,4 bolas rojas por lote de 50. La paleta N° 1, utilizada durante treinta años, muestra un promedio de 11,3.

<sup>16</sup> C.I. Lewis, *Mind and the World-Order* (Scribner's, 1929; Dover, 1956), p. 283.



La paleta constituye una parte importante de la información sobre el proceso. ¿Lo hubiera pensado así el lector antes de conocer estas cifras?

La misma pregunta se puede exponer de diferente manera: dígame algunas razones de por qué no podemos esperar que el promedio acumulado sea 10. Respuestas: (1) Para el ojo la pintura roja es diferente de la pintura blanca. Los dedos la perciben de forma diferente y obviamente la paleta también. (2) Los tamaños de las bolas rojas y blancas puede que sean diferentes. Los pesos pueden ser diferentes. Las bolas rojas se fabrican metiendo las blancas en pintura roja, ¿o se hace al revés?

A menudo, la audiencia alude a la diferencia entre el  $r$  acumulado y 10 como si fuera un sesgo. No, esta diferencia no es un sesgo. Es la diferencia entre dos métodos de selección: (1) el muestreo mecánico, aquí utilizado; (2) la selección según números aleatorios<sup>17</sup>. (Ver el párrafo sobre el muestreo mecánico en la próxima página.)

*Ejercicio 1.* Demostrar que la dispersión de los límites de control para el número de cuentas blancas, lote por lote, sería idéntica a la dispersión de los límites de control para las bolas rojas, que ya se ha calculado. Demostrar además que ya hemos trazado el gráfico de control para las bolas blancas. No tenemos más que invertir la escala vertical; sustituir 0 por 50, 10 por 40, 20 por 30, 30 por 20, 40 por 10, 50 por 0. Los límites de control para las bolas blancas se quedarán en el sitio correcto, 49 para el límite superior y 33 para el límite inferior.

*Ejercicio 2.* Antes de recoger ningún dato, se apostó 50:50 que Ricardo sacaría más artículos defectuosos en los cuatro días que Tim. Después, no había ninguna duda al respecto. Suponga que el experimento prosigue durante otros cuatro días. Asuma que las diferencias entre los seis operarios siguen mostrando un buen control estadístico. Hay una probabilidad de 50:50 de que los dos trabajadores se invertirán durante los cuatro días siguientes. Demuestre que la probabilidad es de 50:50 de que el número acumulado de unidades defectuosas de Ricardo volverá a sobrepasar las que hizo Tim durante los ocho días.

**El muestreo utilizando números aleatorios.** Si tuviéramos que hacer lotes utilizando números aleatorios, entonces el promedio acumulado, el límite estadístico de  $\bar{x}$ , sería 10. La razón estriba en que los números aleatorios no se fijan en el color, ni en el tamaño, ni en cualquier otra característica física de las bolas, la paleta o el empleado. La teoría estadística (teoría de la probabilidad) tal como se enseñó en los libros para la teoría del muestreo y la teoría de la distribución sirve cuando se utilizan números aleatorios, pero no en las expe-

<sup>17</sup> W. Edwards Deming, *Sample Design in Business Research* (Wiley, 1960), Capítulo 5.

riencias reales. Una vez que se ha establecido el control estadístico, existe ya una distribución y ésta es predecible.

**El muestreo mecánico distorsionará el promedio del proceso.** Es un hecho que el promedio acumulado de una proporción de unidades defectuosas calculadas por la inspección de las muestras tomadas por los inspectores, por muy concienzudamente que se haga, puede no resultar una buena aproximación al promedio del proceso. Las muestras de los artículos a inspeccionar pueden ser seleccionadas por un inspector meticuloso, de la parte de arriba, de la parte inferior, y del centro del lote, en un intento de conseguir una muestra representativa del lote, pero no puede haber garantía de que esta selección se aproxime al uso de los números aleatorios. El único plan seguro consiste en utilizar los números aleatorios para seleccionar los artículos de un lote, pero se tiene que admitir que en muchos casos no se puede llevar a cabo el uso de los números aleatorios. La única forma de eliminar la posible distorsión creada por el muestreo mecánico consiste en realizar una inspección al 100 por 100 en una selección al azar de lotes, que por supuesto puede ser de todos los lotes. (Aportado por el Sr. Dave West en un seminario que tuvo lugar en Pretoria en junio de 1982.)

Cuando se utiliza la selección mecánica o una selección a discreción, si se hace un cambio en el método de la selección de muestras, bien puede aparecer un punto fuera de control. Esto es un artefacto que hay que tener siempre presente cuando se interpreta un gráfico. (Aportado por el Sr. Dave West.)

## MÁS OBSERVACIONES SOBRE EL CONTROL ESTADÍSTICO

**El control estadístico no implica la ausencia de artículos defectuosos.** El control estadístico es un estado con variación aleatoria, estable en el sentido de que los límites de variación son predecibles. Un proceso puede estar en control estadístico y aún así producir artículos defectuosos. De hecho, puede producir una proporción elevada de artículos defectuosos. Ya lo vimos en el experimento de las bolas rojas y blancas.

El control estadístico de un proceso no constituye un fin en sí mismo. Una vez se ha establecido el control estadístico, se puede comenzar un duro trabajo para mejorar la calidad y la economía de la producción.

La intervención para cambiar el sistema (eliminar las bolas rojas del sistema) puede que sea sencilla, o puede que sea compleja y larga. Cambiar el promedio puede ser sencillo. O puede que haga falta una experimentación larga (recuérdese el ejemplo del recubrimiento del papel del Capítulo 1). Normalmente es más difícil reducir la dispersión que cambiar el nivel. Cada problema

es diferente de otro y no sirve ninguna regla general. Esta es la tarea que tienen que realizar los ingenieros encargados del trabajo.

**El estudio de una mezcla puede oscurecer la oportunidad de mejorar.** Pensemos en tres líneas de producción, que vierten sus productos a un sólo canal. Me gusta compararlo a tres riachuelos que desembocan en un río, que es la mezcla (Fig. 39). La mezcla es el producto final. Si las tres líneas de producción están en control estadístico, la mezcla final en el canal también estará en control estadístico aunque las medias de las tres líneas de producción por separado estén alejadas unas de otras.

De hecho, si el material procedente de las tres líneas de producción se mezcla concienzudamente, la varianza de la mezcla será la varianza total entre los artículos en todas las líneas de producción. Los estudiantes de estadística reconocerán la fórmula

$$\sigma^2 = \sigma_b^2 + \sigma_w^2$$

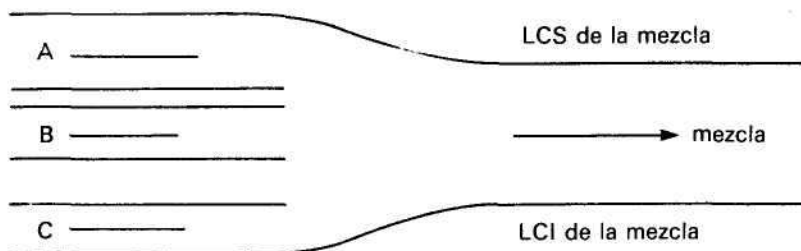
donde  $\sigma^2$  es la varianza entre los artículos de la mezcla,  $\sigma_b^2$  es la varianza entre las medias de las tres líneas de producción, y  $\sigma_w^2$  es la varianza media entre los artículos dentro de las tres líneas de producción por separado.

El primer paso consistiría en reducir la varianza de la fuente A. Independientemente, hay que intentar llevar los tres flujos al mismo nivel.

De hecho, tanto si la mezcla presenta problemas como si no, es conveniente estudiar las fuentes de los materiales. Colocarlas al mismo nivel; reducir la variación de cada una, especialmente de las que indiquen una variación amplia. Este estudio hay que comenzararlo poniendo los materiales de cada fuente en control estadístico.

La búsqueda en sentido contrario al flujo suministra un buen empujón para mejorar la mezcla. (William W. Scherkenbach.)

Aunque el trabajo combinado de un grupo puede estar en control estadístico bastante bueno, los gráficos de control para cada persona pueden detectar



**Fig. 39.** El producto procede de tres fuentes, todas ellas en control estadístico. La mezcla de las tres fuentes indica control estadístico, pero con un amplio intervalo.

que una o dos más de ellas necesitan más formación o que se les traslade. (Ver el ejemplo en la p. 297.)

Nueve esmeriladoras dan el toque final a los ejes delanteros. La mezcla procedente de las nueve máquinas contiene el 3 por 100 de unidades defectuosas de media. Los datos procedentes de las máquinas aisladas indicaban que las Máquinas N° 2 y 3 estaban produciendo las unidades defectuosas y que necesitaban unos reajustes finos. Cuando estas máquinas se beneficiaron de unos cuidados meticulosos, la producción de unidades defectuosas en la batería de nueve máquinas descendió a cero. Sin los datos individuales de las máquinas aisladas, de las nueve, no se hubiera conseguido mejorar el proceso.

La mezcla de la Fig. 20 de la p. 200 procede de 11 soldadores. El estudio por separado de los 11 soldadores mostró que la N° 6 estaba fabricando más defectos de los que le tocaban.

En un caso de remallado, que me proporcionó el Profesor David S. Chambers, la producción global de 47 remalladoras estaba en control estadístico bastante bueno, con un 4,8 por 100 de segundas y desechos. Los gráficos individuales de todas ellas reveló el hecho de que algunas mujeres estaban haciendo más defectos de los que les tocaban. (Detalles en el próximo capítulo, página 294.)

## EJEMPLOS DE MALOS ENTENDIDOS QUE SALEN CAROS <sup>18</sup>

*Ejemplo 1. La línea de actuación se coloca en el gráfico según la opinión personal, no según los cálculos.* Tal como ya hemos visto, los límites de control de un gráfico de control nos dicen lo que podemos esperar del proceso tal como es, no lo que nosotros querríamos que fuera. Supongamos que un trabajador traza una línea sobre el gráfico que muestra la fracción de unidades defectuosas día tras día. Dibuja la línea (e.g.) en el 4 por 100, que es lo que a él le parece que es un objetivo razonable. Éste me mostró un punto bastante por encima de la línea. Aquí hubo un punto fuera de control, dijo.

«¿Dónde están los cálculos para el límite de control?» le pregunté. «No calculamos nada; simplemente colocamos la línea donde creemos que tiene que estar.»

Algunos libros despistan lamentablemente al lector cuando establecen los límites de control basándose en las especificaciones o en otros requisitos. Un

---

<sup>18</sup> Agradezco a Barbara Kimball de los Laboratorios Cutter, de Los Ángeles, que me señalara este error que hay en muchos libros. He omitido estos libros en la lista que hay al final de este capítulo.

libro establece los límites de control basándolos en una curva CO<sup>19</sup> (que no tratamos aquí). Todos estos malos entendidos con los límites de control incrementan los costes y no dejan conseguir la calidad.

Colocar así una línea, sustituyendo al límite de control, conduce a unos reajustes en exceso o en defecto, y perpetúa cualquier problema que exista. Como comentario triste, las personas prescinden del gráfico que se utiliza así de mal, diciendo que «el control de calidad no funciona aquí».

No me extraña. Nunca lo intentaron

Los límites de la especificación no deben figurar jamás en un gráfico de control.

Un libro reciente sobre el control estadístico de la calidad comete un error similar, afirmando que los requisitos del cliente son la base para calcular los límites de control. Semejante consejo es devastador para el principiante y le confunde para siempre.

Aquí otra vez la enseñanza a los principiantes la tiene que hacer un maestro, no un jamelgo.

*Ejemplo 2. El mismo fallo: el límite de acción lo establece el fabricante.* Es más fácil de lo que uno cree caer en la trampa de utilizar la opinión personal como límite de acción. Cito aquí una carta que recibí del vicepresidente de una compañía que estaba satisfecho con los resultados de sus esfuerzos, pero que no se daba cuenta de que sus métodos no dejaban que se consiguieran la calidad y la productividad que podrían lograrse con el mismo equipo y con las mismas personas, si se les diera ocasión de mostrar sus habilidades. El fabricante del equipo también se alegraría de saber que su equipo podía estar por encima de lo que él cree, si se le diera ocasión. Aquí está la carta:

Durante el último trimestre de 1980 reorganizamos la fábrica y contratamos a un consultor para que enseñara, por medio de una instrucción formal y la aplicación a nivel de planta, los principios de la supervisión eficaz. Combinamos muchos trabajos, tanto en nuestros empleados de salario fijo, como por horas. Todos los estándares para los operarios de fabricación fueron eliminados y establecimos unos estándares en planta basados en la velocidad máxima del equipo, según era especificada por el fabricante. Cuando no se consigue el 100 por 100, el supervisor de planta tiene que identificar las razones de este comportamiento por debajo del máximo. Nuestro personal de mantenimiento, técnico y de servicio trabaja para corregir los problemas que se hayan identificado.

Mal hecho. Sus expertos, al utilizar los límites de control (límites de acción) según lo que el fabricante especifica, estaban confundiendo las causas especiales con las causas comunes, garantizando para siempre los problemas.

---

<sup>19</sup>

En inglés, OC —Operating Characteristic. (*N. del T.*).

Un procedimiento más inteligente consistiría en conseguir el control estadístico de la máquina, bajo las condiciones locales. Podría ser que su comportamiento fuese del 90 por 100 respecto de la velocidad máxima especificada por el fabricante, o del 100 por 100, o del 110 por 100. El siguiente paso debería ser mejorar continuamente la máquina y el uso de la misma.

*Ejemplo 3. Tan obvio, tan infructuoso.* El vicepresidente de una gran empresa me dijo que tiene un programa estricto para la inspección del producto final. A mi pregunta de cómo utilizaban los datos, respondió: «Los datos están en el ordenador. El ordenador suministra el registro y la descripción de todos los defectos que se detectan. *Nuestros ingenieros no se detienen* hasta que encuentran la causa de todos los defectos.»

¿Por qué entonces el nivel de los tubos defectuosos había sido relativamente estable, alrededor del 4,5 al 5,5 por 100, durante dos años? Los ingenieros estaban confundiendo las causas comunes con las causas especiales. Cada fallo era para ellos debido a una causa especial que había que seguir, descubrir y eliminar. Estaban tratando de descubrir las causas de los altibajos de un sistema estable, haciendo que las cosas empeoraran, desbaratando su propósito. (Ver la declaración de Lloyd S. Nelson, p. 17.)

Para el cliente, los esfuerzos del fabricante eran asombrosos. Al cliente le parecía que era concienzudo y que estaba tratando de hacer todo lo posible para reducir los tubos defectuosos en el futuro. Realmente era así. Pero desgraciadamente todos sus esfuerzos estaban mal dirigidos y obviamente no eran eficaces. ¿Cómo lo iba a saber nadie?

Hay excepciones aparentes que surgen de las circunstancias en las que los productos defectuosos aparecen con regularidad. Cuando un artículo defectuoso aparece regularmente, esto se tiene que considerar que es un patrón, lo que quiere decir que no hay control estadístico. La misma advertencia es válida cuando sólo hay una única causa posible importante y esporádica para los artículos defectuosos. En tales casos, el estudio de los artículos defectuosos puede indicar la causa del problema.

*Ejemplo 4.* En una fábrica que hace neumáticos vi los neumáticos defectuosos de un día, esperando que los ingenieros los estudiaran. Lo mismo que vimos en el Ejemplo 3: garantizada la misma continuidad de los problemas.

*Ejemplo 5. Distribución mal utilizada: más cosas sobre el ordenador despersonalizado.* Se extruyen lingotes de cobre, al rojo vivo y chisporroteando. Una máquina corta los lingotes, el peso que se quiere es de 326 kg. Se pesan todos los lingotes automáticamente y los datos van a un ordenador.

El paso siguiente es el depósito electrolítico del cobre, formando los lingotes el ánodo. El lingote que pesa menos desperdicia espacio en el baño electrolítico, mientras que los que pesan de más se agotan.

El trabajo del operario consiste en que cuando ve que el peso de un lingote

es bajo, ajusta el corte para incrementar el peso del lingote siguiente, y al revés cuando sale un lingote con sobrepeso. El artefacto que hace la pesada automática traza, al final del día, la distribución de los pesos de los lingotes fabricados. Todas las mañanas el operario tiene frente a él la distribución de los pesos producidos el día antes (fig. 40) —ejemplo de ordenador despersonalizado.

¿Cuál es el propósito del histograma? Pregunté.

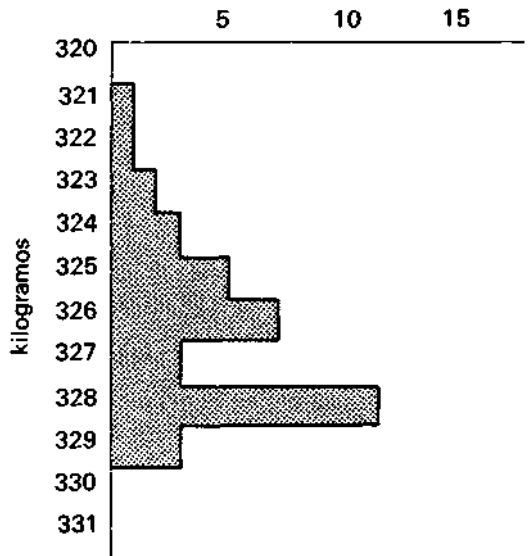
Este es nuestro sistema de control de calidad. Le muestra al operario cómo lo está haciendo, para que pueda mejorar, fue la respuesta.

¿Desde cuándo tienen el problema de que los pesos no son uniformes? Pregunté.

Desde que comenzamos.

El hecho es que el operario, al ajustar la máquina arriba y abajo con cada lingote, estaba operando contra ella misma, ensanchando la varianza de los pesos. Estaba siguiendo la Regla 2 o la Regla 3 o la Regla 4 (p 256) empeorando las cosas cuando tan sólo estaba tratando de hacerlo lo mejor que sabía. La distribución de la Fig. 40 es completamente inútil, tan sólo es una fuente de frustración.

¿Qué tiene de malo la utilización de la distribución de la Fig. 40? Esta distribución no diferencia entre (a) las causas que proceden del sistema y (b) las



**Fig. 40** Histograma de la producción de ayer, construido pesando automáticamente y registrando cada lingote. El histograma indica al operario cómo lo hizo ayer, pero no le sirve de ayuda para conseguir una distribución más estrecha alrededor del peso medio deseado. El ordenador también dibujó la media de la distribución estándar, la asimetría y el coeficiente del cuarto momento, todo ello inútil para el operario.

causas que puede rectificar el operario. De este modo no ayuda nada al operario. Sólo le frustra. Un gráfico de control tiene que hacer las distinciones necesarias, para así ayudar al operario.

El ingeniero responsable me explicó que no necesitaba allí el control estadístico de la calidad porque hacía una inspección del 100 por 100 y el registro del peso de cada lingote. Este problema es bastante claro pero no lo trataremos aquí. Implicaría la distribución de los pesos, el coste de cortar un lingote con sobrepeso y el coste de alargar el proceso electrolítico los minutos suficientes para agotar los lingotes con sobrepeso en el baño electrolítico.

He visto diagramas de sectores por el suelo de un laboratorio que muestran a todo el mundo el número de equivocaciones, por tipos, que cometieron la semana anterior —el mismo fallo, por las mismas razones. La dirección pensaba que las personas que allí trabajaban corregirían los errores —esto es, harían un trabajo perfecto tan sólo con saber que estaban cometiendo equivocaciones y trataran seriamente de hacerlo mejor.

*Ejemplo 6. Pérdidas ocasionadas por el índice de comportamiento.* Los ingenieros de una compañía que se dedicaba al transporte de mercancías generales habían desarrollado los así llamados estándares, por medio de los cuales se medía el comportamiento de los gerentes de sus 70 terminales. Cualquiera gerente que estuviera por debajo del 100 por 100 tenía que estar haciendo algo mal. Cualquiera por encima del 100 por 100 estaba haciendo lo que debía.

Este es el mismo error que comete el gerente que sólo examina los productos defectuosos con la intención de mejorar los productos futuros. Lo que la dirección tiene que investigar es la distribución de las relaciones. ¿Forma la distribución un sistema o hay puntos por fuera? El estudio de la correlación entre el comportamiento y el tipo de negocio que se maneja podría revelar las razones de lo que parece ser un comportamiento extraordinariamente bueno o extraordinariamente malo. Por ejemplo, una relación elevada entre las mercancías de llegada y las mercancías de salida podría explicar por qué algunas terminales muestran un beneficio deficiente. Así, en la mayoría de los puntos de Florida entran más mercancías que salen: los vagones y camiones se van hacia el norte vacíos. El gerente de la terminal no puede hacer nada contra esta proporción.

Lo que estaba haciendo la dirección era perpetuar sus problemas.

*Ejemplo 7. Se hace mal en las fases iniciales de la producción.* Este ejemplo repite una lección que ya hemos aprendido pero no nos hará ningún daño si volvemos sobre ello.

Se examinan las medidas de 10, 30, 40 o 100 piezas para saber si el proceso funciona. El paso siguiente (mal hecho) consiste en examinar las piezas que no cumplen para tratar de descubrir la fuente del problema.

Es éste un ejemplo de cómo falla el análisis de fallos. Un procedimiento



mejor consiste en utilizar los métodos estadísticos para los problemas estadísticos, de la forma siguiente:

1. Utilizar las medidas para trazar un gráfico de recorridos u otro gráfico estadístico (tal como el gráfico  $x$  o  $R$  si hay bastantes datos) para que producción detecte si el proceso está en control estadístico.

2. Si el gráfico indica que hay un control estadístico razonablemente bueno, se puede concluir que las piezas defectuosas fueron fabricadas por el mismo sistema que fabricó las buenas. Sólo un cambio en el sistema puede reducir el número de piezas defectuosas en el futuro. Este podría consistir en un cambio en el diseño de la pieza o un cambio en el método de fabricación. Uno de los primeros pasos sería examinar el sistema de medición para ver si está suficientemente estandarizado y en control estadístico.

Bien podría resultar que con un procedimiento racional, con menos de 15 o 20 piezas, fuera difícil contestar lógicamente a la pregunta sobre la capacidad del proceso. Algunas veces, un número más pequeño puede, no obstante, conducir a una conclusión firme. Así, si la producción inicial completa de seis o siete piezas falla toda, se puede sacar la conclusión de que el proceso es incapaz de cumplir las especificaciones, o que el sistema de medición está estropeado, o que las especificaciones deberían suavizarse.

Siete u ocho piezas que todas ellas muestran una tendencia hacia arriba o hacia abajo, sin invertirse, indicarían con bastante seguridad, que algo va mal con el proceso o con el sistema de medición.

La variación contiene información. Si usted se detiene a las cinco o seis medidas, usted bloquea la mayoría de las posibilidades de aprender de la variación más de lo que conseguiría con más medidas. (Este párrafo procede de una conversación con Lloyd S. Nelson, 7 de julio de 1984.)

3. Si el gráfico indica la ausencia de control estadístico, el siguiente paso consistiría en buscar las causas especiales. Otra vez, sería conveniente aquí examinar también el sistema de medición. Primero, buscar los errores en los datos.

*Ejemplo 8.* Me quejé al administrador de correos de Washington de las equivocaciones en el correo que llegaba a mi casa. Parecía ser que todas las personas de mi vecindario recibían cartas dirigidas a otras personas. Cuando me dirigía a llevar un sobre a una dirección que no estaba muy lejos, me encontré en la puerta con una señora a punto de salir con un sobre en la mano dirigido a mí. Un trato ecuánime. Mi queja al administrador provocó la siguiente respuesta:

El tipo de equivocaciones que usted dice es fuente de irritación para los que estamos en el servicio postal, al igual que para ustedes. Hemos tenido este problema durante años. Le aseguro que cada una de las equivocaciones como ésta que usted menciona las ponemos en conocimiento del cartero que cometió la falta.

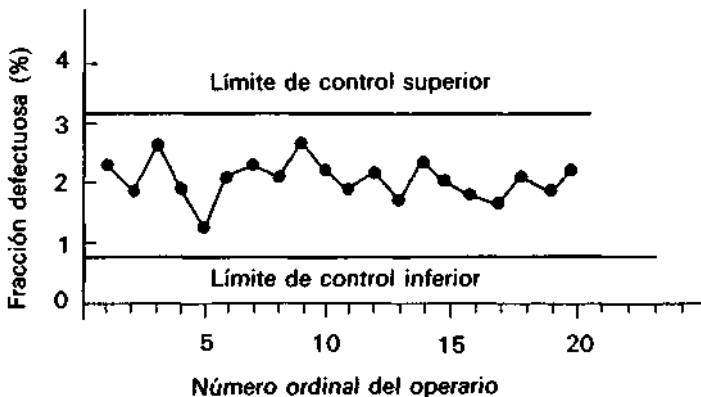
«Durante años» es la confesión de que el fallo reside en el sistema. Aparentemente el problema no se limitaba a un barrio ni a unos períodos de tiempo, ni era específico de ningún cartero. Seguirá así hasta que se revise el sistema en profundidad para reducir la posibilidad de que se cometan equivocaciones como las que eran objeto de mi queja. Mientras tanto, la dirección echa la culpa al cartero. Mi queja sólo le causó más dificultades al mismo.

## MÁS APLICACIONES

**Utilización del gráfico para medir los fallos combinados del sistema.** En la figura 41 se muestra la fracción de unidades defectuosas fabricadas por 20 operarios que esencialmente ejecutaron la misma operación el mes anterior. Indica claramente que:

1. La producción de los 20 operarios constituye un proceso estable, definible y con una capacidad.
2. La capacidad del proceso es del 2 por 100 de unidades defectuosas.

Los operarios han puesto en su trabajo todo lo que podían ofrecer. La mejora sólo puede provenir de la dirección, cuya obligación está ahora clara: encontrar y eliminar (o reducir todo lo que se pueda) algunas de las causas de problemas comunes o ambientales, o aceptar la continuación inevitable del 2 por 100 de unidades defectuosas.



**Fig. 41** Fracción de unidades defectuosas producidas por cada uno de los 20 operarios. Los puntos están en orden de posición. (Todos fabricaron aproximadamente el mismo número de artículos.)

Calculando los límites de control:

$n = 1225$ , producción media por hombre y por mes

$$\left. \begin{array}{l} \text{LCS} \\ \text{LCI} \end{array} \right\} = 0,02 \pm 3 \sqrt{p \cdot q/n} \text{ (donde } \bar{q} = 1 - \bar{p})$$

$$= 0,02 \pm 3 \sqrt{0,02 \times 0,98/1225} =$$

$$= 0,02 \pm 0,012 = \begin{cases} 0,032 \\ 0,008 \end{cases}$$

## Ejemplo de los beneficios conseguidos por estudiar el sistema y cambiarlo.

Del *Daily News*, Budapest, 29 de mayo de 1980

### Revolución en la gestión

LONDRES (AP)—Los famosos autobuses rojos de Londres registraron un gran incremento en la productividad en los seis últimos meses y los altos funcionarios dicen que la razón principal es la «revolución en la gestión».

El Transporte Londinense, que dirige el sistema público, atribuye la mejora a que se ha acabado el control central. Los 5500 autobuses que hacen 300 rutas fueron divididos en ocho distritos, siendo cada uno responsable de las finanzas, reparaciones y quejas.

Las millas programadas —número de millas recorridas en las rutas por los autobuses, aumentó un 10 por 100.

El tiempo de espera en las paradas se ha acortado y el número de autobuses fuera de servicio a la espera de ser reparados descendió de más de 500 a 150.

Ahora los autobuses llevan un cartel con el nombre del funcionario del distrito a quien los clientes pueden dirigir sus quejas.

Al día siguiente, en el mismo periódico apareció un informe del discurso del Primer Secretario de Hungría, el Honorable János Kádár, con el encabezamiento:

### El nivel de vida depende del comportamiento en el trabajo

Se tienen que elevar los requisitos de la calidad. Se tiene que exigir a todo el mundo un comportamiento adecuado en el trabajo.

El honorable Primer Secretario de Hungría tenía razón —se vive mejor cuando la producción es mayor. Los altos directivos de Hungría vinieron a mis conferencias y aprendieron cuáles eran sus responsabilidades. También aprendieron que no se puede esperar mucho en producción de los esfuerzos de la mano de obra si no ayuda la dirección.

**Las personas son parte del sistema; necesitan ayuda.** A pesar del hecho de que la dirección es responsable del sistema, o de la falta de sistema, me encuentro con que muy pocas personas de la industria saben lo que constituye un sistema. Muchas personas piensan en máquinas y procesos de datos cuando menciono la palabra sistema. Pocas de ellas saben que la contratación, la formación, supervisión y apoyo a los trabajadores de producción forman parte del sistema. ¿Quién si no podría ser responsable de estas actividades?

Vino una persona desde Londres. Tenía problemas, principalmente en su departamento de cuentas. El dinero en efectivo era escaso debido a dos razones: (1) Él se ocupaba de enviar las facturas mensuales, especialmente las de los clientes importantes, ya que tenía miedo de remitirles las facturas que no estuviesen verificadas varias veces. (2) Los clientes, especialmente los importantes, se negaban a pagar las facturas de los dos o tres últimos meses hasta que se hubiesen aclarado los errores en las facturas previas.

Declaró que el origen de estos problemas era que el departamento de cuentas era descuidado en su trabajo —muchos errores entre el envío de los artículos y la facturación:

1. Se enviaba un artículo equivocado: se tiene que pagar el transporte en los dos sentidos. El cliente se impacienta.
2. El artículo se enviaba a una dirección equivocada: se tiene que pagar el transporte en ambos sentidos. El cliente se impacienta.
3. Factura incorrecta, como la omisión del descuento por el número de artículos comprados.

Estos errores crearon multitud de pagos y abonos con más errores. Aumentaban las cuentas de transportes. No mencionó las demandas por perder beneficios a causa de enviar unos artículos equivocados a una tienda durante la temporada de Navidad, pero tenía todo tipo de problemas. Se quejaba de que las personas que trabajaban para él eran las peores que nadie podía reunir en Londres.

Podía pedir dinero prestado al banco: era un riesgo, a pesar de sus problemas. Pero pagar interés (el 18 por 100 entonces) por lo que la gente le debe a uno no es la forma de salir adelante.

Decía que todos sus problemas desaparecerían cuando se pusiera en funcionamiento su nueva maquinaria de proceso de datos, dentro de dos años. Mientras tanto ¿qué podía hacerse?

Le aseguré que se encontraría con todo un nuevo conjunto de problemas

cuando esta maquinaria para procesar datos comenzase a funcionar, a menos que:

1. Simplificara el sistema de cargos para su producto. Era demasiado complicado. Por ejemplo, tenía que eliminar el hacer descuentos sobre las ventas acumuladas de una gran cantidad de artículos durante un período de tiempo establecido (seis meses).
2. Proporcionara mejor formación y reciclaje continuo. ¿Qué sabía sobre la frecuencia de ciertos errores importantes? ¿Dónde tenían lugar? ¿Cuál era la causa? ¿Qué trabajadores no formaban parte del sistema? No tenía respuesta para ninguna de estas preguntas. El era el gerente.

No le había pasado por la imaginación que su gente es parte del sistema y que él es responsable de todos ellos y de las respuestas a todas estas preguntas. Para él, sistema quería decir *hardware*, ubicación de los almacenes, finanzas, etcétera. Se fue hecho un hombre nuevo, con la promesa de que contrataría a un estadístico de Londres para que le ayudara.

Cinco meses después volvió encantado. El error más importante se había convertido del 39 por 100 al 6 por 100, el segundo del 27 al 4 por 100. Estaba en camino para conseguir más reducciones.

## SELECCIÓN REDUCIDA DE TEXTOS

El lector serio se preocupará de ampliar sus conocimientos sobre la variación y su significado. Nada puede sustituir a un buen maestro.

### RECOMENDADOS

American National Standards Institute, *Guide for Quality Control*, (Identificado como A.S.Q.C. B1 y B2, publicado por el American National Standards Institute, 1430 Broadway, Nueva York 10018).

Kaoru Ishikawa, *Guide to Quality Control*, Asian Productivity Organization, 1976. Se puede conseguir en Unipub, P.O. Box 433, Murray Hill Station, Nueva York 10157. *What is Total Quality Control?* Prentice Hall, 1985.

Nancy R. Mann, *The Keys to Excellence: The Story of the Deming Philosophy*, Prentice-Hall, Los Angeles, 1985.

Walter A. Shewhart, *Economic Control of Quality of Manufactured Product*, Van Nostrand, 1931; reeditado por la Sociedad Americana para el Control de Calidad, 1980; reimpresso por Ceepress, The George Washington University, 1986.

*Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control*, Escuela de Graduados, Departamento de Agricultura, Washington, 1939; reeditado por Dover, 1986.

Western Electric Company, Bonnie B. Small, Presidente del Comité de Escritos, *Statistical Quality Control Handbook*, Indianápolis, 1956. Se puede conseguir en el Centro de Información al Cliente de AT&T (especificar el Código 700-444), P.O. Box 19901, Indianápolis 46219.

Hay muchos más libros sobre el llamado control de calidad. Cada libro tiene algo de bueno y casi todos los autores son amigos y colegas míos. Sin embargo, la mayoría de los libros contienen algunas trampas, tales como los límites de rechazo, límites de control modificados, áreas debajo de la curva normal, muestreo de aceptación. Un libro establece los límites de control según la curva CO (no considerada aquí). Otro establece los límites de control para que coincidan con las especificaciones. Algunos libros dicen que el gráfico de control se utiliza para comprobar una hipótesis: el proceso está en control o no lo está. Estos errores pueden desencaminar la autoformación.

El estudiante también deberá evitar los pasajes de los libros que tratan los intervalos de confianza y las pruebas de significación, ya que semejantes cálculos no tienen aplicación en los problemas analíticos de la ciencia y la industria. (Ver la sección «Enseñanza deficiente de los métodos estadísticos en la industria», p. 100.)

#### PARA ESTUDIAR EN ESTADÍSTICA BÁSICA Y MÉTODOS

A. Hald, *Statistical Theory with Engineering Applications*, Wiley, 1952.

Harry H. Ku et al., *The Measurement Process*, National Bureau of Standards, Publicación Especial N° 300, Oficina de Publicaciones del Gobierno de los EE.UU., Washington 20402, 1969.

Ernest J. Kurnow, Gerald J. Glasser y Fred R. Ottman, *Statistics for Business Decisions*, Irwin, 1959.

Eugene H. Mac Niece. *Industrial Specifications*, Wiley, 1953.

Alexander M. Mood, *Introduction to the Theory of Statistics*, McGraw-Hill, 1950.

Frederick Mosteller y John W. Tukey, *Data Analysis and Regression*, Addison-Wesley, 1977.

Ellis R. Ott, *Process Quality Control*, McGraw-Hill, 1975.

L.H.C. Tippett, *The Methods of Statistics*, Wiley, 1952.

*Statistics*, Oxford University Press, 1944.

John W. Tukey, *Exploratory Data Analysis*, Addison-Wesley, 1977.

W. Allen Wallis y Harry V. Roberts, *Statistics: A New Approach*, Free Press, 1956.

W.J. Youden, *Experimentation and Measurement*, National Science Teachers Association, Washington, 1962. También, *Statistical Methods for Chemists*, Wiley, 1951.

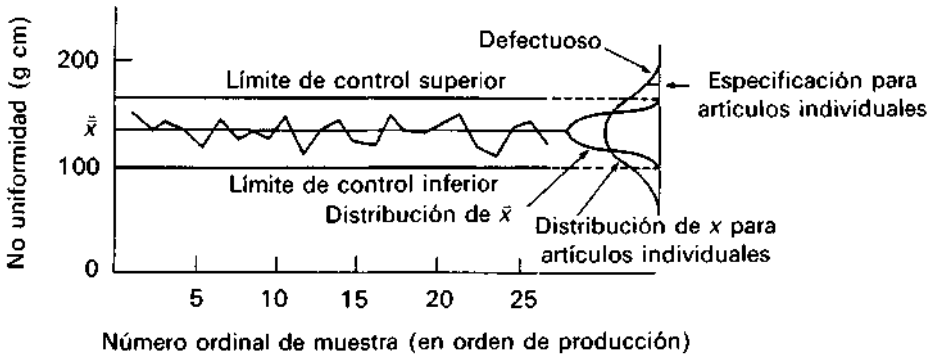
# Más ejemplos de mejoras en el sentido del flujo

*Porque en la mucha sabiduría hay gran dolor; y quien añade ciencia añade pesar. (Eclesiastés 1:18.)*

**Objetivo de este capítulo.** Ya hemos visto varios ejemplos de mejoras en el sistema yendo en el sentido del flujo de la producción. Estos ejemplos eran todos increíblemente sencillos. En los próximos capítulos aparecerán más ejemplos. El objetivo de este capítulo consiste en volver a poner de relieve que la dirección tiene la responsabilidad de comprender y actuar para mejorar el sistema, en el sentido del flujo o en el sentido contrario.

**Observación.** No sería correcto suponer que mejorar un sistema es tan tontamente sencillo como en el ejemplo de este capítulo y en otras partes del libro. Para mejorar pueden hacer falta ensayos simultáneos de dos o más factores, por medio de un diseño estadístico adecuado. Con los ensayos por separado se corre el riesgo de no darse cuenta de las interacciones entre los dos factores. Un ejemplo común lo constituye la ingestión simultánea de alcohol y un antidepresivo. El efecto puede consistir en una potenciación de los efectos de ambos, del alcohol y del antidepresivo. Otro ejemplo corriente lo constituye el del jabón y el detergente usados conjuntamente: casi pueden anularse el uno al otro.

*Ejemplo 1.* Este ejemplo ilustra cómo unos simples cambios en el sistema pueden virtualmente eliminar la posibilidad de que salgan productos defectuosos. Las ordenadas de la Fig. 42 son las medias ( $\bar{x}$ ) de las muestras de  $n = 3$ , para los ensayos de la uniformidad de ruedas terminadas. El ensayo consiste en



**Fig. 42.** Gráfico de  $\bar{x}$  para los ensayos de la uniformidad de las ruedas fabricadas por un operario. La distribución del ensayo de no-uniformidad para las ruedas individuales estará centrado en  $\bar{x}$ . Su recorrido será  $\sqrt{3} = 1,73$  veces la distancia entre los límites de control para  $x$ .

el equilibrio dinámico de la rueda. Las observaciones basadas en el estudio del gráfico fueron<sup>1</sup>:

1. El operario está en estado de control con respecto a su propio trabajo (que es el único trabajo del que es responsable). Ningún punto cae por fuera de los límites de control.
2. Se encuentra sometido a las limitaciones del sistema. No puede estar por encima del sistema y de la capacidad de su proceso: de vez en cuando fabricará una rueda defectuosa, aunque sea un buen operario y esté en estado de control.
3. Cumple los requisitos de su trabajo. No puede hacer nada más. No tiene nada que ofrecer.
4. El problema fundamental reside en el sistema.

La actuación del supervisor (materiales en recepción mejor adaptados para el trabajo; mantenimiento mejor y ajustes más cuidadosos) de esta línea de fabricación bajó todo el gráfico y la distribución hasta el punto en que a partir de entonces ninguna rueda cayó por encima de la especificación superior: no más ruedas defectuosas.

*Ejemplo 2.* El segundo ejemplo tiene que ver con una empresa de servicios, de transporte de mercancías por carretera. Los conductores de los camiones recogen los cargamentos y los llevan a la terminal donde se vuelven a cargar y siguen su camino. Otros chóferes son los que hacen el reparto. Una compañía

<sup>1</sup> De mi artículo «On some statistical aids to economic production», *interfaces* 5 (agosto 1975):1-15.



grande de transporte de mercancías puede tener entre 10 y 40 terminales en, o cerca, de las grandes ciudades. Hay una larga cadena de operaciones entre la solicitud al transportista por parte del expedidor (generalmente por teléfono) de que vaya a recoger un cargamento, la colocación del cargamento en el muelle del transportista, listo para volverlo a cargar y trasladarlo a la terminal que atiende el destino del cargamento. Cada operación ofrece una oportunidad al conductor para que se equivoque. La tabla adjunta muestra seis tipos de equivocaciones, más el apartado «otras». Aunque la frecuencia de las equivocaciones es baja, las pérdidas totales son sustanciales.

En la equivocación N° 1, el conductor firma la orden de envío para (e.g.) 10 cajas de cartón, pero más adelante en la cadena de operaciones, alguien detecta que sólo hay nueve cajas —falta una. ¿Dónde está? Puede que sólo hubiera nueve cajas al principio; la orden de envío era incorrecta; o, lo que es más frecuente, el conductor olvidó una caja en los locales del expedidor. Pongamos algunas causas de las pérdidas debidas a la equivocación N° 1: '

1. Cuesta alrededor de 25\$ buscar el muelle de la caja que falta, o encontrar el camión (que ya se encuentra en la carretera), y buscarla.
2. Cuesta 15\$ por término medio enviar a un chofer al expedidor para que recoja la caja que falta.
3. Cuesta 10\$ separar y retener las 9 cajas mientras dura la búsqueda.
4. Si el transportista no encuentra la caja, el expedidor puede legítimamente presentar una demanda. El transportista es responsable de la décima caja. Su valor puede estar entre 10\$ y 1000\$ o más.

Resulta obvio que la equivocación N° 1 puede salir cara. Cualquiera de las siete equivocaciones provocará, por término medio, una pérdida de 50\$. Se habían registrado 617 equivocaciones, y ocasionaron unas pérdidas de 31.000\$ sólo debidas a las reclamaciones. Multiplicando por 20, para 20 terminales, las pérdidas totales debidas a las siete equivocaciones fue de 620.000\$. (Esta cantidad es mínima. No incluye los gastos de las búsquedas ni de administración.)

<i>Tipo de equivocación</i>	<i>Descripción</i>
1	Se recoge de menos.
2	Se recoge de más.
3	No se avisa (por teléfono) cuando hay de menos o de más, y cuando se dañan las cajas al entregarlas.
4	Nota de carga incompleta.
5	Cajas mal señaladas.
6	Firma incompleta en el albarán de entrega.
7	Otras.

Había 150 conductores que trabajaban durante todo el año. La Fig. 43 muestra la distribución de los 150 conductores por número de equivocaciones, de todas las siete equivocaciones juntas.

Postulamos el siguiente mecanismo, que distribuirá los errores al azar entre los conductores. Imaginamos un recipiente grande con bolas negras y blancas, bien mezcladas. Cada conductor saca una muestra de 1000 o más (el número de viajes que un conductor medio realiza durante un año) y vuelve a colocar las bolas en el recipiente, donde se vuelven a mezclar. El número total de equivocaciones en la Fig. 43 es de 617 para los 150 conductores. La estimación de la cantidad media de equivocaciones por conductor sería

$$\bar{x} = \frac{617}{150} = 4,1$$

Los límites superior e inferior se pueden calcular así

$$4,1 + 3\sqrt{4,1} = 11 \text{ (límite superior)}$$

y

$$4,1 - 3\sqrt{4,1} \text{ da } 0 \text{ (límite inferior)}$$

Interpretamos que el límite superior quiere decir que un conductor que cometió más de 11 equivocaciones a lo largo del año no forma parte del sistema. Constituye una causa especial de pérdidas.

Había dos grupos de conductores:

- A. Conductores que cometían más de 11 equivocaciones.
- B. Conductores que cometían 11 equivocaciones o menos.

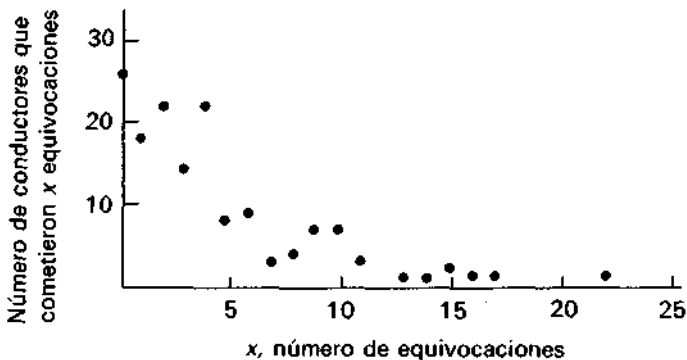


Fig. 43. La distribución de los conductores según número de equivocaciones, combinados los siete errores.

¿Qué hemos aprendido con este sencillo modelo estadístico?

1. Los siete conductores con más de 11 equivocaciones suponían el 112/617 ó 18 por 100 de las equivocaciones.
2. Los conductores que cometían menos de 11 equivocaciones dan la medida de las pérdidas que surgen del propio sistema. Son los que hacen que el sistema sea lo que es. Suponen el  $100 - 18 = 82$  por 100 de las equivocaciones.

Ningún problema relacionado con las personas es sencillo. Convendría que la dirección pospusiera las críticas al Grupo A para determinar primero si es que estos conductores trabajaron por unas rutas excepcionalmente difíciles o largas. Resultó ser así.

Aquí nos encontramos con una lección importante de administración. Esta compañía había estado enviando una carta a los conductores cada vez que se equivocaban. No importaba si era la primera equivocación que hacía ese año o era la número 15: la carta era exactamente igual. Una carta remitida a un conductor del Grupo B era desmoralizante: el conductor interpretaba que se le culpaba de los fallos del sistema.

Podríamos detenernos aquí para hacer una pregunta: ¿Qué piensa el conductor que ya ha recibido 15 advertencias, todas iguales, de la dirección?

¿Y qué pasa con un conductor que sólo cometió una o dos equivocaciones durante el período de estudio y que puede que no hubiese cometido ninguna o sólo una durante los seis meses precedentes? Recibe la misma carta que la persona que ya ha cometido 15 equivocaciones durante el período de estudio. ¿Qué piensa de la dirección?

Una persona contó, en uno de mis seminarios, el hecho de que los policías de su ciudad reciben, por cada queja contra uno de ellos, la misma carta, no importa si fue la primera queja en varios años o la décima en unas pocas semanas. ¿Buena dirección?

Creo que los clientes del transportista tendrían ganas de trabajar con él para reducir las equivocaciones, si supieran qué hacer. Una equivocación le sale más cara al cliente que al transportista. He aquí lo que sugerí.

Bill, usted tiene dos detectives siguiendo a los conductores y tomando notas. Registran las rutas que toman los conductores, el tiempo que pasan tratando de encontrar un lugar para aparcar el camión, el tiempo que pasan tomando café. Lo que podría hacer es darles a estos dos detectives otro trabajo, uno que sea útil. Algunos muelles de carga están al aire, no están cubiertos. El conductor tiene que leer las órdenes de embarque bajo el viento, la lluvia y la nieve, y con poca luz. Haga que estas dos personas visiten a los clientes para convencerles de que cubran los muelles y de que pongan luces. Creo que si se les sugiriera, los clientes separarían un envío de otro, bien con una cinta, o espaciándolos, o con una raya de tiza en el suelo, para que los

conductores pudiesen recoger todo el envío, sin dejarse nada detrás y no llevarse parte de otro envío. Creo que los clientes tendrían más cuidado con la legibilidad de las órdenes de embarque.

*Ejemplo 3.* Un pequeño fabricante de zapatos tenía problemas con las máquinas de coser, cuyo alquiler era caro. Los operarios pasaban mucho tiempo recolocando el hilo en las máquinas, lo que constituía una seria pérdida.

La observación clave fue que el problema era común a todas las máquinas y a todos los operarios. La conclusión obvia era que el problema, cualquiera que fuese, era común, ambiental, que afectaba a todas las máquinas y a todos los operarios. Unas pocas pruebas indicaron que la causa del problema era el hilo. El propietario del taller estaba comprando un hilo deficiente a precio de saldo. El tiempo-máquina perdido le había costado cientos de veces más que la diferencia entre el hilo bueno y el que estaba comprando. Los precios de saldo del hilo se convirtieron en una trampa cara.

Este era un ejemplo de cómo se engaña uno con el licitador más bajo y por fijarse sólo en el precio sin considerar la calidad o el comportamiento.

Con un hilo mejor se eliminó el problema. Sólo la dirección podía hacer el cambio. Los operarios no podían salir y comprar un hilo mejor, incluso aunque hubiesen sabido dónde residía el problema. Ellos trabajaban dentro del sistema. El hilo formaba parte del sistema.

Antes de la sencilla investigación que descubrió la causa, prosaica pero eficaz, el propietario suponía que todos los problemas provenían de la inexperience y descuido de los operarios.

*Ejemplo 4. Número de mecánicos necesarios en la sala de herramientas.* El trabajo de la sala de herramientas consiste en hacer máquinas (especialmente prototipos) para modificar el equipo existente y ocuparse de las emergencias por rotura del equipo en uso en cualquier parte de la planta. A veces el capataz se encontraba corto, sin suficientes mecánicos para ocuparse de las emergencias. Otros días había pocas emergencias y su gente podía dedicar más tiempo al desarrollo.

¿Como cuántas emergencias ocurren al día, por término medio?

No disponía de cifras, pero el número posible podía ser 36, quizá 40.

Suponiendo que las roturas son independientes, que no son una reacción en cadena, el número de roturas día tras día formará una distribución de Poisson. Si el promedio es de 36, la desviación estándar de esta distribución será  $\sqrt{36} = 6$ . El número de mecánicos necesarios para hacer frente a casi todas las emergencias sería:

$$36 + 3\sqrt{36} = 54$$

Si el número medio de roturas por día fuese de 40, tendría que estar preparado para 58 emergencias, no 54. El límite superior es sensible al promedio y a los ciclos.

Si quiere quedarse corto sólo de vez en cuando, como una vez cada dos meses, podría utilizar el límite superior 2-sigma, que sería

$$36 + 2\sqrt{36} = 48$$

Este límite también es sensible al promedio y a las tendencias y tendría que aumentarse en cuatro si el promedio fuese de 40, no de 36.

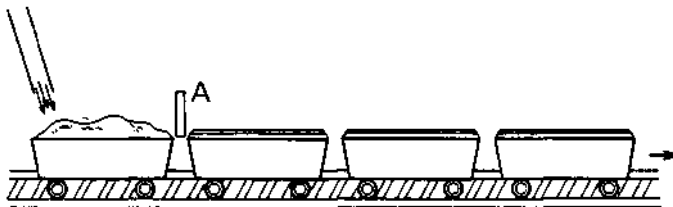
El siguiente paso consistiría en compilar las cifras, día por día, durante unas pocas semanas y trazar el gráfico de recorridos para examinar la distribución de la aleatoriedad.

*Ejemplo 5.* Se cargan gránulos de mineral de hierro en un vagón de ferrocarril. Los vagones se desplazan por debajo del cargador a unos 6 km/h.

*Se desea:* cargas más uniformes (toneladas netas por vagón).

Una persona manipula el mecanismo para cargar los vagones, tratando de que el peso sea uniforme. La uniformidad es conveniente por diversas razones. Para un cliente que pide un número elevado de vagones, tal como 100 o más a la semana, resulta factible computar el peso total del pedido y el coste del transporte por medio de una muestra de 10 o 15 vagones. Al utilizar muestras se disminuye el coste del pesaje de los vagones, y también se acelera el movimiento de los vagones en el patio. Se tiene que utilizar la capacidad del vagón, pero no sobrepasarla. Las bolas que quedan apiladas demasiado altas en un vagón se pueden caer y perderse cuando el vagón toma una curva. No era infrecuente perder media tonelada métrica de esta forma.

Entonces se encontró una solución (Fig. 44). Una viga horizontal pesada de acero (A de la Fig. 44) alisaba las cargas al nivel adecuado. ¿Por qué no habían pensado esto antes los ingenieros? Habían supuesto que la persona encargada de la cargadora, si se empeñaba, podía reducir la variación. No se les había ocurrido la posibilidad de que se podía cambiar el sistema.



**Fig. 44.** Los vagones de tren se cargan con gránulos de mineral de hierro calientes conforme van pasando. La viga en A alisa los salientes y entrantes de la parte superior de los gránulos según van pasando los vagones cargados. El resultado es una mejor uniformidad y más toneladas por vagón. Son deseables las cargas elevadas y también la uniformidad en el peso. Estos requisitos eran difíciles de lograr antes de la instalación de la viga fuerte de acero en A.

*Ejemplo 6. Producción mejor de medias.* Aquí, la dirección miraba hacia el futuro y preveía que los costes sobrepasarían los ingresos en el futuro próximo, y que la compañía se metería en la categoría de las que no obtienen beneficios, a menos que se hiciera algo pronto<sup>2</sup>. Cualquier plan que incrementara la proporción de las medias de primera clase incrementaría los ingresos netos y situaría a la compañía en una posición competitiva mejor, incluso para el volumen presente. Había otras razones para mejorar la producción: las trabajadoras cobraban por piezas, con una penalización de dos piezas por cada pieza mala fabricada, y la compañía tenía que pagar la diferencia entre la paga semanal de una trabajadora y el salario mínimo, si se quedaba por debajo. Cualquier incremento en la productividad ayudaría a la trabajadora al igual que a la compañía. Los pasos iniciales fueron:

1. El gran paso fue que el director vio problemas para el futuro y buscó ayuda de un estadístico (David S. Chambers).
2. El segundo paso fue el adoctrinamiento de la dirección.
3. Luego, aconsejada por el profesor Chambers, la compañía envió a 20 supervisores a un curso de 10 semanas en la Universidad de Tennessee, de dos horas y media a la semana.  
A propósito, este curso proporcionó a los 20 supervisores su primera oportunidad de familiarizarse y hablar de sus problemas.
4. Cuando acabaron las sesiones de formación, la dirección pidió a los supervisores que intentaran aplicar los principios que habían aprendido y que preparasen un informe sobre los resultados conseguidos.

Se presentó el informe en una de las reuniones semanales de los supervisores, que se habían puesto en marcha durante el período de formación. La dirección deseaba que estas reuniones fuesen un foro donde intercambiar ideas entre el personal de fabricación, y funcionaron con éxito. Fue la primera indicación de que el trabajo de los supervisores era importante para la dirección y para la planta. Desarrollaron un trabajo en equipo y un interés del que habían carecido hasta entonces. Este grupo era en realidad un círculo de CC compuesto de supervisores, un recurso sin explotar hasta el momento.

5. Cuando los supervisores habían hecho unas cuantas reuniones, el consultor recomendó, para empezar, que se estudiaran los problemas del departamento de remallado. La razón principal de elegir este departamento era que (1) parecía que allí había problemas; (2) el supervisor había aprendido la filosofía de la supervisión; y (3) el supervisor tenía la habilidad de trabajar bien con las operarias de máquinas y con los otros supervisores.

---

<sup>2</sup> He tomado prestado este ejemplo de un artículo no publicado, escrito por mi amigo David S. Chambers.

*Primer paso.* Al final de la línea de producción, las medias se clasificaban en montones —de primera, irregulares, segundas, terceras y trapos. Una persona procedente de una empresa compró los trapos y descubrió que algunos de ellos se podían vender, después de un escrutinio, como de tercer grado o incluso como irregulares. Contrató a zurcidoras y transformó la mayoría de los trapos restantes en primera clase.

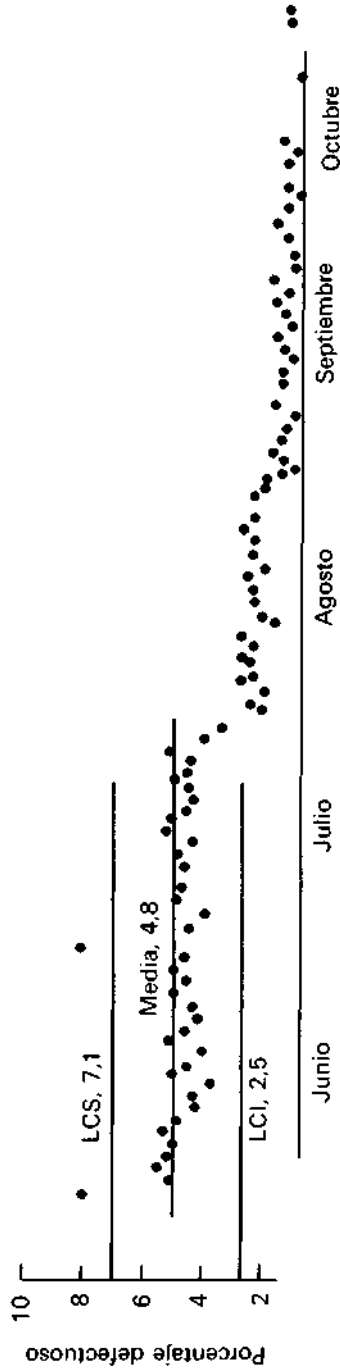
Es importante observar que el coste de fabricación es el mismo, para los trapos y para la primera clase. Sin embargo, el beneficio reside en la primera clase. Las irregulares, segundas y terceras se venden al precio de coste, o menos; los trapos casi a cero.

Uno de los primeros pasos consistió en instituir la inspección en el remallado para saber si el sistema de remallado estaba bajo control estadístico o si había evidencia de que existía una variación grande debida a causas especiales. Había dos turnos, mañana y tarde. La inspección de las 16 medias por día procedentes de cada remalladora comenzaron el primer día de trabajo de junio. Los dos meses de junio y julio se emplearon como período de pruebas. Casi todos los días trabajaron 47 remalladoras, durante el período de pruebas. El porcentaje de unidades defectuosas global, día a día, para estas 47 remalladoras se muestra en la Fig. 45. El promedio global resultó ser del 4,8 por 100 de unidades defectuosas, cuyos límites de control se calcularon de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \bar{p} &= 0,048, \quad \bar{q} = 1 - \bar{p}, \quad n = 47 \times 16 = 752 \\ \left. \begin{array}{l} \text{LCS} \\ \text{LCI} \end{array} \right\} &= \bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}\bar{q}/n} \\ &= 0,048 \pm 3\sqrt{0,048 \times 0,952/752} \\ &= \begin{cases} 0,071 \\ 0,025 \end{cases} \end{aligned}$$

Dos puntos (días) del período de pruebas estaban fuera de control. La explicación para el primer punto era que jamás había estado antes un inspector en el departamento y su presencia turbaba a las operarías. La razón del segundo punto fuera de control fue que era el lunes posterior a la semana del Cuatro de Julio, durante la cual la planta permaneció cerrada —un caso exagerado de los problemas de las mañanas de los lunes.

*Asombro para la dirección.* A propósito, el vicepresidente de operaciones casi se descompone al ver la cifra del 4,8 por 100 por debajo de la primera clase. Antes no había sabido jamás lo que estaba produciendo. Manifestó que la compañía no podía haber estado en el negocio fabricando un producto del



**Fig. 45.** Gráfico del porcentaje de medias degradadas. Junio y julio constituyeron el periodo de prueba. La acción comenzó a finales de julio. La mejora empezó en seguida, tal como se ve en el gráfico para agosto y septiembre, y prosiguió más allá del intervalo de la gráfica (ver las cifras de la mejora en el texto).



que el 4,8 por 100 estaba por debajo de la primera clase. El negocio se tenía que haber cerrado hacía tiempo. Se olvidaba de que la planta había estado funcionando durante sesenta y cinco años.

El único registro que se guardaba era el del número de medias inferiores en la operación de emparejamiento y empaquetado. Las causas del problema no se podían trazar desde ese punto. En otras palabras, la dirección no tenía idea de dónde estaba.

*Gráficos para cada remalladora* (Fig. 46). El siguiente paso consistió en suministrar a cada remalladora su propio gráfico de control para que pudiese ver, semana tras semana, cómo lo estaba haciendo. Puede que al lector le interesen las siguientes observaciones sobre algunos de los gráficos individuales:

*Operaría 75.* Excelente remalladora. La supervisora pudo incorporar gran parte de sus técnicas en la rutina general del departamento para beneficio de todos.

*Operaría 22.* Esta remalladora lo hizo mucho peor en julio que en junio. La supervisora, después de estudiar sus hábitos de trabajo en agosto, la mandó al departamento de personal, con la sugerencia de que le examinaran la vista. Resultó que la revisión anterior había sido ocho años antes. El médico descubrió que no tenía visión en el ojo izquierdo, y un 6/20 de visión en el derecho. Pudo corregirle el ojo derecho a 20/20. Su trabajo mejoró enseguida. Su paga aumentó 19 centavos por hora.

Este incidente con la Operaría 22 hizo que la dirección pensara sobre su política respecto a las revisiones de la vista. Se encontraron con que no tenían ninguna política, excepto para los nuevos empleados, que habían aprendido en la escuela de remallado, dirigida por la compañía, en un curso de seis semanas. Pero si una persona con experiencia en el remallado solicitaba un empleo, el procedimiento consistía en probarla y dejar que el supervisor decidiera si podía hacer el trabajo. No se había hecho ninguna revisión para los empleados habituales, ni se había exigido.

La nueva política consistió en examinar la vista a todas las remalladoras y establecer un patrón regular para las revisiones.

La revisión inicial detectó una docena de operarías que tenían dificultad para ver lo que estaban haciendo.

*Operaría 27.* Esta operaría fue quizá la más deficiente durante todo el período de pruebas. Todo lo que hizo la supervisora fue mostrarle su gráfico. Su contestación fue. «Llevo aquí cinco años y esta es la primera vez que alguien me dice que es importante tener cuidado. Si supone algo, puedo hacer el trabajo mucho mejor.» Su registro de agosto, y posterior, mostró grandes progresos.

Otra remalladora (no figura en el gráfico) que tenía muchos errores por fuera de los límites de control del grupo, explicó que había estado haciendo ese

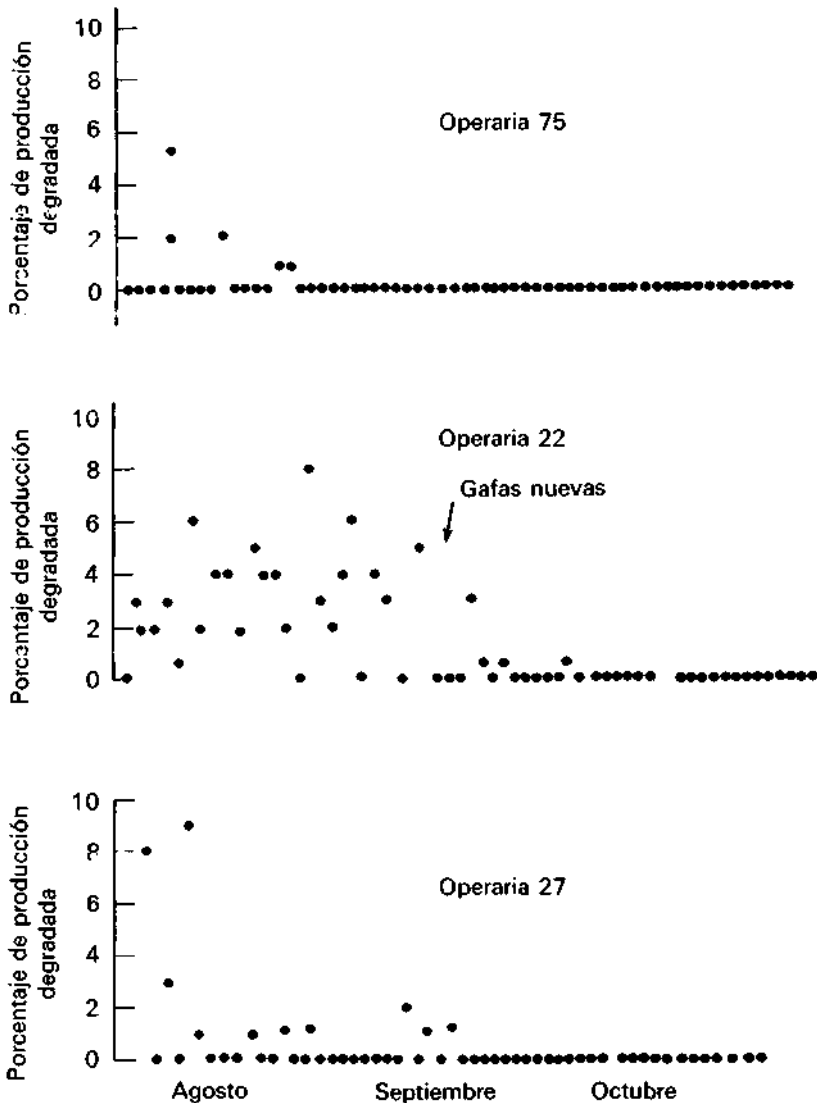


Fig. 46. Gráficos para tres de las remalladoras.

trabajo durante cinco años y que nadie le había explicado jamás lo que quería decir remallar. Había observado a otras trabajadoras y éstas habían tratado de ayudarla, pero había aprendido un montón de malos hábitos y no entendía aún en qué tenía que consistir el trabajo.

*Resumen de los logros.* El registro indicó unos progresos continuos. Comenzando en agosto, el primer mes del esfuerzo genuino para mejorar, el nivel de unidades defectuosas descendió a 2,3 por 100, luego a 1,4, 1,3, 1,2, 1,1 y por

último, en febrero a 0,8 por 100, lo que constituye un cambio dramático en tan sólo siete meses. En vez de fabricar cada semana 11.500 medias de inferior categoría, en febrero el departamento estaba haciendo menos de 2000. Resultados:

- Incremento de la producción de las medias de primera.
- Menos costes; mayor beneficio.
- Los empleados ganaban más al aumentar la productividad (a propósito, con menos esfuerzo).
- Evidencia del mantenimiento de la calidad para enseñar a los clientes, lo que ayuda a las ventas.
- Reducción dramática de las quejas de los clientes.

El coste neto del programa era próximo a cero. Se añadieron algunos inspectores, pero se abandonó la inspección al 100 por 100 pues no era necesaria. Una secretaria trazó todos los gráficos. No se añadieron más puestos.

Recuerdo al lector que las mejoras sucedieron con las mismas personas y sin equipo nuevo.



## Algunas decepciones con grandes ideas

*El objetivo es admirable, pero el método es de locura.*  
[Atribuido al informe del Comité Conjunto de Economía de la minoría (republicana), *Wall Street Journal*, 15 de marzo de 1977.]

*Hay una solución para todos los problemas: sencilla, clara y errónea.* [Anuncio de la Mobil Oil Company, 1972. (Quizá tomado prestado de H.L. Mencken, quien dijo, «Para todas las preguntas hay una respuesta sencilla, y es errónea.») —citado en *Business Week*, 21 de abril de 1980.]

**Principios básicos que se utilizan aquí.** Los ejemplos que se van a discutir aquí surgieron por no haber comprendido cuatro axiomas básicos:

- Algunos de los puntos de un grupo tienen que estar por encima del promedio del grupo.
- No todos los puntos caerán en el promedio (excepto por rara casualidad).
- Hay un estado ideal de control estadístico de la variación de la calidad y la cantidad, pero los altibajos satisfacen los criterios de aleatoriedad. En otras palabras, la variación es estable. La característica de calidad bajo control es estable, constante; se reproduce a sí misma hora tras hora (Capítulo 11). La responsabilidad de reducir la variación y de lograr unos niveles más adecuados reside exclusivamente en la dirección.
- No sólo hay causas especiales de variación y de pérdidas sino también causas comunes de pérdidas que surgen del propio sistema, si es que hay un sistema (Capítulo 11).

Los dos primeros axiomas pueden hacer pensar al lector que estoy tratando de escribir una viñeta de tebeo. No es así. La triste verdad es que muchas

veces las prácticas de administración y gestión en América ignoran los cuatro axiomas.

**Ejemplo 1. Algunas personas están por encima del promedio.** En un trabajo profesional, el presidente de la compañía quería mostrarme sus máquinas procesadoras de datos. En una parte de su establecimiento habían unas 60 mujeres perforando tarjetas. Le pregunté cuál era el índice de errores en la perforación de las tarjetas, y para mi feliz sorpresa, lo sabía. Se encontraba al menos un paso por delante de la mayoría de la gente. La mayoría de las personas dicen que no tienen errores, o que éste no es el sitio para los errores. El índice medio de errores era de tres errores por cada 100 tarjetas, me dijo. Todos los miércoles recibe un informe resumen de los registros de verificación de la perforación para mostrar cuántos errores cometió cada mujer durante la semana precedente.

Y entonces surgió su gran idea sobre la supervisión: tiene una charla con cada una de las mujeres que comete más errores del promedio durante la semana precedente.

«Bien, ¿eso quiere decir que usted habla con unas treinta mujeres todas las semanas, semana tras semana?» le pregunté.

«Sí», dijo, «ésa es la cifra. ¿Cómo lo supo?»

Entonces le conté sobre una carta reciente al editor de *The Times* de Londres. El remitente había estado estudiando un informe del Ministro de Salud, en el cual resultaba obvio que la mitad de los niños del Reino Unido tenía un peso por debajo de la media. Una desgracia para el país. Tenemos que hacer algo con la alimentación de nuestros niños.

Mi interlocutor se rió del chiste, pero por entonces su comprensión no era lo suficientemente profunda como para ver que su estilo de supervisión había caído en la misma trampa, ocasionando más errores, no menos.

Sin saberlo, estaba en peligro de estar haciendo, semana tras semana, una selección aleatoria de mujeres entre las 60. Unas sencillas técnicas estadísticas le hubieran dicho qué mujeres necesitaban ayuda, si es que había algunas (e.g., mejor formación, traslado a otro trabajo).

«¿Han sido eficaces sus esfuerzos?» le pregunté. La respuesta estaba prevista: estaba desilusionado —no había mejorado. Peor aún, lo supiera él o no; sus esfuerzos estaban creando frustración y dificultades.

**Ejemplo 2.** El producto final es azúcar refinado. Las materias primas son fundamentalmente azúcar no refinado y agua de mar. El coste del agua es un factor importante porque la factoría está ubicada en una bahía que no dispone de suministro de agua potable apropiada para el refinado del azúcar. Es necesario fabricar agua potable, eliminando la sal y otros productos químicos del agua de mar.

*Objetivo:* Reducir el consumo de agua de mar a 3,5 toneladas por tonelada de producto final.

*Método* (erróneo): investigar las condiciones de cualquier día cuya relación esté por encima de 3,5.

¿De dónde procedía la cifra 3,5? pregunté.

Mantuvimos una reunión y decidimos que podíamos cumplirla.

Lo que vi, cuando visité la factoría por invitación de la dirección, fue un tablón con una fila de tablillas, unas verdes, otras rojas, una para cada día del mes. El objetivo de la tablilla verde era indicar que la relación de agua de mar a azúcar refinado era inferior a 3,5. La tablilla roja indicaba lo contrario. Los operarios de producción estaban informados, día a día, de la relación del día anterior. La tablilla roja les hacía ponerse a conferenciar para tratar de descubrir qué era lo que habían hecho mal el día anterior. Naturalmente, surgían todo tipo de explicaciones e intentaban corregir la situación, todo lo cual era equivocado. Si al día siguiente aparecía la verde, se ponían contentísimos de pensar que habían descubierto una causa para los desperdicios, tan sólo para ver cómo aparecía la tablilla roja después de un día o dos, y quizás dos o tres tablillas rojas seguidas.

El objetivo de 3,5 toneladas de agua por tonelada de azúcar era un objetivo numérico, que aunque se hubiera acordado entre todas las personas implicadas en la actividad, seguía siendo un objetivo numérico sin ningún plan, a excepción del de descubrir lo que se había hecho mal cuando no se lograba el objetivo en un día cualquiera. El plan adoptado mostraba el mismo fallo que vimos en el Ejemplo 1 de la página 276. Produjo unas pérdidas graves e innecesarias a causa de los reajustes excesivos (error N° 1 de la página 248) o de los reajustes demasiado escasos (error N° 2), un camino espinoso, traicionero y dudoso, hacia cualquier mejora, y no ciertamente hacia las condiciones óptimas de operación.

Un plan mejor sería estudiar el proceso por medio de una terapia de grupo e intentar los cambios sugeridos con el auxilio de los conocimientos químicos, siguiendo el ciclo de Shewhart (p. 67), teniendo cuidado de utilizar un buen diseño experimental.

El gráfico que hay que hacer con el consumo diario de agua por tonelada de azúcar indicaría las causas especiales, si es que surgía alguna, y mostraría el registro de los progresos.

Debe observarse que no siempre es imprescindible realizar experimentos para acumular los datos para comprender y mejorar el proceso. La temperatura variará, naturalmente: nada es constante. Puede hacerse el registro continuo de las temperaturas de cierto número de soluciones, procesos y mezclas. Se puede hacer un registro continuo de la presión. Se puede hacer un registro continuo de la velocidad. Pueden servir los registros intermitentes. La valoración de los ingenieros, al observar el efecto de la temperatura elevada, la temperatura baja, la presión alta, la presión baja, etc. sobre la producción y sobre los valores medidos del producto, puede conducir a pistas para mejorar el proceso. Esta es una forma más barata y mejor que comenzar con el propósito expreso de realizar experimentos que requerirán un plan para variar

la temperatura, presión y velocidad. Mi amigo el Dr. E. E. Nishibori de Tokio fue el primero que me mencionó la economía y la eficiencia que supone el hacer las observaciones de la variación natural, dejando la experimentación para los problemas que no se resuelven con la simple observación. El mismo tema ha proclamado desde hace tiempo mi amigo el Dr. Hugh Hamaker durante años en la Philips Corporation de Eindhoven.

En otras palabras, tal como este libro clama en tantos lugares, utilizar la información existente.

**Ejemplo 3.** Al pasar en coche cerca de Lancaster para asistir a la convención de un cliente, tuve necesidad de una correa nueva de ventilador. Durante la reparación observé una placa en la pared:

MEJOR TÉCNICO DEL MES  
POR SATISFACER MEJOR A LOS CLIENTES  
Tom Jones

«¿Qué es “satisfacer mejor a los clientes”?» pregunté al capataz.

«Menos quejas de los clientes. Menos gente que vuelve dentro del mes.»

Entonces vino este intercambio de preguntas y respuestas:

*P.* ¿Es de cero alguna vez para algún mecánico?

*R.* Con frecuencia

*P.* ¿Cuál es el promedio mensual por persona? ¿Guarda usted algún registro?

*R.* No, pero tengo una idea bastante buena del promedio. Tengo que ser un poco prudente de vez en cuando. Por ejemplo, con esos carburadores nuevos. Son difíciles de ajustar. No cuento las quejas sobre esos carburadores nuevos.

*P.* ¿Tienen todos los mecánicos aproximadamente el mismo promedio, mes tras mes?

*R.* Sí, así es. Varía un poco, desde luego, pero vienen a tener el mismo.

(Tenía que haberle preguntado: ¿cómo lo sabe?)

*P.* ¿Hay algún mecánico que no ve nunca su nombre en la pared?

*R.* No siempre; se turnan bastante bien.

*P.* ¿Qué hace si dos personas empatan un mes?

*R.* Ponemos a los dos.

*P.* ¿Cómo sabe si han empatado, si no guarda los registros?

*R.* Yo sé bastante bien lo que hacen.

*P.* ¿Hay alguien que tenga su nombre puesto en la pared demasiadas veces en el intervalo de un año o dos?

*R.* No, se van turnando, naturalmente.

*P.* ¿Consigue alguien no tener ninguna queja dos meses seguidos?

*R.* Sí, ha ocurrido alguna vez.

*P.* ¿Cree usted que este sistema de mérito es eficaz?

*R.* Bueno, al principio lo fue, durante unos pocos años. Ahora ya no es estimulante.



Pensé que el capataz me preguntaría por qué tenía yo tanto interés, pero no lo hizo. De sus respuestas, saqué la conclusión de que este sistema honorífico es una lotería. Sus respuestas encajaban casi en un patrón aleatorio. Las cifras hubiesen hecho posible comprobar la aleatoriedad. Veamos algunas implicaciones de la aleatoriedad (estado de control estadístico).

Con un promedio global de dos quejas por mes, una persona tendría la probabilidad  $de e^{-2} = 1/7,4$  de no recibir ninguna queja durante un mes cualquiera. (Este cálculo se basa en el supuesto de que las quejas son independientes.) Con un promedio global de tres quejas por mes por persona, en término medio una persona tendría la probabilidad de  $e^{-3} = 1/20$  en un mes. Estas probabilidades indican que si una persona ha alcanzado el control estadístico en su trabajo, con un promedio de una o dos quejas por mes, no tiene más que tener paciencia para figurar en la lista de honor. De hecho se podía encontrar a sí mismo siendo el hombre del mes dos veces sucesivas. Si lo consigue el mes que viene, tiene una buena posibilidad de conseguirlo el mes siguiente. Por otra parte, puede que tenga que esperar un montón de tiempo, por pura probabilidad.

En resumen, aquí tenemos un sistema que supuestamente mejora la calidad del servicio. En realidad (suponiendo que a los hombres no les preocupa lo más mínimo) no consigue nada. O (suponiendo que a los hombres les preocupa y tratan de salir en la lista de honor), en realidad deprime la moral y la calidad del servicio.

*Restablecimiento de la moral.* Un estudiante de la Universidad de Nueva York, después de escuchar una conferencia sobre el tema de este capítulo, me envió la siguiente cita, junto con la resolución «De ahora en adelante, miraré de forma diferente las condecoraciones a los grandes generales»:

En cuanto a la influencia y al genio de los grandes generales, se dice que Enrico Fermi le preguntó una vez al general Leslie Groves a cuántos generales se podían llamar «grandes». Groves dijo que unos tres entre cada 100. Fermi preguntó cómo optaba un general al adjetivo, y Groves le replicó que cualquier general que hubiese ganado cinco batallas importantes seguidas se podía llamar «grande» con seguridad. Esto era en la mitad de la Segunda Guerra Mundial. Bueno, dijo Fermi, considerando que las fuerzas opuestas en la mayoría de los teatros de operación son bastante iguales, la probabilidad es de una contra dos de que ganará una batalla, una entre cuatro de que ganará dos batallas seguidas, una entre ocho para tres, una entre dieciseis para cuatro, una entre treinta y dos para cinco. «Así que tiene usted razón, General, unos tres de cada 100. Probabilidad matemática, no genio.» (John Keegan, *The Face of Battle*, Viking, 1977.)

**Ejemplo 4.** De vez en cuando se puede leer en una revista de negocios acerca de una fábrica que ha adoptado un plan por medio del cual, si las ventas

de algún producto o línea descenden durante dos años seguidos, la compañía amenazará con buscar otra agencia publicitaria.

Ahora bien, cualquiera que haya tratado de medir el efecto de la publicidad por medio de técnicas estadísticas inadecuadas es dolorosamente consciente de la multitud de fuerzas que pueden ocasionar un descenso en las ventas, o un descenso en la participación en el mercado. La publicidad, o la no publicidad, podría ser una de las fuerzas, pero adscribir la mala suerte a la agencia de publicidad, en medio de un océano de otras causas posibles, es como jugar a las adivinanzas. Un sistema semejante podría describirse mejor como una lotería, en la cual la agencia publicitaria corre un riesgo: puede ganar, puede perder.

Y alguien puede ser promocionado por tener semejante brillante idea. Los colegas de esta persona pueden engañarse pensando que esta promoción se basó en el mérito. La propia persona (la que es promocionada) difícilmente creará otra cosa.

**Ejemplo 5. Falacias en el análisis de coste/beneficio.** El análisis de coste/beneficio exige  $\Delta C/\Delta B$ , donde  $\Delta C$  es el coste adicional del plan, en uso o propuesto, y  $\Delta B$  es el beneficio añadido. La idea suena bien; se entiende. Pero a menudo hay serias dificultades.

1. A veces los costes son escurridizos; difíciles de estimar. Por ejemplo, nadie sabe lo que cuesta un artículo defectuoso (e.g., el tubo de un televisor) que llega al cliente. Un cliente que no está satisfecho con un artículo de bajo coste (una tostadora, por ejemplo) puede influir sobre la decisión de un contrato elevado y ocuparse de que lo consiga otro fabricante.

2. Lo mismo ocurre con los beneficios. Los beneficios son aún más difíciles de evaluar en dólares. Sin embargo, empleando la idea del intercambio, un beneficio frente a otro, a veces se puede conseguir una escala de categorías de beneficios<sup>1</sup>.

Si usted no puede estimar satisfactoriamente el numerador o el denominador de una fracción, es imposible calcular el valor de la fracción. Este es el punto en que a menudo el análisis coste/beneficio nos deja.

Yo no participaría en ningún intento de utilizar el análisis coste/beneficio para diseñar un producto con el que hay riesgo de daños personales o para la vida.

---

<sup>1</sup> Jerome E. Rotherberg, «Cost/benefit analysis», en el Capítulo 4 del 2º Vol. del *Handbook on Evaluation*, editado por Elmer L. Struening y Marcia Guttentag (Sage Publications, Beverly Hills, Calif., 1975), pp. 53-68.

## Dos informes para la dirección

*Tal como Goethe observó, cuando se necesita una idea, siempre se puede encontrar una palabra para ocupar su lugar. (Citado en una reseña de Ashley Montagu en *The Sciences*, septiembre de 1977.)*

**Objetivo de este capítulo.** Los dos informes dirigidos a la dirección que se reproducen en este capítulo describen unos problemas reales, junto con las sugerencias para resolverlos. No se seleccionaron para mostrarlos por ser inusuales o fuera de línea. De hecho, es casi lo contrario: se seleccionaron porque describen unas circunstancias y unos problemas típicos.

### **Recomendaciones para cambiar la política en una fábrica**

Este memorándun lo escribieron el autor y David S. Chambers después de estudiar los problemas de una fábrica propiedad de una gran corporación. Los estadísticos completaron este trabajo y escribieron este informe en el espacio de unas tres semanas. La dirección sabía desde hacía años que la fábrica estaba haciendo equilibrios en la línea divisoria entre el beneficio y el no beneficio y había supuesto que la única respuesta era colocar nueva maquinaria.

Los registros de auditoría de calidad (que mostraban el 7,5 por 100 de defectos importantes) habían estado generándose día tras día, pero hasta el momento no habían servido para nada.

1. *a)* Su fábrica de Nightingale [nombre ficticio] funciona un día tras otro sacando artículos de los que un promedio del 7,5 por 100 tienen uno o

más defectos importantes. Por supuesto que hay variaciones diarias por arriba y por debajo del promedio. Algunos días, el promedio puede llegar hasta el 11 por 100 o incluso el 12 por 100. Estas cifras son las de los defectos importantes solamente: no de los defectos menores.

*b)* Estos defectos importantes llegan a los clientes.

*c)* Esta proporción está bien documentada en los registros que usted mismo recoge por medio de su auditoría de calidad.

*d)* Esta proporción de defectos importantes en su producto bien puede explicar algunos de los problemas que tiene con las ventas y los beneficios.

2. *a)* La fábrica de Nightingale es un buen ejemplo del intento de introducir la calidad por medio de la inspección. Esta idea no funciona jamás. El resultado es siempre una calidad baja y unos costes elevados.

*b)* Hay formas más baratas de fabricar un 7,5 por 100 de producto defectuoso, si eso es lo que usted pretende.

3. La cantidad de reprocesos a lo largo de la línea de producción está sofocando sus beneficios, y es obviamente ineficaz.

4. *a)* Los problemas comenzaron así. Si una inspectora en un punto determinado declara que un defecto es menor, ella misma lo repara —i.e., si lo ve y tiene tiempo de repararlo. La norma es que un defecto importante se debe devolver al operario, suponiendo que el supervisor de producción no lo intercepte para no quedarse corto de materiales con los que trabajar.

*b)* Los defectos importantes, y los menores también, una vez enviados a la línea de producción, ocasionan problemas en casi todas las fases de producción a partir de ese punto. Una vez defectuoso, siempre defectuoso. Los defectos engendran defectos.

*c)* Una operaría saca su trabajo. Lo mira y remira. Puede que ella misma rectifique un defecto importante. Por defecto importante ella quiere decir aquél con el que corre el riesgo de que se le devuelva la pieza. La inspectora puede verlo y arreglarlo ella misma, y no mandarlo a la operaría. También puede ser que la inspectora no lo vea. Incluso si la inspectora lo ve, la supervisora lo puede mandar a que siga en la producción. ¿Por qué no arriesgarse? Ella no puede perder, y puede que gane un eslabón para su registro de producción.

*d)* En cuanto a un defecto menor, ¿por qué preocuparse? La inspectora se ocupará de él. Así que sigue adelante con la pieza siguiente.

*e)* La supervisión que hace caso omiso de la inspección es frustrante para las operarías e inspectoras.

5. *a)* En efecto, sus inspectores no son inspectores en absoluto. Su trabajo es reprocesar, formando parte de la línea de producción. No son capaces de tener los reprocesos al día.

*b)* En otras palabras, el trabajo de la operaría consiste en producir defectos. Se le paga por ellos. Este es el sistema. La operaría no es responsable del sistema.

6. Su auditoría de calidad tiene lugar después que cada artículo acabado se ha sometido a una inspección final del 200 por 100. Esta inspección final es

obviamente un chiste. La auditoría de calidad le debe convencer, suponemos, de que la calidad por la inspección no funciona. Tal como dijimos, nunca funciona. En realidad está funcionando en contra suya.

7. Hay tres caminos que puede usted considerar, tal como nosotros lo vemos:

i. Seguir así sin ningún cambio.

ii. Seguir fabricando artículos que muestran un 7,5 por 100 de defectos importantes, a un coste reducido y con mayor beneficio.

iii. Reducir la proporción de unidades defectuosas, reducir los costes, e incrementar los beneficios. Sólo nos interesa seguir este camino.

8. Es imprescindible una revisión completa. Aquí van algunas sugerencias que creemos que aumentarían la producción, mejorarían grandemente la calidad, inevitablemente con un consiguiente mayor beneficio, y una mano de obra más satisfecha.

9. a) Su fábrica funciona a destajo. No hay mejor garantía de que el trabajo sea defectuoso.

b) El trabajo a destajo es un camino seguro para que los empleados estén insatisfechos. El trabajo a destajo priva al empleado de su derecho a hacer un trabajo del que pueda sentirse orgulloso.

c) Sugerimos que elimine el trabajo a destajo. Esto requerirá una formación mejor y un nuevo modo de supervisión.

10. a) Abolir la distinción entre defectos importantes y menores. Un defecto es un defecto, excepto en la auditoría de calidad posiblemente.

b) Elaborar definiciones operativas para que las operarias entiendan lo que está bien y lo que está mal. Esta tarea se realizó en la reunión del 8 de agosto. Tal como tratamos de dejar claro, esto es responsabilidad de la compañía. No es un problema estadístico, aunque sólo con métodos estadísticos pueden ustedes saber si una definición propuesta funciona a satisfacción.

c) Por supuesto que es nuestra tarea como estadísticos disponer los ensayos para saber si una definición propuesta funciona en la práctica y cómo de bien.

11. a) Mientras tanto, recorte los reprocesos en la inspección. Las piezas que necesitan reprocesarse deberían devolverse (i) a la operaria si todavía no ha adquirido el control estadístico, o (ii) a un grupo especial si su trabajo está en control estadístico.

b) Abolir la presión sobre los capataces para la producción. Háganlos responsables de ayudar a su gente para que produzca calidad. Un gráfico de control para un grupo puede ayudar, y en algunos puntos, gráficos individuales.

12. a) Al final, habrá menos inspectores, mejor inspección, información útil procedente de la inspección, y por medio de la cual se mejora la calidad, los clientes están más satisfechos, y los beneficios son mayores.

b) La tarea a realizar por un inspector debe encaminarse a la inspección, no a producción. Su trabajo tiene que ser inspeccionar.

13. a) La norma tiene que ser: cajas aleatorias de artículos a los inspecto-

res, y selección aleatoria de los artículos de las cajas. (Por aleatoriedad entendemos la utilización de números aleatorios.)

b) Cuando se revise el sistema de inspección tendremos una fotografía del trabajo de cada operaria, el porcentaje de unidades defectuosas por tipo de defecto, por modelo de artículo. Dirá que inspectores están fuera de línea, quizás algunos por ser extraordinariamente buenos, o quizás algunos extraordinariamente malos.

14. a) Nuestro trabajo como estadísticos consiste en proporcionar los métodos por medio de los cuales ustedes puedan descubrir las fuentes de problemas y las razones de los costes elevados.

b) No tratamos de decirles si tienen que hacer cambios necesarios, ni cómo hacerlos.

15. Deben ustedes eliminar las barreras que privan a sus trabajadores por horas de la posibilidad de estar orgullosos de su trabajo.

16. Dudamos que maquinarias nuevas traigan alguna mejora. De hecho, tememos que la maquinaria nueva traería un nuevo conjunto de problemas hasta que la dirección entienda lo que está mal en las circunstancias presentes y cuáles son sus responsabilidades para mejorar.

### **Extractos de otro resumen para la dirección**

1. Este informe se escribe a solicitud suya, después de estudiar algunos de los problemas que tienen de producción baja, costes elevados, y calidad variable, lo que todo junto, según yo le entendí a usted, han sido la causa de considerable preocupación por la competitividad.

2. El punto de partida es que jamás se ha conseguido un impacto permanente en cuanto a mejorar la calidad a menos que la alta dirección ejecute sus responsabilidades. Estas responsabilidades no cesan jamás: son para siempre. No se ha descubierto ningún atajo. En mi opinión, la primera causa del problema reside en que su propia dirección no ha aceptado sus responsabilidades, ni ha actuado sobre ellas, tal como pondrán de manifiesto con más detalle los siguientes párrafos.

3. Usted me aseguró, cuando comencé este trabajo, que tiene control de calidad en su compañía. He tenido ocasión de ver algo. Lo que usted tiene en su compañía, tal como yo lo veo, no es control de calidad, sino emboscadas de guerrilla —no un sistema organizado, ni provisión ni apreciación del control de calidad como un sistema. Usted ha estado funcionando con un departamento contra incendios que espera llegar a tiempo para que el fuego no se extienda. Su departamento de control de calidad ha cumplido con su deber, tal como yo lo entiendo, si descubre que un cargamento de producto terminado podría ocasionar problemas (o incluso acciones legales) si saliera de la fábrica. Esto es importante, pero mi consejo es que hay que construir un sistema de control de calidad que reduzca el número de incendios en primer lugar. Usted gasta dinero en control de calidad, pero ineficazmente.

4. *a)* Usted tiene un eslogan, colgado por todas partes, exhortando a todo el mundo a que haga un trabajo perfecto, nada más. Me pregunto como puede alguien cumplirlo. ¿Haciendo cada uno su trabajo mejor? ¿Cómo puede hacerlo si no hay forma de saber cuál es su trabajo, ni cómo hacerlo mejor? ¿Cómo puede hacerlo, cuando se ve obstaculizado con materiales defectuosos, cambios de provisiones, máquinas estropeadas? Las exhortaciones y las pláticas no son unos instrumentos muy eficaces para mejorar dentro de la fiera competitividad actual, cuando una compañía tiene que competir más allá de las fronteras nacionales.

*b)* Hace falta algo más. Usted debe proveer métodos que ayuden al trabajador por horas a que mejore su trabajo, y que logre realizar su exhortación para que haga el trabajo perfecto. Mientras tanto, el trabajador por horas ve sus exhortaciones como un chiste cruel, ya que la dirección no quiere cargar con sus responsabilidades hacia la calidad.

5. Un escollo corriente en la mayoría de los sitios, es la suposición por parte de la dirección de que la calidad es algo que se instala, como un nuevo decano o una alfombra nueva. Usted la instala, y usted dispone de ella. En su caso, usted le dio a alguien el puesto de director de calidad, y no le prestó más atención.

6. Otra barricada es la suposición, por parte de la dirección, que los operarios de producción son los responsables de todos los problemas: que no habría problemas en producción si tan sólo los trabajadores hicieran su trabajo como ellos saben que se tiene que hacer. La reacción natural del hombre a los problemas de cualquier tipo en la línea de producción es culpar a los operarios. Por el contrario, a lo largo de toda mi experiencia la mayoría de los problemas de producción tienen su origen en causas comunes, que sólo la dirección puede reducir o eliminar.

7. *a)* Afortunadamente, la confusión entre las dos causas de problemas (causas comunes o ambientales, y causas especiales) se puede eliminar casi con seguridad absoluta. Los gráficos estadísticos sencillos distinguen entre los dos tipos de causas, y así señalan con el dedo el origen y el nivel de responsabilidad para actuar. Estos gráficos le dicen al operario cuando actuar para mejorar la uniformidad de su trabajo, y cuando dejarlo estar. Además, las mismas sencillas herramientas estadísticas se pueden utilizar para decirle a la dirección qué proporción de materiales defectuosos se pueden cargar a las causas comunes (ambientales), y que sólo puede corregir la dirección.

A pesar de ello, debe señalarse que las técnicas estadísticas para detectar las causas especiales ellas solas serán ineficaces y fracasarán a menos que la dirección haga algo para mejorar el sistema. Usted tiene que eliminar las causas comunes (ambientales) de los problemas que hacen que sea imposible para el trabajador de producción que haga un buen trabajo. Usted debe eliminar los obstáculos que separan al trabajador de producción de la posibilidad de que esté orgulloso de su trabajo. En mi opinión, algunos de sus

problemas se deben a que la dirección no ha dado este paso inicial, antes de enseñarle al operario cómo detectar sus propias causas especiales.

Es difícil de sobrestimar el beneficio de esta comunicación con el trabajador, si éste percibe un intento genuino por parte de la dirección por enseñarle lo que es el trabajo, y hacerle responsable de las cosas que él puede dominar, y no de los pecados de la dirección.

b) Así, con unos datos sencillos, es posible, y generalmente no es difícil medir el efecto conjunto de las causas comunes sobre cualquier operación.

8. a) «Confiamos en nuestra experiencia», es la contestación que recientemente me dio un director de calidad de una gran compañía cuando pregunté cómo diferenciaban entre los dos tipos de problemas (especiales y ambientales) y sobre qué principios. Su propia gente me dio la misma respuesta.

b) Esta contestación es autoincriminante —es la garantía de que su compañía seguirá teniendo la misma cantidad de problemas. Ahora disponemos de un camino mejor. Se puede catalogar la experiencia, y utilizarla de forma racional sólo con la aplicación de la teoría estadística. Una función de los métodos estadísticos es la de diseñar experimentos y utilizar la experiencia relevante de forma que resulte eficaz. Cualquier intento de utilizar la experiencia relevante sin un plan que se base en la teoría es disfrazar la racionalización de una decisión que ya ha sido tomada.

9. En relación con las causas especiales, observo que en su compañía no está prevista la retroalimentación de la información hacia el operario, de manera que le hiciese saber cuándo su actuación sería eficaz para mejorar su trabajo. Las causas especiales sólo se pueden detectar con la ayuda de las técnicas estadísticas adecuadas.

10. a) El apoyo estadístico para el operario requerirá mucha formación. Tiene usted que preparar a cientos de trabajadores por horas para que utilicen unos gráficos de control sencillos.

b) ¿Pero quien les preparará? Le aconsejo que comiencen la formación con asistencia y consejos por personas competentes. Después, busque entre sus propias personas con talento y que tengan un conocimiento considerable de estadística. Estas personas, educadas y enseñadas bajo una dirección competente, pueden ocuparse de la formación de otras personas. Que decida eso su consejero.

11. Hoy día no hay excusa para poner en las manos de un trabajador unas especificaciones que no puede cumplir económicamente, ni colocarle en una situación en la que no puede decir si las ha cumplido. Su compañía lo hace muy mal en esto.

12. a) Cuando un proceso se ha llevado a un estado de control estadístico (se han extirpado las causas especiales), ya tiene una capacidad definida, expresable como el nivel económico de la calidad de ese proceso.

b) No hay proceso, ni capacidad, ni especificación que tenga sentido, excepto bajo control estadístico.



c) Las especificaciones más estrictas sólo se pueden lograr de forma económica si se reducen o eliminan algunas de las causas comunes de los problemas, lo que quiere decir que tiene que actuar la dirección. El trabajador de producción, cuando alcanza el control estadístico, ha metido en el proceso todo lo que él tiene para ofrecer. Depende de la dirección el proveer materiales en recepción más uniformes, operaciones previas más uniformes, ajustes mejores de las máquinas, mejor mantenimiento, cambios en el proceso, cambios en la secuencia, o hacer cualquier otro cambio fundamental.

13. En relación con el párrafo anterior, me encuentro con que a pesar de la profusión de cifras que usted recoge en la compañía, no está descubriendo las causas principales de la baja calidad. Costosos ordenadores sacando montones de registros no mejoran la calidad.

14. Un paso importante, tal como yo lo veo, sería que usted estudiase detenidamente la producción de cifras —lo que usted llama sistema de información. Menos cifras y mejor información sobre los procesos y sus capacidades, darían una uniformidad mejor y una producción mayor, todo a un coste menor por unidad.

15. Tengo que mencionar la costosa falacia que sostienen muchos directivos, y es que un consultor tiene que saberlo todo sobre el proceso para que pueda trabajar en él. Toda la evidencia es justo al revés. Las personas competentes en cualquier puesto, desde la alta dirección hasta el trabajador más humilde, saben todo lo que hay que saber sobre su trabajo excepto cómo mejorarlo. La ayuda para mejorar sólo puede provenir de conocimientos externos.

16. La dirección supone con demasiada frecuencia que ha resuelto sus problemas de calidad (lo que yo entiendo una fabricación rentable de un producto que satisface las demandas de un mercado) al establecer un departamento de Control de Calidad y olvidándose de él.

17. Con demasiada frecuencia la dirección le pasa al gerente de planta los problemas de la organización de la calidad. Su compañía es un buen ejemplo. Este hombre, dedicado a la compañía, se pregunta día a día en qué consiste su trabajo. ¿Es la producción o la calidad? Se le culpa por ambas cosas. Esto es así porque no comprende qué es la calidad ni cómo conseguirla. Todos los días se le agobia con problemas de higiene, polución, salud, rotación, quejas. Desconfía de las personas de fuera, especialmente de un estadístico, que habla un nuevo idioma, alguien que no ha crecido dentro del negocio de fabricación. No tiene tiempo para tonterías. Espera unas declaraciones autorizadas y resultados rápidos. Le resulta difícil acostumbrarse al enfoque modesto, meditado y erudito del estadístico. El pensamiento de que él, el gerente de planta, es responsable de una cierta cantidad de los problemas que plagan la planta, y de que sólo él o alguien por encima puede hacer los cambios necesarios en el ambiente, le horroriza. Desde luego que, primero de todo, tendría que pasar por un curso de adoctrinamiento en la central, y que tenga oportunidad de comprender lo que es el control de calidad y qué parte tiene él.

18. Una organización adecuada y competente no aumenta necesariamente el presupuesto para mejorar la calidad y la productividad. En la mayoría de los casos, la dirección ya está pagando suficiente dinero o más por la organización, pero está obteniendo toneladas de hojas mecanizadas llenas de cifras sin sentido —diría yo que siendo alegremente engañados en eso. Su compañía no es una excepción.

19. *a)* El paso siguiente sería que la alta dirección, y el resto de personas en dirección, ingeniería, laboratorio, contabilidad, nóminas, departamento legal, investigación de clientes, asistieran a un seminario de cuatro días, para adoctrinarlos en sus responsabilidades.

*b)* Tiene que contratar a un consultor competente, para un largo período. Este asistirá al seminario y dirigirá su trabajo sobre los 14 puntos y para eliminar las enfermedades mortales.

20. Debería entonces establecer una organización adecuada para mejorar la calidad. (Aquí va de apéndice el Capítulo 16.)

# Plan para que el coste total medio de los ensayos de materiales en recepción y del producto final sea mínimo

*Húndome en profundo cieno, donde no puedo hacer pie; me sumerjo en el abismo y me ahogo en la hondura. (Salmos 69:3)*

## INTRODUCCIÓN

**Contenido de este capítulo<sup>1</sup>.** Aunque el vendedor y el comprador trabajen juntos para reducir la proporción de piezas defectuosas, es no obstante necesario en vistas a la economía, disponer de una teoría que dirija la utilización de los artículos en recepción. ¿Deberíamos separar alguno o todos los artículos defectuosos de un lote que entra? ¿O deberíamos mandar directamente todos los lotes a la línea de producción, las piezas defectuosas y las buenas todas juntas?

---

<sup>1</sup> Es un placer reconocer mi profundo agradecimiento al Dr. Louis K. Kates, estadístico y consultor de *software*, Toronto, quien me ha ayudado en este capítulo, con fraternal devoción.

Vamos a desarrollar unos principios que, bajo una amplia gama de circunstancias que se encuentran en la práctica, nos digan qué hacer para minimizar el coste total medio de la inspección de los materiales en recepción más el coste de reparar y volver a ensayar el producto en la línea que sale mal debido a que se introdujo en producción un artículo defectuoso.

Este capítulo consta de varias secciones. La sección siguiente describe las condiciones de las reglas de todo-o-nada para la inspección de los materiales en recepción, para conseguir que el coste total medio sea mínimo. La sección «Otras condiciones que se encuentran en la práctica» amplía la regla de todo-o-nada a los artículos que proceden de un proceso productivo que no está en buen control, pero que no está lo suficientemente mal como para catalogarlo como caótico. A continuación viene el tratamiento del estado de caos —calidad de los productos en recepción totalmente impredecible. Luego siguen tres ejemplos de la aplicación de las reglas de todo-o-nada. El texto entonces se adentra en la circunstancia en la que el producto final no se puede reparar, sólo se puede degradar o desechar. Luego viene una sección que trata de las piezas múltiples, seguida por una sección que dispone los planes de aceptación estándar; no pueden adaptarse al objetivo de que el coste total medio sea mínimo. La sección «Problemas adicionales con las medidas y con los materiales» trata de los problemas adicionales y circunstancias tales como el uso de un método de ensayo más barato que el método maestro, pero que deja que algunos artículos defectuosos lleguen a la línea de producción y desecha algunos que no causarían ningún problema en producción. A continuación vienen algunas ideas para examinar y comparar los métodos de medición. En particular, el consenso, por importante que sea para un comité o para la dirección, es fatal para la inspección visual. El acuerdo puede indicar tan sólo que un inspector concuerda con el otro por tener miedo o por sentirse inepto. A continuación viene una sección con ejercicios que desarrollan la teoría fundamental de las reglas del todo-o-nada y hacen hincapié en el hecho de que en el buen control estadístico no hay correlación entre la muestra y el resto. Para redondear el capítulo hay una sección que explora un poco más las implicaciones del experimento anterior con la paleta y las bolas, y una bibliografía de las fuentes para estudios avanzados.

## UNAS REGLAS SENCILLAS DE AMPLIA APLICACIÓN

### Supuestos.

- Primero trataremos una sola pieza. Después introduciremos el problema con las piezas múltiples (p. 330 y Ejercicio 4, p. 348).
- Ensayaremos el producto final antes de que deje la planta.
- Si una pieza en recepción es defectuosa y va a parar a un montaje, el

montaje fallará en el ensayo. Si la pieza en recepción no es defectuosa, el montaje no fallará.

- Nuestro proveedor nos suministra una provisión de piezas (llamémosla  $S$ ), para sustituir cualquier pieza defectuosa que encontremos.

Por supuesto que él añade el coste de estas piezas en la factura. Este coste es un gasto general. Aquí sólo nos ocupamos de los costes variables. No tiene sentido considerar en la teoría los gastos generales que estarían ahí de cualquier modo, independientemente de cuál fuera nuestro plan de inspección.

Una pieza defectuosa es aquella que por definición hará que el montaje falle. Si una pieza declarada defectuosa al principio, no va a causar problemas más abajo en la línea, o con el cliente, entonces es que usted todavía no ha definido lo que quiere decir por pieza defectuosa. El paso siguiente en esta circunstancia sería examinar el método de ensayo que declara que una pieza es defectuosa o no defectuosa.

Desde luego que hay ejemplos en los que un defecto en una pieza en recepción sólo se puede detectar con un gasto muy elevado y se tiene que dejar que sea el cliente el que lo descubra, a menudo varios meses después. Éstos son los comúnmente llamados defectos latentes. El cromado es un ejemplo. La mejor solución a este problema consiste en evitarlo mejorando el proceso. Esta es también la solución al problema de un ensayo destructivo, un ensayo que destruye el artículo.

Sea:

$p$  = promedio de la fracción de artículos defectuosos en los lotes en recepción de las piezas (que podría ser el material recibido en un día).

$$q = 1 - p$$

$k_1$  = coste de inspeccionar una pieza.

$k_2$  = coste de dismantelar, reparar, volver a montar y ensayar un montaje que falla porque una pieza defectuosa se metió en la línea de producción.

$k$  = coste medio para ensayar secuencialmente suficientes piezas para encontrar una buena en la provisión  $S$  ( $k$  se evalúa como  $k = k_1/q$  en el Ejercicio 7 en una sección posterior).

$K_1k_2$  = calidad de punto muerto, o punto muerto ( $k_2$  siempre será mayor que  $k_1$  por tanto,  $k_1k_2$  estará entre 0 y 1).

El lector puede que agradezca la sugerencia de pasar de este punto a los tres ejemplos que comienzan en la página 324, y luego volver aquí.

**Todo o nada.** Las reglas para conseguir un coste total medio mínimo resultan ser tremendamente sencillas bajo ciertas condiciones, que llamaremos Caso 1 y Caso 2 a continuación.

*Caso 1:* El peor lote a recibir tendrá una fracción de unidades defectuosas inferior a  $k_1/k_2$ . En este caso,

No inspeccionar

*Caso 2:* El mejor lote a recibir tendrá una fracción de unidades defectuosas superior a  $k_1/k_2$ . En este caso,

Inspeccionar al 100 por 100

La demostración de las reglas para el Caso 1 y el Caso 2 es enormemente sencilla: ver el Ejercicio 4 en una sección posterior.

Si un ejemplo claro de Caso 1 se trata como si fuera el Caso 2, el coste total será máximo, y también al contrario.

No inspeccionar no es una norma a seguir cuando se está en la ignorancia. Se tiene que estar seguro, para el Caso 1, basándose en el comportamiento en el pasado, de que el peor lote (o lo que se recibe en una semana) que entre caerá a la izquierda del punto muerto  $k_1/k_2$  o, para el Caso 2, que el mejor lote que entre caerá a la derecha de este punto. Los gráficos de control que guardan los proveedores y el comprador, que preferiblemente se deberían hacer de forma conjunta, situarán al material en recepción en el Caso 1 o en el Caso 2, o a caballo entre los dos en una cierta medida, para el futuro próximo. Si existe un estado de caos, no será secreto; se sabrá. El comprador siempre examinará los materiales en recepción para identificarlos junto con los albaranes, y para asegurarse de que es lo que él pidió. Ver la sección titulada «No estar jamás sin información» (p. 324).

Los Casos 1 y 2 consiguen que el coste total medio sea mínimo para muchos de los problemas que se encuentran en la práctica. Más adelante aparecen algunos ejemplos.

**Distribución binomial a caballo del punto muerto.** Supongamos que el proceso está en control estadístico suministrando unos lotes en los cuales los artículos defectuosos están distribuidos binomialmente alrededor de la media  $p$ . Entonces las reglas para el coste total mínimo medio serán igual de sencillas:

Caso 1: Si  $p < k_1/k_2$ , no inspeccionar

Caso 2: Si  $p > k_1/k_2$  inspeccionar al 100 por 100

incluso aunque, la distribución de la fracción de unidades defectuosas en los lotes esté a caballo del punto muerto  $k_1/k_2$ .

Resulta así que el estado de control estadístico tiene unas ventajas diferenciadas por las que vale la pena luchar. Para saber si la serie de lotes en recepción cae en el Caso 1 o en el Caso 2, o están en un estado al borde del caos, sólo es necesario vigilar el estado de control estadístico y la fracción media de unidades defectuosas, lo cual resultará obvio en los gráficos trazados durante los ensayos rutinarios de muestras pequeñas (que tendríamos que hacer de cualquier modo), preferiblemente en colaboración con el proveedor, en sus locales.

Es importante señalar que en estado de control estadístico, las muestras de los lotes y el resto no están correlacionados. Esto es, en estado de control estadístico, las muestras no suministran información sobre el resto (increíble; pero ver el Ejercicio 1, p. 346, y las Figs. 57-60, pp 357-359).

## OTRAS CONDICIONES QUE SE ENCUENTRAN EN LA PRÁCTICA

**Otras situaciones a caballo del punto muerto cuando el estado se aleja ligeramente del control estadístico.** Vamos a investigar ahora otros dos casos sencillos de las distribuciones de la proporción de unidades defectuosas en los lotes en recepción que están a caballo del punto muerto. Puede que estemos dispuestos a predecir, basándonos en los gráficos de control guardados por el proveedor o por nosotros mismos, o en colaboración, que sólo una pequeña porción de la distribución caerá a la derecha del punto muerto. En esta situación podemos adoptar la regla de no inspeccionar. Esta regla nos aproximará a un coste total medio mínimo, suponiendo que la porción de la distribución que cae a la derecha del punto muerto no sea grande, y no se alargue demasiado formando una cola preocupante.

Segundo, lo contrario: sólo una pequeña porción de la distribución de la fracción de unidades defectuosas en los lotes entrantes cae a la izquierda del punto muerto. Sabiendo esto, bien se puede adoptar la regla de inspeccionar al 100 por 100 los lotes en recepción.

La Fig. 47 retrata estas situaciones, incluyendo el estado de caos, que pronto veremos.

**Tendencia en la fracción de unidades defectuosas de los lotes en recepción.** Supongamos que la tendencia va hacia arriba. Hoy estamos en el Caso 1, sin inspección, pero  $p$  es función del tiempo, creciente, quizás con una tendencia firme, quizás con irregularidades. Dentro de dos días, nos encontraremos en el Caso 2: estamos advertidos. Los gráficos de control proporcionados por el proveedor, o los que usted mismo guarda, indicarán una tendencia, si es que la hay. Este problema es bastante sencillo.

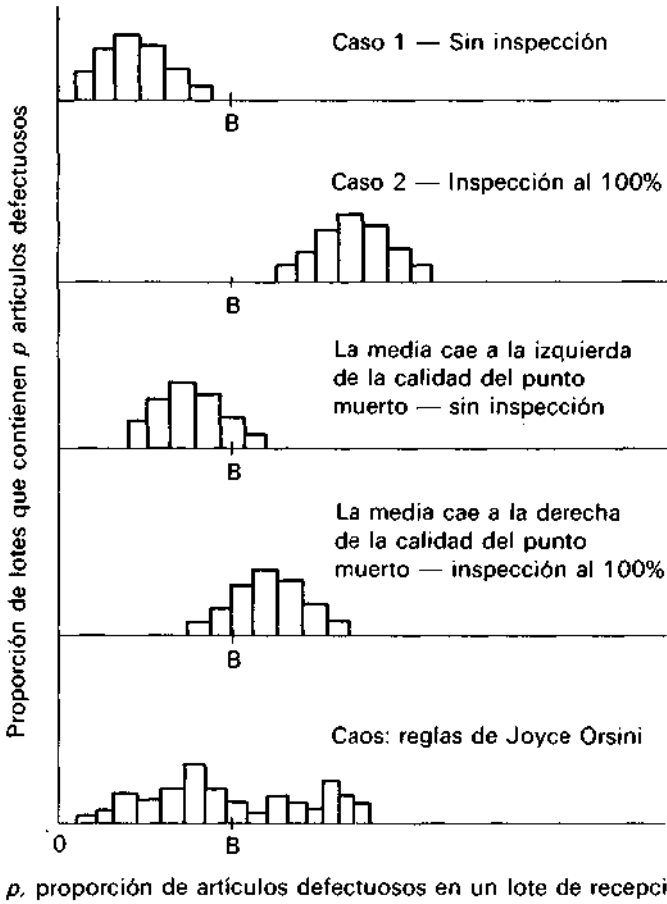


Fig. 47 Posibles circunstancias que se encuentran con los lotes de los artículos en recepción. El punto B es la calidad del punto muerto, donde  $p = k_2$ .

**Problemas ocasionados por cambiar la procedencia del material en recepción.** En el Capítulo 2 vimos los problemas que se crean en cualquier operación cuando se cambia la procedencia del material en recepción. Conformémonos con tratar con dos proveedores. Si los dos proveedores se encuentran en control estadístico bueno o moderado, y se pueden mantener los materiales separados uno de otro durante unos días, en principio sería posible tratar cada uno como el Caso 1 o el Caso 2, dependiendo de si el promedio del material procedente de ese proveedor cae a la izquierda o a la derecha del punto muerto. Es fácil decirlo, pero en algunas plantas puede ser difícil conseguirlo.

Si los materiales procedentes de los dos proveedores se mezclan íntimamente y en una proporción constante, y si ambos muestran un control estadístico bastante bueno, entonces los lotes de la mezcla se pueden tratar, para uso práctico, como binomiales, para los cuales un nuevo coste medio mínimo se



puede conseguir por medio de las reglas de todo-o-nada. Los materiales que proceden de dos proveedores causan dificultades en producción, tal como ya hemos visto (Capítulo 2). La mezcla íntima de los materiales procedentes de dos proveedores crearía la peor situación del mundo para el gerente de planta.

Un buen primer paso consistiría en limitarse a un proveedor. (Vimos en el Capítulo 2 las ventajas de tener sólo un proveedor para cualquier artículo.)

Si hubiera un sólo proveedor, y estuviese enviando una calidad variable, entonces él y sus clientes podrían embarcarse en la aventura de mejorar hacia el Caso 1, y finalmente alcanzar los cero defectos. Mientras tanto, nos encontramos en un estado de caos, que vamos a considerar a continuación.

**Estado de caos.** Es fácil disponer de unas oscilaciones estrechas en un sentido y en otro respecto del punto muerto. Cerca del punto muerto da lo mismo si no se hace inspección que si se hace al 100 por 100. Yo elegiría hacer una inspección al 100 por 100, para acumular información lo más rápidamente posible. Si no nos atrevemos a predecir que la calidad del material en recepción está predominantemente en un lado o en otro del punto muerto, y creemos que hará unas oscilaciones amplias alrededor del punto muerto, estamos en un estado de caos. Esta circunstancia intolerable podría surgir con un sólo proveedor que nos está remitiendo un material con una calidad altamente variable e impredecible, o podría existir cuando el material procede de dos o más proveedores con una calidad muy diferente, a caballo de la calidad del punto muerto, utilizándose el material procedente de un sitio durante un poco de tiempo, y luego el otro material, sin ton ni son. Por supuesto que tan pronto como fuera posible, habría que salir de este estado y meterse en el Caso 1. Mientras tanto, siguen entrando lotes, y tenemos que disponer de ellos. ¿Qué haremos?

Ahora bien, si todos los lotes llegasen con una etiqueta que nos dijese la fracción de unidades defectuosas en el lote, no habría problemas: podríamos conseguir un coste total medio mínimo colocando cada lote, uno a uno, a la derecha o a la izquierda del punto muerto y aplicar las reglas de todo-o-nada lote por lote.

Los lotes no llegan etiquetados. Pero en un estado de caos hay alguna correlación entre las calidades de las muestras y los correspondientes restos. Consecuentemente uno podría sentirse tentado, en un estado de caos, a probar a ensayar las muestras y decidir según alguna regla si enviar el resto a producción tal como está o cribarlo. Las muestras junto con cualquier regla para utilizar las muestras colocarán a algunos lotes en el lado malo del punto muerto, cuyo resultado desafortunado será que el coste total sea máximo para un lote mal colocado.

En estado de caos, se podría adoptar la regla de hacer una inspección al 100 por 100. En realidad, hay que tomar en consideración esta decisión, pero las reglas de Joyce Orsini que ahora se describen, proporcionan un procedimiento alternativo.

**Las reglas de Joyce Orsini.** Una alternativa sencilla a la inspección al 100 por 100, en estado de caos, es aplicar las reglas de Orsini<sup>2</sup>. Son fáciles de aplicar. Reducen el coste total medio considerablemente por debajo del coste de la inspección al 100 por 100. Es provechoso comparar con la inspección al 100 por 100 porque conocemos el coste medio de la misma: es de  $k_l + k_p$  por artículo. Estas son las reglas:

Para  $k_2 \geq 1000k_1$ : Inspeccionar el 100% de los lotes en recepción.

Para  $1000 k_1 > k_2 \geq 10k_1$ . Ensayar una muestra de  $n = 200$ .  
 Aceptar el resto si no se encuentran unidades defectuosas en la muestra. Cribar el resto si se encuentra un artículo defectuoso en la muestra.

Para  $k_2 < 10k_1$ : No inspeccionar.

Las muestras de  $n = 200$  suministrarán un registro continuo de la calidad del producto en recepción. Una buena forma de hacer un registro continuo consistiría en un gráfico para el número de unidades defectuosas que se detectan, muestra a muestra. Sería conveniente, para este gráfico, combinar varias muestras con el objeto de tener de promedio unos tres o cuatro artículos defectuosos por punto. El registro continuo dirá las oscilaciones de la calidad día a día. Información como ésta le será de ayuda a usted y a su proveedor para identificar la clase de problema que tiene él. También le dirá si la calidad de los materiales en recepción está en caos actualmente, o, al revés de lo que se espera, se pueden tratar, con pequeñas pérdidas, como el Caso 1 o el Caso 2.

Por supuesto que sería posible —incluso fácil— dejar atrás la semana siguiente las reglas de Joyce Orsini que se utilizaron la semana anterior. Podríamos mirar hacia atrás y conocer cual fue (en pretérito imperfecto) la distribución de la fracción de unidades defectuosas. Desgraciadamente esta afirmación tiene poco interés, debido a que en estado de caos, no se puede predecir ninguna distribución en particular. Si conociésemos la distribución de los lotes que se han de recibir, no estaríamos en estado de caos.

Hay un procedimiento que es fácil de describir y que consigue un coste total medio casi mínimo bajo cualquier circunstancia, que es el plan secuencial de

<sup>2</sup> Joyce Orsini, «Simple rule to reduce total cost of inspection and correction of product in state of chaos», disertación para Ph.D., Escuela de Graduados de la Administración de Empresas, Universidad de Nueva York, 1982. Se puede conseguir en University Microfilms, Ann Arbor, 48106.

Anscombe<sup>3</sup>. Anscombe sugiere que si todos los supuestos anteriores fracasan, deberíamos muestrear secuencialmente el lote, donde la primera muestra es del tamaño

$$n = 0,375 \sqrt{N(k_2 / k_1)}$$

donde  $N$  es el tamaño del lote, luego se toman muestras subsiguientes de tamaño  $n = k_2/k_1$ . Se siguen tomando muestras «hasta que el número total de unidades defectuosas encontradas es una menos que el número de muestras inspeccionadas, o hasta que todo el lote ha sido inspeccionado».

Desgraciadamente la regla de Anscombe es un poco difícil de aplicar.

La teoría precedente y las reglas a las que se ha llegado servirían para las reparaciones y sustituciones de piezas en los locales del cliente (o en el taller de reparaciones), si conociésemos los costes. La única dificultad estriba en que el coste en dinero de las reparaciones y sustituciones, una vez que el producto llega al consumidor, es sólo una pequeña parte del coste de una unidad defectuosa. La pérdida de negocios futuros debida a un cliente insatisfecho, y la pérdida de los clientes potenciales que supieron del cliente insatisfecho, puede ser enorme, y desgraciadamente es imposible de estimar.

**Necesidad de simplificar la aplicación.** Cualquier regla, para que sea practicable, tiene que ser fácil de aplicar. El coste total tiene que incluir las dificultades de aplicación y las pérdidas por caer en las trampas que rondan cualquier plan que requiera la atención, aunque sea intermitente, de un estadístico. Las reglas de Joyce Orsini tienen la ventaja de que son sencillas.

**Apuros debidos a la variación en la tarea a realizar.** Todas las reglas por medio de las cuales la inspección del resto depende de una muestra, comparten una desventaja común, cualquiera que sea el propósito de la aplicación de la regla. Todas ellas engendran apuros debido a la cantidad variable de inspección que hay que hacer. Además, el ya asediado director de producción tiene ahora que arreglarse con nuevas preocupaciones causadas por una incierta provisión de las piezas en recepción. Puede que necesite piezas, y puede solicitarlas y conseguirlas, con inspección o sin inspección, con unidades defectuosas o no, y así hacer añicos unos planes de inspección bien dispuestos. Una posible excepción tiene lugar cuando el número de artículos que entran es tan grande, y el nivel de la calidad tan malo, que todo el equipo de inspectores está ocupado casi todo el tiempo inspeccionando las muestras y los restos.

---

<sup>3</sup> Francis J. Anscombe «Rectifying inspection of lots». *Journal of the American Statistical Association* 56 (1961): 807-823.

**No estar jamás sin información.** La regla de no inspeccionar no quiere decir quedarse en la oscuridad sin ninguna luz. Se debe echar una mirada a todos los materiales en recepción, quizás saltándose algunos lotes, para disponer de información y para comparar con los datos de embarque del proveedor y con sus ensayos y gráficos.

Si hay dos proveedores, hay que guardar registros separados para cada uno.

Otro consejo (ya manifestado en el Punto 4 del Capítulo 2) es que hay que cambiar a un solo proveedor y establecer una relación a largo plazo, para cualquier artículo, y trabajar con él para mejorar la calidad en recepción.

**Equivocaciones y correcciones en una empresa de servicios.** La teoría anterior también se aplica a los errores en los procesados, en los bancos, en un gran almacén, en la nómina de cualquier compañía, y en un montón de otras situaciones (ver el Ejemplo 3, p. 327). El trabajo progresa en varias fases y por último se refleja en la factura del cliente, o en las cifras de un cheque, o en un extracto de cuentas. El trabajo puede proseguir a través de varias fases antes de que se detecte el error. En el momento en que ya ha pasado por varias fases, el coste de la corrección puede ser de 20, 50, o 100 veces el coste de detectarlo y corregirlo al principio. En el Ejemplo 3 de más abajo, proporcionado por el Sr. William J. Latzko de la Irving Trust Company,  $k_2$  es 2000 veces  $k_1$ .

**Ensayos destructivos.** La teoría anterior está basada en los ensayos no destructivos; la pieza no se destruye en el ensayo. Algunos ensayos son destructivos; destruyen la muestra que se está ensayando. Un ejemplo sería el de la vida de una lámpara, o el número de Btus por pie cúbico de gas, o el tiempo de funcionamiento de un fusible, o la determinación del contenido de lana de una muestra de tejido. Cribar un lote rechazado no tendría sentido, ya que no quedaría nada para llevar a la línea de producción.

Obviamente, la única solución para los ensayos destructivos estriba en lograr el control estadístico en la fabricación de la pieza, para que salga bien a la primera. Esta es la mejor solución, con ensayo destructivo o no destructivo.

## EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LAS REGLAS DE TODO-O-NADA

*Ejemplo 1.* Un fabricante de televisores estaba inspeccionando todos los circuitos integrados en recepción.

*Pregunta:* ¿Cuántos circuitos integrados defectuosos encuentra usted?

*Respuesta:* «Muy poquitos». Miró las cifras de las últimas semanas y dijo, «Uno o dos circuitos defectuosos por término medio, entre diez mil ensayados».

Entonces tomamos

$$p = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{10.000} + \frac{2}{10.000} \right) = 0,00015$$

Unas preguntas más suministraron la información de que el coste del ensayo inicial es  $k_1 = 30$  centavos, y que cada submontaje que tiene un circuito integrado se ensaya al final de la línea, cuando se le ha añadido un considerable valor. En este punto, la sustitución de un circuito integrado defectuoso cuesta

$$k_2 = 100k_1$$

Por tanto,

$$p = 0,00015 < \frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{100}$$

Consiguientemente no debería inspeccionar los circuitos integrados. Se encontraba en el Caso 1, pero estaba siguiendo el procedimiento del Caso 2. En otras palabras, su coste total era máximo. Con su plan, el coste total era, por término medio,

$$K_1 + kp$$

mientras que de no inspeccionar los circuitos integrados en recepción, el coste medio sería

$$p(k_2 + k)$$

La diferencia es

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas} &= [k_1 + kp] - [p(k_2 + k)] = k_1 - pk_2 = \\ &= 29,6 \text{ cent} \end{aligned}$$

en cada circuito integrado. En un televisor hay entre 60 y 80 circuitos integrados. Con 60, las pérdidas por haber elegido mal el plan sería de  $60 \times 29,6$  centavos = 1776 centavos, casi el 10 por 100 del coste de fabricación —éste es un ejemplo de pérdidas introducidas en el producto.

El ingeniero responsable me explicó que al principio no necesitaba el control estadístico de la calidad porque las inspecciones eran del 100 por 100. Estaba haciendo la inspección al 100 por 100 de los circuitos integrados, dijo, porque el proveedor no disponía de las instalaciones necesarias para realizar

los ensayos tan estrictos que hacían falta. Me parecía que el fabricante de los circuitos integrados estaba, no obstante, haciéndolo muy bien —tan bien que  $p = 0,00015$ .

Como ocurre frecuentemente cuando no hay una teoría, este hombre estaba haciendo que el coste fuese máximo. Sólo estaba haciéndolo lo mejor que sabía. Los cálculos que acabamos de hacer, cuando los vio, marcaron un giro en su carrera.

A propósito, el ingeniero había colocado a todos los grupos de producción delante de una pantalla de televisión para ver el número de fallos de cada tipo que este grupo había introducido en su trabajo el día anterior. No sólo era esto totalmente inútil; era frustrante y contraproducente. No ayudaba a nadie a hacerlo mejor.

*Ejemplo 2.* Un fabricante de coches prueba los motores antes de introducirlos en el tren motorizado. Llamemos a este punto A. Más adelante, el motor forma parte del tren motorizado, listo para impulsar un coche. Llamemos a este punto B. El coste del ensayo en A es  $k_1 = 20\$$ . El coste de reparar un motor que no pasa la prueba es  $k = 40\$$ . El coste de reparar un motor que fracasa en B es de  $1000\$$ . Partimos este coste en  $k_2 = 960\$$  y  $k = 40\$$ . De cada 1000 motores que pasan todos los ensayos en A, uno fracasa en B. La pregunta es si hay que hacer los ensayos en A. Podemos construir una tabla con los costes para contestar a la pregunta.

**Tabla 1**

<i>¿Inspeccionar en A ?</i>	<i>Coste total medio por motor</i>
Sí	$k_1 + pk + (1/1000)1000\$$
No	$0 + p(k_2 + k) + (1/1000)1000\$$

El punto muerto de la calidad cae en

$$p = \frac{k_1}{k_2} = \frac{20\$}{960\$} = \frac{1}{48}$$

Por tanto, si el 2 por 100 de los motores fallan en A, sería conveniente proseguir con la inspección al 100 por 100 en A, y tratar de mejorar la calidad hasta el punto en que pudiera omitirse la inspección en A para que el coste total fuese mínimo.

Si  $k_2$  fuese de  $500\$$ , el punto muerto de la calidad estaría en  $p = 20/500 = 1/25$ . Por tanto, si  $p$  fuese (e.g.) de 1 en 50, la diferencia entre la inspección al 100 por 100 en A y ninguna inspección sería de  $k_1 - pk_2 = 20\$ - (1/50)500\$$

= 10\$. En estas condiciones sería, obviamente, conveniente cesar los ensayos en A.

*Ejemplo 3.* (Aportado por William J. Lutzko, cuando estaba en la Irving Trust Company de Nueva York). En un banco o en unos grandes almacenes, o en el departamento de nóminas, el trabajo va de una sección a otra. El coste de la revisión (inspección) en una sección en particular es de 25 centavos por transacción procesada, y el coste medio de corregir más adelante un error que se cometió aquí es de 500\$ = 50.000 centavos. El límite de la exactitud en la sección que estamos considerando es de un error por cada 1000 transacciones, así que cogemos

$$p \geq 1/1000$$

$$k_1/k_2 = 25/50.000 = 1/2000$$

Como  $p > k_1/k_2$ , estamos en el Caso 2, y el plan para que el coste total medio sea mínimo es hacer una verificación al 100 por 100 al principio.

Es difícil descubrir los errores de las transacciones procesadas por una empresa de servicios, quizás aún más difícil que en una industria. El verificador puede encontrar solamente la mitad de los errores cometidos, o en el mejor de los casos, dos de tres. Obviamente, es importante mejorar el sistema, que podría consistir en mejorar la legibilidad de las cifras, la iluminación, contratación, ubicación, formación, y suministrar apoyo estadístico a la supervisión.

El procedimiento recomendado aquí, como se aconsejó en el Capítulo 3, consiste en hacer unos cómputos paralelos por dos personas, trabajando ambas sobre una copia en limpio legible, sin revelar los métodos ni los resultados del cálculo. Los dos conjuntos de cómputos se introducen en una máquina, y se deja que ésta detecte las diferencias.

El trabajo paralelo, haciendo la comparación en una máquina, es, según mi experiencia, la única forma satisfactoria de verificar un trabajo crítico.

La calidad resultante será mucho mejor que  $p_1 p_2$ , donde  $p_1$  es el nivel de calidad predecible para un trabajador y  $p_2$  es el nivel de calidad predecible para el otro. Si  $p_1 = p_2 = 1/1000$ , entonces la calidad resultante será mucho mejor de  $1/1000^2 = 1/10^6$ . Esto es así porque la probabilidad de que las dos personas cometan el mismo error en el procedimiento y lleguen al mismo resultado es muy baja. Pero también la ley de Murphy es segura —cualquier cosa que pueda pasar, pasará.

Se tiene que recomendar a estas dos personas que detengan el trabajo cuando se encuentren con cualquier cifra que pudiera ser mal leída, sin preocuparse del tiempo que se pueda perder para seguir la cifra hasta su origen y verificarla. Producir una cifra ilegible en cualquier parte de la línea es tan malo como comenzar con un material defectuoso en la fabricación.

**Modificación de las reglas para el valor añadido al sustrato.** El trabajo se realiza sobre el material de recepción, el sustrato<sup>4</sup>. El producto acabado se inspeccionará y se catalogará como de primera clase, de segunda o tercera, o desechos. Sea  $k_2$  la pérdida media neta por degradar el producto final o por desechar los artículos acabados. El coste medio de la inspección de un artículo en recepción en el sustrato será

$$k_1 + kp$$

y el coste medio para degradar un montaje será  $pk_2$  si no inspeccionamos el sustrato por adelantado. La calidad del punto muerto es ahora el valor de  $p$  que satisface

$$k_1 + kp = pk_2$$

Con  $k = k_1/q$  (Ejercicio 5, p. 350), esto da

$$k_1 + pk_1/q = pk_2$$

El lado izquierdo es simplemente  $kjq$ , así que la ecuación se satisface si

$$P = k_1/k_2q$$

Ahora las reglas se convierten en

Caso 1:  $p < k_1/k_2 q$  no inspeccionar

Caso 2:  $p > k_1/k_2 q$  inspección al 100 por 100

donde  $k_2$  es ahora la pérdida media por degradar o desechar el producto final malo.

Observar que el valor de  $q$  siempre estará cerca de 1, así resulta que en la práctica las reglas de todo-o-nada son las mismas que antes.

*Ejemplo 4.* Este ejemplo tiene la forma de un memorándum que voy a remitir a una compañía en el momento en que escribo esto. A continuación viene el memorándum.

Según lo que entendí en nuestra reunión de ayer, las varillas revestidas, la Pieza N° 42, son para usted un producto importante, siendo la producción presente de 20.000 a la semana, y que pronto se va a incrementar a 40.000.

---

<sup>4</sup> Estoy agradecido a mis amigos William J. Latzko y Jerome Greene por las conversaciones de las que surgieron estas reglas.



**Tabla 2.** *Los costes según los dos procedimientos posibles*

<i>Inspección de varillas en recepción</i>	<i>Coste total por artículo</i>
Ninguna	$pk_2 = 0,01 \times 1500 \text{ cent.} = 15 \text{ cent}$
100%	$k_1/q = 7,07 \text{ cent}$

*Observación:* Los costes son en centavos por pieza;  $k_1 = 7 \text{ cent}$ ,  $k_2 = 1500 \text{ cent}$ ,  $p = 0,01$ .

El tamaño de los lotes en recepción de las varillas no terminadas es de 2800, aunque el tamaño del lote es irrelevante.

Los costes que usted me dio, que se supone que están completamente asignados para la mano de obra, material, ensayos, y otras cargas, son los siguientes:

$$k_1 = 7 \text{ cent}, \quad k_2 = 1500 \text{ cent}$$

La fracción de unidades defectuosas media, según sus cifras, es alrededor del 1 por cien. Consiguientemente su punto muerto es

$$p = k_1 / k_2 p = 7/1500 \times 0,99 = 0,00471$$

o justo por debajo de 1/200.

Pongo aquí la Tabla 2, que puse ayer en la pizarra. Es obvio que para que el coste total medio sea mínimo usted debería hacer una inspección al 100 por cien de las varillas en recepción. Usted está en el Caso 2.

Si la fracción de unidades defectuosas media fuese (e.g.) de 1/300 o de 1/500 por término medio, usted no tendría que hacer ninguna inspección en recepción, y confiar en la inspección en el punto en que su producto final se somete a ensayo.

Usted expuso la cuestión de la necesidad de vigilar la calidad en recepción. Ciertamente usted tiene que hacerlo. Con este fin, le recomiendo que trace un gráfico  $p$  para todos los tipos de defectos combinados, y uno para el tipo de defecto predominante. Usted podría trazar un punto para cada lote, o quizá más tarde, un punto diario. Entendí que su proveedor desea estudiar con usted sus métodos y resultados de la inspección. Seguramente le irían bien las copias de los gráficos  $p$  periódicamente, quizá mensualmente. ¿Por qué no recibe usted los mismos gráficos procedentes de él?

## PIEZAS MÚLTIPLES

**Probabilidad de hacer un montaje defectuoso en el caso de las piezas múltiples.** Las secciones precedentes sirven para cualquier pieza. Nos volvemos al Ejercicio 4 de la página 348 en busca del auxilio de la teoría. Puede que algunas piezas, para que el coste total sea mínimo, requieran una inspección al 100 por 100. Una vez inspeccionadas, ya no causarán ningún fallo en el montaje. Las piezas restantes no se inspeccionarán, pero una pieza defectuosa, si llega a producción, causará un fallo. Supongamos que tenemos dos piezas que no se han de inspeccionar.

Comenzamos con dos piezas cuyas fracciones de unidades defectuosas son  $P_1$  y  $P_2$ , que no han de inspeccionar. Entonces, la probabilidad de que el montaje salga mal será

$$\begin{aligned} (1) \quad \text{Pr (de que falle)} &= 1 - \text{Pr (de que no falle)} = \\ &= 1 - (1 - p_1)(1 - p_2) = \\ &= p_1 + p_2 - p_1p_2 \end{aligned}$$

Si  $p_1$  y  $p_2$  son las dos pequeñas, esta probabilidad estará muy próxima a  $p_1 + p_2$ . Por ejemplo, si  $p_1 = p_2 = 1/20$ , la probabilidad de que falle un montaje es  $1/20 + 1/20 - 1/20^2 = 1/10 - 1/400$ . Podemos prescindir muy bien del producto  $p_1p_2$ .

Una manera fácil de escribir la probabilidad de que cualquier número de piezas fallen, es por medio del diagrama de Venn (consultar cualquier libro sobre probabilidad). Entonces, para tres piezas,

$$\begin{aligned} (2) \quad \text{Pr (de que falle)} &= p_1 + p_2 + p_3 - (p_1p_2 + p_1p_3 + p_2p_3) + p_1p_2p_3 = \\ &= p_1 + p_2 + p_3 \end{aligned}$$

siempre que cada  $p_i$  sea pequeña. Al extenderlo a  $m$  piezas da

$$(3) \quad \text{Pr (de que falle)} = p_1 + p_2 + \dots + p_m$$

siempre que cada  $p_i$  sea también pequeña.

Resulta así que la probabilidad de que falle aumenta al aumentar el número de piezas. Un aparato de radio puede constar de 300 piezas, aunque el número dependerá de cómo se cuenten. Un coche puede tener 10.000 piezas, también según como se cuenten. ¿La radio de un coche es una pieza o son 300? ¿Es la

bomba de carburante una pieza o son siete? Según como se cuenten, el número de piezas de un montaje puede ser enorme.

Surge otro problema:  $k_2$  (el coste de corregir un montaje defectuoso) aumenta al aumentar el número de piezas. Cuando falla un montaje, ¿cuál es la pieza que ha fallado? Es demasiado fácil hacer un diagnóstico erróneo. Además, puede que hayan fallado dos piezas.

Cuanto más complicados son los productos, más fiables tienen que ser los componentes para que los costes se mantengan en un nivel bajo. El trabajo deficiente afecta a los gastos de toda la línea —en desechos, reparaciones, existencias más elevadas para hacer de almohadilla por si hay piezas defectuosas, costes de garantía más elevados, y con el tiempo, pérdida de la reputación y de las ventas<sup>5</sup>.

Nos enfrentamos así al hecho de que para las piezas múltiples:

1. En el Caso 2 (inspección al 100 por 100) sólo podemos tolerar unas pocas piezas; de otro modo, los costes de la inspección de estas piezas será excesivo.
2. Para el resto de las piezas sólo podemos tolerar una calidad que tenga cero defectos o casi cero.

Los ensayos de los aparatos complejos exigen tiempo y una planificación cuidadosa, ya que los diversos componentes del aparato pueden estar sometidos a diferentes tensiones y tengan diferentes tiempos entre fallos<sup>6</sup>.

Los problemas no son sencillos. Puede que una compañía compre muchos tipos de suministros y tenga muchos tipos de problemas con los mismos. Un problema que aparece con frecuencia es cuando la calidad y la uniformidad de algún material en recepción son vitales para el comprador. Las oscilaciones amplias en la calidad constituyen un problema constante para él. El material adquirido, sin embargo, puede ser un subproducto del proveedor, y constituya menos del 1 por 100 de su negocio, con lo que ofrece pocas esperanzas de mejorar. Usted no puede esperar que el proveedor se meta en el gasto y el riesgo de instalar un equipo para refinarlo.

Se puede hacer una recomendación y es que se trate dicho material como si fuera un mineral de hierro u otras materias primas de entrada que son variables e impuras. Instale su propia refinería para el material, o mándelo a alguien para que lo haga. En la práctica, este plan ha resultado ser una buena solución.

---

<sup>5</sup> Jeremy Main, «The battle for quality begins», *Fortune*, 29 diciembre 1980, págs. 28-33.

<sup>6</sup> J.D. Esary y A. W. Marshall, «Families of components and systems», que es un capítulo del libro *Reliability and Biometry*, editado por Frank Proschan y R.J. Serfling (Sociedad para las Matemáticas Aplicadas Industriales, Filadelfia, 1975).

La exposición múltiple al mismo defecto tiene el mismo efecto que las piezas múltiples. El Dr. Myron Tribus de MIT me señaló un ejemplo sencillo. Supongamos que unos motores pequeños (de una aspiradora, una batidora, una estufa) fallan ahora, en las manos del consumidor, sólo la décima parte de lo que lo hacían hace quince años. El hecho es, no obstante, que en una casa hay ahora, por término medio, diez veces más de motores que había hace quince años. Por tanto, en una casa se verán tantos fallos de motores como se veían antes. Nos vienen a la memoria otros ejemplos.

El diseño de un dispositivo de iluminación en el techo exige tres bombillas de una cierta potencia. Una bombilla puede tener una vida media de tres meses, en usos domésticos, pero con tres bombillas en el dispositivo, el ama de casa tiene que tener una escalera de mano cerca, ya que la necesitará, por término medio, una vez al mes.

Veamos la soldadura eléctrica por puntos de las juntas del maletero de un coche. Cualquiera que haya intentado soldar por puntos estará de acuerdo en que un fallo en 2000 es un comportamiento maravilloso. Las máquinas automáticas no lo hacen mucho mejor. Sin embargo, este comportamiento maravilloso conduce a unos ensayos y reprocesos costosos de los maleteros dentro de la fábrica.

Por tanto, supongamos que hay 70 juntas en el maletero de su coche, y que el soldador, a mano o a máquina, comete un fallo en 2100. La probabilidad de que en el ensayo se detecte un maletero con fugas es de  $70/2100 = 1/30$ . En otras palabras, alrededor del 3 por 100 de los maleteros tendrán fugas y habrá que reprocesarlos. (Afortunadamente, muy pocas de estas fugas salen de la fábrica.)

Para reducir la frecuencia de las fugas a un maletero en 100, el comportamiento de la operación de soldadura tendría que mejorar hasta alcanzar aproximadamente un fallo por cada 7000 soldaduras.

**Conclusión: no se permiten materiales ni trabajos defectuosos en cualquier parte de la línea.** La teoría anterior nos enseña lo importante que es no tolerar materiales defectuosos en cualquier fase de la producción. El producto de una operación es el material entrante para la siguiente. Una unidad defectuosa, una vez fabricada, sigue adelante hasta, y a menos que, se descubra en un ensayo posterior, y se corrija y sustituya, generalmente con un gasto elevado.

Los costes  $k_1$  y  $k_2$  de la teoría anterior no son los únicos costes que hay que considerar. Los defectos engendran defectos. El trabajador sufre un poderoso efecto desmoralizador cuando recibe un artículo parcialmente acabado o un submontaje que ya son defectuosos. ¿Cómo va a esforzarse si, independientemente de lo bien que lo haga, el artículo seguirá siendo defectuoso? Si nadie se preocupa, ¿por qué tiene que hacerlo él? Por el contrario, cuando los defectos son raros o inexistentes o están bien explicados, entiende que la dirección acepta la responsabilidad oportuna, y se siente con la obligación de esforzarse: ahora sí que es eficaz.

Desgraciadamente, a veces los defectos se crean en la línea, como cuando se instala mal una pieza perfecta, al entrecruzar un par de cables, o se ocasionan

daños por manipulación —esto es, los daños sufridos por un producto acabado o parcialmente acabado cuando se desplaza de un sitio a otro. Los daños por manipulación pueden proceder de un trato descuidado o de la pura ignorancia. También ocurren en el empaquetado y envío, como todo el mundo sabe. Simón Collier, cuando estaba en la Johns-Manville Company, mostró unas películas de los daños que ocasionan las personas con acciones inadvertidas, como golpear una carga de tejamaniles acabados sobre una carretilla elevadora contra un pilar de acero, echando a perder el trabajo que unos hombres habían hecho con los tejamaniles; o echando dentro del yeso en vez de en el cubo de basura el cordel que cerraba el saco. Nadie había explicado a estas personas cuánto daño ocasionan estos pequeños actos. Yo vi como una mujer cogía un disco duro con unas pinzas, con el mismo cuidado con que una enfermera maneja los instrumentos de cirugía en el quirófano, y luego estropearlo poniendo el dedo gordo encima del disco. ¿Le había explicado alguien que podía estropear con tanta facilidad el trabajo y esfuerzo introducido en el disco hasta aquél momento? También vi una raya blanca en un zapato negro, que hubiese sido perfecto de no ser por esto, a punto de ser introducido en la caja. El descuido de alguien produjo un reproceso costoso, o un desecho.

**Excepción.** Muchos materiales de recepción no se pueden someter a la teoría de este capítulo. Un ejemplo podría ser el de un vagón cisterna de metanol después de haber sido agitado con un chorro de aire. Un cazo de metanol sacado de cualquier parte del tanque será casi idéntico a un cazo de metanol sacado de cualquier otra parte del tanque. Sin embargo, en la práctica, las compañías de productos químicos sacan cazos de metanol de distintos niveles. Un ejemplo más familiar sería el de una copa<sup>7</sup> de ginebra o whisky. Aceptamos el hecho que no importa mucho si la copa la sacamos de una botella llena, a medio llenar, o casi vacía.

El calor de un alto horno crea problemas y es otro ejemplo en el que la teoría de este capítulo no se puede aplicar. El contenido de calor no es homogéneo. Algunas compañías introducen una pequeña muestra junto con cada colada. Al analizar estas muestras, suministrarían los datos para trazar un gráfico de rachas que indicaría la variación de la calidad desde la primera colada hasta la última, y darían algunas pistas para mejorar.

## DISPOSICIÓN DE LOS PLANES DE ACEPTACIÓN ESTÁNDAR

**Planes de muestreo estándar.** Existen los llamados planes de aceptación estándar, lote por lote, de los materiales en recepción, o para autorizar la

<sup>7</sup> En inglés «jigger», que equivale a unos 45 mililitros. (*N. del T.*)

salida del producto. En resumen, hay que hacer un ensayo de la muestra y aplicar una regla de decisión, cribando el resto, o llevándolo directamente a producción, según el número de artículos defectuosos encontrados en la muestra.

La teoría que hay detrás de las tablas de Dodge-Romig es para minimizar el coste de la inspección, para conseguir el nivel de calidad establecido. Por el contrario, es difícil entender cuál es el objetivo del Military Standard 105D, excepto para darle un toque a la cartera del proveedor si su calidad da un mal giro<sup>8</sup>.

Hald, en el libro que se cita en la bibliografía al final de este capítulo, considera que el Military Standard 105D es un método para indexar un plan de muestreo por su LCM (límite de calidad media<sup>9</sup>). Déme el LCM y el tamaño del lote  $N$ , y encontraré en el Military Standard 105D un plan para que dé este LCM. El Military Standard 105D le obliga a definir el LCM deseado. No utiliza cifras de costes. Por tanto no debería asombrarse nadie de saber que puede conducir a un plan cuyo coste total es el doble del coste de la inspección al 100 por 100.

Un plan de muestreo cualquiera introducido inicialmente con el fin de reducir  $p$ , que en este capítulo indica la calidad media en recepción, sólo situará por encima del mínimo el coste total medio por artículo. (Ver el Ejercicio 5 al final de este capítulo.)

La compañía que compra artículos con un LCMS (límite de calidad media de salida<sup>10</sup>) del 3 por 100 le está haciendo saber al proveedor que el comprador está en el mercado con 97 artículos buenos y tres malos por cada 100. El proveedor estará encantado de cumplir estos requisitos.

Recientemente me dijo un fabricante, por ejemplo, que tiene el propósito de no mandar a sus clientes más del 3 por 100 de artículos defectuosos. Algunos clientes van a recibir bastantes más de los que les tocan. ¿Es esto hacer bien los negocios? ¿Le gustaría a usted ser un cliente que recibe no más del 3 por 100 de artículos defectuosos?

Desgraciadamente, los planes de aceptación estándar ocupan un lugar prominente en los libros de texto sobre los métodos estadísticos del control de calidad, sin exceptuar mis propios libros sobre muestreo. Ya es hora, como dice Anscombe, de que «entendamos cuál es exactamente el problema, y lo resolvamos de la mejor manera posible en vez de inventarnos un problema sustitutivo que se puede resolver con exactitud, pero que es irrelevante»<sup>11</sup>.

---

<sup>8</sup> Para tratar el incentivo económico de los planes de muestreo y su relación con las tablas del Military Standard, ver I. D. Hill, «The economic incentive provided by sampling inspections», *Applied Statistics* 9 (1960): 69-81.

<sup>9</sup> En inglés AQL, average quality limit. (*N. del T.*)

<sup>10</sup> En inglés AOQL, average outgoing quality limit. (*N. del T.*)

<sup>11</sup> Francis J. Anscombe, «Rectifying inspection of a continuous output», *Journal of the American Statistical Association* 53 (1958):702-719.

Es hora de desprendernos de tales planes, y su enseñanza, y hablar del coste total y de los problemas prácticos.

**Aplicación pro forma de los planes estándar.** La mayoría de las aplicaciones de los planes de aceptación Dodge-Romig y del Military Standard 105D me temo que son pro forma, simplemente para cumplir los requisitos de un contrato, trazado por unas personas no cualificadas para trazar un plan, y llevado a cabo por otro grupo de personas igualmente no cualificadas. Todo el mundo lo hace, así que nosotros también lo haremos. El resultado es que el coste crece. Como dice Feigenbaum:

Un problema importante... es el uso imprudente de estos planes [de aceptación] en situaciones en las que no tienen aplicación<sup>12</sup>.

**Ejemplo: cómo incrementar los costes con el Military Standard 105D.** Un submontaje llega, procedente del fabricante, en lotes de 1500 montajes<sup>13</sup>. Cuesta aproximadamente dos horas ensayar el montaje, con un coste medio (incluyendo costes generales) de 24\$ por montaje. El promedio del proceso de fabricación es del 2 por 100, y la información reciente de la calidad lo confirmó para los lotes recibidos. El coste de sustituir una pieza defectuosa durante la inspección final es de 780\$, completamente asignado. ¿Qué plan de muestreo se debería utilizar? Aquí,

$$p = 0,02 < k_1/k_2 = 24/780 = 0,031$$

Esto es claramente el Caso 1. Por tanto, para que el coste total sea mínimo, no hay que inspeccionar. La utilización del Military Standard 105D que se recomienda haría que el coste total doblase al coste total mínimo. Esto es fácil de ver con los resultados del Ejercicio 5, página 350.

Lo que aún podría ser peor es que si el proceso estuviese en control estadístico bueno, los ensayos de las muestras no proporcionarían más información sobre los lotes que si se estuviesen lanzando monedas al aire (Ejercicio 1).

<sup>12</sup> A.V. Feigenbaum, *Quality Control Principles, Practice, and Administration* (McGraw-Hill, 1951). Ver también la p. 530 de su libro *Total Quality Control* (McGraw-Hill, 1983).

<sup>13</sup> Este ejemplo ha sido adaptado de William J. Latzko, «Minimizing the cost of inspection», *Transactions of the American Society for Quality Control, Detroit*, Mayo 1982, pp. 485-490. Ver también el gráfico de la pág. 234 de David Durand, *Stable Chaos* (General Learning Press, Morristown, N.J., 1971). Ver también las cartas al editor del *Journal of Industrial Quality Assurance* (Londres), (Abril, mayo 1985).

## PROBLEMAS ADICIONALES CON LAS MEDIDAS Y CON LOS MATERIALES

**Posible economía en la construcción intermedia de los submontajes.** El coste  $k_2$  de la teoría precedente generalmente aumenta rápidamente (quizá 10 veces) con cada fase de trabajo a lo largo de la línea de producción, y puede alcanzar un número muy elevado en el montaje final. A veces es posible evitar los costes extremos construyendo submontajes que fluyen conjuntamente para formar el montaje final. Los distintos submontajes, una vez que han pasado por la inspección y han sido atendidos con las sustituciones y ajustes que se hayan considerado necesarios, constituyen un nuevo punto de partida. El coste  $k_2$  de la teoría precedente puede ser entonces el coste de inspeccionar y ajustar un submontaje. La teoría, junto con los registros significativos de la experiencia, puede indicar que algunos submontajes no tienen que ser inspeccionados en absoluto, mientras que otros tienen que ser sometidos a una dura inspección al 100 por 100 para evitar costes mayores más adelante en la línea. La teoría de este capítulo suministra una orientación.

Nuestro objetivo en los párrafos anteriores es simplemente el demostrar que hay formas de llegar a unos costes mínimos y a un beneficio máximo si se utiliza la teoría correcta como orientación.

Mientras tanto, haremos todos los esfuerzos para eliminar los artículos defectuosos completamente. Esto lo haremos de forma sistemática, comparando nuestros ensayos con los del proveedor, y utilizando los métodos estadísticos adecuados, tales como los gráficos  $\bar{x}$  y  $R$ .

La cooperación acertada con los proveedores de las piezas, especialmente de las piezas críticas, y los ensayos y ajustes atinados de los submontajes, reducen a casi nada cualquier problema importante en los ensayos del montaje final.

**Dificultades para encontrar los defectos extremadamente raros.** Los defectos raros son difíciles de detectar. Conforme disminuye la fracción de unidades defectuosas, la dificultad para descubrir exactamente cómo es de pequeña va aumentando continuamente. La inspección simplemente no detecta todas las unidades defectuosas, especialmente cuando son raras, y esto es así tanto para la inspección visual como mecanizada. No hay motivos para fiarse más de un fabricante que sostiene que sólo una pieza entre 10.000 es defectuosa, frente a otro que sostiene que sólo una pieza entre 5000 es defectuosa. En cualquiera de estas dos circunstancias, la proporción es difícil de estimar.

Por tanto, si  $p$  fuese  $1/5000$ , y si el proceso estuviese en control estadístico, se tendrían que inspeccionar 80.000 piezas para encontrar 16 unidades defectuosas. Este número suministraría la estimación de  $\hat{p} = 1/5000$  para el proceso

de producción, con un error estándar  $\sqrt{16} = 4$  o del 25 por 100. La estimación de la fracción de unidades defectuosas no es así muy precisa, a pesar



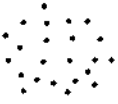
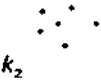


de la cantidad inspeccionada de 80.000 piezas. Cualquier persona podría preguntarse si el proceso de producción se mantuvo estable durante la fabricación de las 80.000 piezas. ¿Era el mismo proceso al final de las 80.000 piezas que al principio? Si no, ¿qué sentido tendrían las 16 unidades defectuosas? Una pregunta difícil.

Hay casos en que no hay ningún fallo en millones de piezas —incluso hasta unos pocos fallos o ninguno en  $10^9$ . Ninguna cantidad de inspección de un producto acabado puede proporcionar la información necesaria cuando la fracción de unidades defectuosas es tan baja. La única forma posible de saber lo que está pasando bajo unos requisitos extremos es por medio del uso de los gráficos de control, con las medidas reales de las piezas en el proceso. Cien observaciones, tales como las de cuatro artículos consecutivos 25 veces al día, proporcionarían 25 puntos de muestras de cuatro unidades para los gráficos  $\bar{x}$  y  $R$ . Los gráficos indicarían si el proceso sigue sin cambiar, o si algo va mal, y se tiene que retener una serie hasta que se descubra la causa del problema. Una vez se descubre la causa del problema, se puede tomar una decisión racional sobre si condenar toda la serie, o dejar pasar parte de ella. Se puede ver enseguida el efecto multiplicador de los gráficos  $\bar{x}$  y  $R$ .

**Uso de la redundancia.** Puede ser posible e inteligente cuando se diseña un aparato complejo poner dos o más piezas en paralelo, porque si una falla, la otra ocupará su lugar automáticamente. Dos piezas en paralelo, cada una con una fracción de unidades defectuosas media  $p_i$ , son equivalentes a una pieza con una fracción de unidades defectuosas media igual a  $p_i^2$ . Si, por ejemplo  $p_i$  valiese 1/1000,  $p_i^2$  valdría 1/1.000.000. Las restricciones de peso o tamaño por supuesto que pueden no permitir la redundancia. Hay además otros problemas: ¿funcionará la pieza redundante cuando se necesita? La mejor solución es colocar una sola pieza de alta fiabilidad.

La teoría matemática de los fallos y la teoría de la redundancia son muy interesantes y constituyen unas importantes técnicas estadísticas, pero tenemos que dejar el tema aquí después de haber echado un vistazo a la importancia del mismo.

**¿Sería realmente más barato un método de inspección más barato?** La eterna cuestión es cómo reducir el coste de la inspección, si es que hay que hacerla (como en el Caso 2). Supongamos que hay un método maestro de inspección, y un método que cuesta menos por unidad (una  $k_1$  más pequeña) que el método maestro. ¿Es realmente este método más barato cuando consideramos el coste total? Lo que se puede hacer con un ensayo no destructivo, es someter 200 artículos a los dos métodos de ensayo, y construir una tabla 2 x 2 con los resultados, como se ilustra en la Fig. 48. Cada punto es el resultado de los dos ensayos sobre una pieza. Un punto sobre la diagonal indica que los dos ensayos coinciden. Un punto por fuera de la diagonal indica no concordancia. Una pieza que fuese rechazada por el método maestro pero que fuese aceptada

	<b>Método maestro</b>	
<b>Método barato</b>	Pasa	No pasa
Pasa		 $k_2$
No pasa	 $u$	

**Fig. 48.** Tabla 2 x 2 de los costes de los ensayos de cierto número de piezas según los dos métodos de ensayo. Los dos ensayos dan un punto en una de las cuatro casillas.

por el método barato (un positivo falso) haría fallar el montaje con un coste  $k_2$ . Por otra parte, una pieza que fuese aceptada por el método maestro y rechazada por el método barato (un negativo falso) incurriría en el coste  $u$ , donde  $u$  es el coste de una pieza.

Es fácil cuantificar los resultados de la tabla 2x2. Tenemos

$$\begin{array}{cc} n_{11} & n_{12} \\ n_{21} & n_{22} \end{array}$$

para los números de las cuatro casillas. Sea  $M$  el coste de medir los 200 artículos por el método maestro, y  $C$  el coste por el método barato. Entonces el ahorro por utilizar el método barato sería

$$S = M - C(n_{12}k_2 + n_{21}u)$$

Los números por fuera de la diagonal generalmente serán pequeños y por tanto estarán sujetos a una fluctuación estadística amplia. El error estándar de un número fuera de la diagonal en una casilla sería, con buena aproximación, la raíz cuadrada del mismo número. Por tanto, si el número fuese 16, esta cifra estaría sometida a un error estándar de 4. Si el número fuese 9, el error estándar sería 3. (Estas afirmaciones se basan en la distribución de Poisson de las diferencias.)

Si parece dudoso que el método barato sea realmente más barato que el

método maestro, se deberían ensayar otras 200 piezas para tener mayor precisión, o incluso otras 400. Si aún hubiese dudas, yo aconsejaría quedarse con el método maestro de ensayos.

**Piezas múltiples.** Los consejos y cálculos que se acaban de hacer se aplican a una pieza aislada. Supongamos que tenemos dos o más piezas que van en un montaje, y que deseamos tomar en consideración un método barato para cada pieza. De hecho podemos aplicar los cálculos anteriores para cualquier pieza, y tomar una decisión sobre cualquiera de ellas, sin importar cuántas.

Tengamos cuidado. Los ensayos de cualquier pieza por un método barato harán que tengamos una selección de montajes para ensayar. La selección surge de los positivos falsos de la esquina superior derecha de la Fig. 48. Algunas de las selecciones para cualquier pieza se pueden solapar con las selecciones para cualquier otra pieza, pero al ir aumentando el número de piezas, también aumenta la proporción de montajes ensayados. Así, con 20 piezas, ensayada cada una con un método barato que da (e.g.) un positivo falso en 20, la proporción de montajes ensayados debidos a los positivos falsos será de  $1 - (1 - 0,05)^{20} = 1 - 0,36 = 0,64$ .

Si el montaje está formado por piezas en serie, puede que sea necesario ensayar todas las piezas con un fallo del montaje.

La moraleja es que los ensayos pueden causar más dificultades que el producto mismo. En la industria se condenan muchos productos equivocadamente tan sólo porque los procesos de medida dan unas respuestas que no concuerdan con otras.

El método maestro y el método barato tienen que estar ambos en control estadístico, ser estables, o la comparación será engañosa.

**Tabla 2x2 perfeccionada para conservar la información —comparación de dos certificadores.** Se presentan cincuenta artículos a dos certificadores, el Certificador N° 1 y el Certificador N° 2, uno detrás de otro, para determinar si ambos dan sustancialmente los mismos resultados. La certificación es una protección del cliente y también del fabricante. Cada certificador clasifica el artículo como de grado máximo o no. Los 50 ensayos se registran en dos columnas y 50 líneas, según orden de ensayo, una columna para el Certificador N° 1 y la otra para el Certificador N° 2.

En vez de trazar un punto para cada par de ensayos como en la Fig. 48, se guarda más información sobre el ensayo si se indica, en la casilla adecuada, el número del artículo por orden del ensayo. En la Fig. 49 aparece un ejemplo.

Se observará que la casilla de la parte superior derecha muestra una racha de cuatro números sucesivos (35, 36, 37, 38). La probabilidad de que esto ocurra es muy pequeña, y puede indicar que hay una causa especial de desacuerdo. Así, si (e.g.) 1 ensayo de cada 10 cae en esta casilla, la probabilidad de que aparezca una racha de cuatro puntos sucesivos sería sólo de  $(1/10)^3$ .

Certificador N.º 2	Certificador N.º 1											
	Grado máximo					No grado máximo						
Grado máximo	5	15	17	18	19	20	1	14	35	36	37	38
	21	22	25	26	27	29	41	42				
	30	32	33	34	39	43						
	44	45	48									
No grado máximo	4	49	50				2	3	6	7	8	9
							10	11	12	13	16	23
							24	28	31	40	46	47

Fig. 49. Tabla 2x2 para los ensayos de 50 artículos realizados por dos certificadoros. Se indica el número del artículo. La diferencia entre esta figura y la anterior es que en ésta se indica el número del artículo.

**Posible utilización de un método barato para cribar.** A veces puede ser útil para los ensayos un plan que es bien conocido en las encuestas de morbilidad<sup>14</sup>. Supongamos que los cálculos indiquen que  $pk_2 > k_1$ ; esto es, que la inspección al 100 por 100 de una pieza supone un coste total mínimo. Se dispone de un ensayo barato, y que se puede ajustar para que no acepte ninguna pieza que hubiese rechazado el ensayo maestro. Primero cribamos  $n$  piezas con el ensayo barato, y entonces dividimos el lote en dos clases, aceptable y no aceptable, siendo  $n_1$  y  $n_2$  los números tal como se indican en la Tabla 3.

Tabla 3. *Ensayo barato*

Total:	$n$
Aceptable:	$n_1$
No aceptable:	$n_2$

<sup>14</sup> Aaron Tenenbein, «A double sampling scheme for estimating from binomial data with misclassifications», *Journal of the American Statistical Association* (1970): 1350-1361; idem, «A double sample scheme for estimating from misclassified multinomial data with applications to sampling inspection», *Technometrics* (1972): 187-202; W. Edwards Deming, «An essay on screening, or on two-phase sampling, applied to surveys of a community», *International Statistic Review* 45 (1977):29-37; Martin Roth y Valerie Cowie, *Psychiatry, Genetics and Pathology: A Tribute to Eliot Slater* (Gaskell Press, Londres, 1979), pp. 178-187. Ver también Peter Giza y Emmanuel P. Papadakis, «Eddy current tests for hardness certification of gray iron castings», *Materials Evaluation* (37). Estoy agradecido al Instituto Psiquiátrico del Estado de Nueva York por haber tenido el privilegio de trabajar allí en unos proyectos que utilizaron la teoría aquí presentada; también al Dr. Papadakis y al Dr. Tenenbein por las estimulantes observaciones sobre su aplicación.

Podemos poner con seguridad en producción las  $n_1$  piezas que el ensayo barato clasificó como aceptadas. (Hemos supuesto que hemos ajustado el ensayo barato para que así sea.) A continuación, sometemos al ensayo maestro las  $n_2$  piezas no aceptadas por el ensayo barato. Los resultados están en la Tabla 4.

**Tabla 4.** *Ensayo maestro*

Total:	$n_2$
Aceptable:	$n_{21}$
No aceptable:	$n_{22}$

Si el coste de ensayar las  $n_2$  piezas por el método maestro no es demasiado elevado, este plan puede suponer unos ahorros que merece la pena tener en cuenta. Los cálculos son sencillos. Sea

$k_1$  = coste de ensayar una pieza con el método maestro

$k'_1$  = coste de ensayar una pieza con el método barato

El cribado ahorraría por tanto

$$\begin{aligned} D &= nk_1 - nk'_1 - n_2k_1 = \\ &= n(k_1 - k'_1 - k_1n_2/n) \end{aligned}$$

la cantidad entre paréntesis es la diferencia por unidad. Cojamos las siguientes cantidades de ejemplo,

$$k_1 = 1,20\$$$

$$k'_1 = 0,10\$$$

$$n_2/n = 0,04\$$$

Entonces la diferencia sería

$$\begin{aligned} D &= n(1,20 - 0,10 - 0,4 \times 1,20) = \\ &= 62 \text{ centavos} \end{aligned}$$

lo que representa unos ahorros de alrededor del 50 por 100.

**Ventajas de utilizar una escala para comparar.** Si las medidas se hacen en algún tipo de unidades, tales como centímetros, gramos, segundos, amperios, libras por pulgada cuadrada, o de otro tipo, se podría utilizar un método más eficiente de comparación. Se pueden entonces trazar los resultados de las  $n$

medidas en el plano  $x, y$ . La Fig. 50 contiene cuatro ejemplos de las comparaciones posibles entre el método de ensayo barato y el maestro. Aquí será suficiente un valor mucho más pequeño de  $n$  para tomar una decisión. Los puntos sobre la diagonal de  $45^\circ$  indican que hay acuerdo entre los dos métodos. Los puntos por fuera de esta línea indican desacuerdo. El estudio del gráfico indicara rápidamente dónde difieren los dos métodos, y cuánto. El ajuste del método barato para que coincida mejor con el método maestro será algo obvio para una persona que conozca y sea hábil con el uso de los dos métodos<sup>15</sup>.

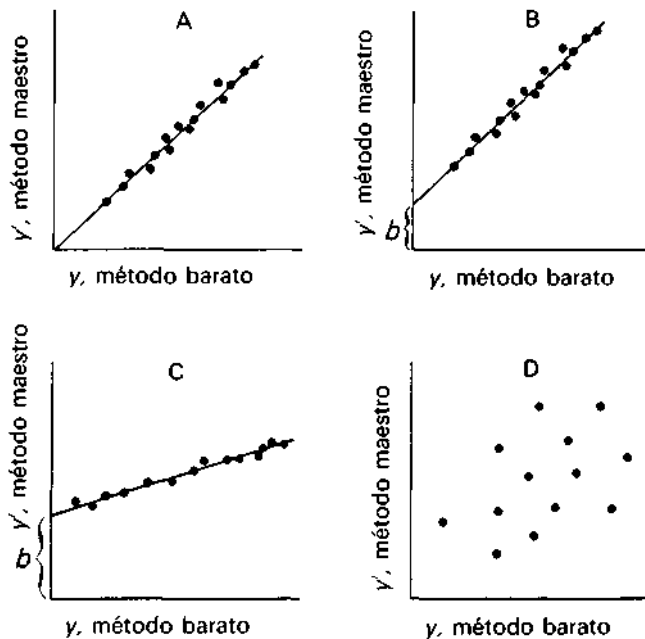


Fig. 50. Comparación entre el método maestro y el método barato. Un punto del gráfico resulta de la medición de un artículo por ambos métodos. Un punto sobre la recta de  $45^\circ$  indica un acuerdo perfecto. (A) Los puntos caen cerca o sobre la recta de  $45^\circ$ . Aquí los dos métodos concuerdan bien. (B) La pendiente de la recta es casi de  $45^\circ$  pero no pasa por el origen. Un pequeño ajuste hará que los dos métodos concuerden bastante bien. (C) La pendiente de la recta se aleja bastante de los  $45^\circ$  y no pasa por el origen. Puede que unos ajustes sencillos hagan concordar los dos métodos. O podría utilizarse una fórmula sencilla para corregir el método barato. (D) Los puntos están desperdigados por el gráfico, lo que indica que hay problemas serios.

<sup>15</sup> John Mandel y T.W. Lashof, «The interlaboratory evaluation of testing methods», que es un capítulo del libro *Precisión Measurement and Calibration*, editado por Harry H. Ku, Publicación Especial 300 de la Oficina Nacional de Estándares (Oficina de Publicaciones del Gobierno de los EE.UU., Washington, 1969), págs. 170-178. Ver también en el mismo libro P.E. Pontius y Joseph M. Cameron, «Realistic uncertainties and the mass measurement process», pp. 1-20; y Churchill Eisenhart, «Realistic evaluation of the precision and accuracy of instrument calibration systems», pp. 21-47.

Otra posibilidad, con la sencillez de la parte B de la Fig. 50, es dejar el método barato sin ajustar y convertir sus lecturas al método maestro. De este modo, sea

$y'$  = una medida suministrada por el método maestro.

$y$  = una medida suministrada por el método barato, del mismo artículo.

$m$  = pendiente de la línea que más se ajusta a la relación (que se supone que es lineal) entre los dos métodos.

$b$  = intersección con el eje  $y'$ .

La conversión adecuada sería  $y' = y + mb$  en la parte B de la Fig. 50.

A propósito, la concordancia entre los dos métodos no quiere decir que sean ambos correctos. El acuerdo simplemente significa que existe un sistema de medida. La parte C de la Fig. 50 es interesante. Tal como está dibujada (con una pendiente inferior a los  $45^\circ$ ), la recta indicaría que el método barato es más sensible que el método maestro. Si esta superioridad se mantiene, deberíamos descartar el método maestro y utilizar el método barato, después de ajustado. (Aportado por Peter Clarke de Hammersdale, Natal, durante un seminario en Cape Town, en Noviembre de 1983.) Una pendiente mayor de  $45^\circ$  indicaría que el método barato es menos sensible, lo que es lo habitual. Se puede entonces ajustar el método barato al método maestro, convirtiéndolo con la ecuación  $y' = my + b$ , siendo  $m$  la pendiente de la recta.

En la Sección B-3 del *Statistical Quality Control Handbook* producido y publicado por la Western Electric Company en 1956 se hace un tratamiento excelente de la precisión de los instrumentos y de los errores de medida. (Ver la referencia al final del Capítulo 11.)

**Riesgos del consenso en la inspección.** El consenso que hay después que todo el mundo ha tenido ocasión de ofrecer sus puntos de vista y de hacer preguntas, sin temores, seguros (p. 46), aporta las ventajas del trabajo de todo el equipo, más las ventajas de la interacción del aprendizaje de unos a otros.

Desgraciadamente, el consenso en la inspección o en cualquier otra parte, puede querer decir tan sólo que una cabeza dominó a las demás, y que el consenso es tan sólo la opinión de una persona.

Por ejemplo, dos médicos pueden consensuar respecto a un paciente —está mejor, igual o peor. Puede que el informe contenga sólo la opinión del médico más viejo, ya que el más joven está satisfecho de tener el privilegio de acompañar a éste y de escuchar cualesquiera palabras sabias que pueda pronunciar. La relación cordial entre las dos personas podría acabarse si el más joven tuviese demasiadas ideas. Quizás el más joven es un interno. No se atreve a correr el riesgo de perder su nombramiento el año que viene, así que está de acuerdo con cualquier cosa, y se cuida mucho de hacer preguntas.

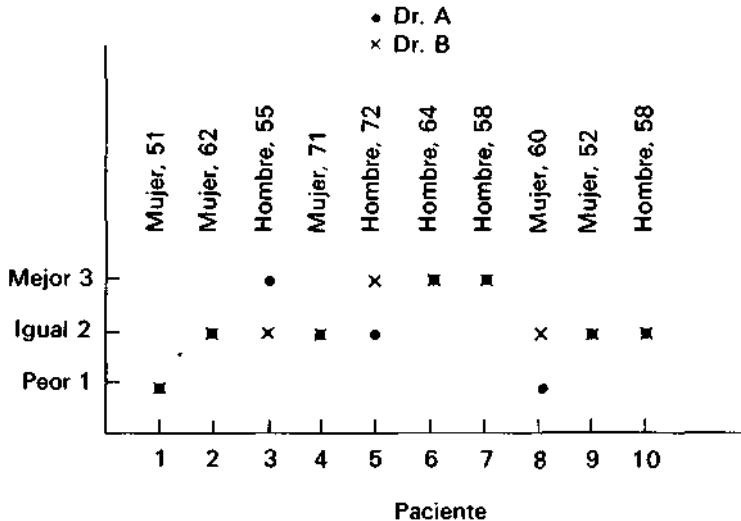
Un plan mejor consistiría en que cada persona anotase su propia opinión respecto de cada paciente —mejor, igual o peor. Entonces, cuando sea conveniente, se comparan las notas. El joven podría entonces, sin enfrentamientos,

preguntar sobre cualquier paciente con el que hubiera desacuerdo o acuerdo. En otras palabras, el sistema sugerido aquí elimina el temor del joven a hacer preguntas. Un gráfico sencillo como el de la Fig. 51 mostrará los acuerdos y los desacuerdos. (Sugerido por el autor, y aceptado, cuando trabajaba de consultor para el Dr. Franz J. Kallmann, ya fallecido, en el Instituto Psiquiátrico del Estado de Nueva York, alrededor de 1960.)

Unas sencillas anotaciones sobre el gráfico, tales como la edad y el sexo del paciente, indicarían en qué puede necesitar ayuda el joven.

A propósito, la buena conformidad entre los resultados independientes de las dos personas sólo querría decir que tienen un sistema. No querría decir que los dos tienen razón. No existe una respuesta correcta a excepción de cuando los métodos han sido acordados por expertos.

**Comparación de dos inspectores.** Durante años dos inspectores de cueros habían registrado la opinión consensuada de los dos sobre cada fardo de cuero que se cogía de muestra para inspeccionar un cargamento de fardos en recepción. Cuando lo hablamos, entendieron rápidamente el riesgo del consenso y que era necesario disponer de datos individuales para que pudieran comparar los resultados y aprender uno del otro si los resultados eran divergentes.



**Fig. 51.** Registro de las opiniones de dos médicos, paciente por paciente. El estudio de las coincidencias y los desacuerdos, por tipo de paciente, puede ayudar a los dos a que comprendan mejor lo que están haciendo y a que lleguen a estar completamente de acuerdo.



El fardo de cuero se clasificaba como 1, 2, 3, 4, o 5, siendo el N° 1 el mejor. El plan a que se llegó fue éste:

1. Cada inspector seleccionará un fardo de cada cargamento. Se coje un fardo de arriba, del medio, de abajo, repartiendo la selección. (Esto sería lo que ya hemos llamado muestreo mecánico, no por uso de números aleatorios.)
2. Cada inspector examinará independientemente el fardo que ha seleccionado, y anotará el resultado.
3. Los dos inspectores independientemente examinarán y anotarán los resultados para cada fardo número 20. Se turnarán para seleccionar el fardo.
4. Se llevan los resultados a un gráfico, del que se muestra una sección simplificada en la Fig. 52.

Las diferencias entre los dos conjuntos de resultados podrían deberse a dos cosas: (a) diferencias entre las dos personas; (b) diferencias entre las muestras. Hasta el momento (casi un año) los resultados indican que no hay una diferencia apreciable. Un inspector no anda lejos del otro. En el fardo 20 que inspeccionan ambos rara vez hay desacuerdo. Otras aplicaciones han demostrado que hacen falta definiciones mejores.

Nuevamente, como ya se ha puesto de relieve en otras partes, su concordancia no quiere decir que estén anotando los valores correctos sino simplemente que su muestreo e inspección constituyen un sistema de clasificación.

**Más observaciones sobre la representación gráfica.** El plan de representación de las Figs. 51 y 52 se puede adaptar fácilmente para cuatro o cinco inspectores. (Seis inspectores crean un problema en la multiplicidad de los

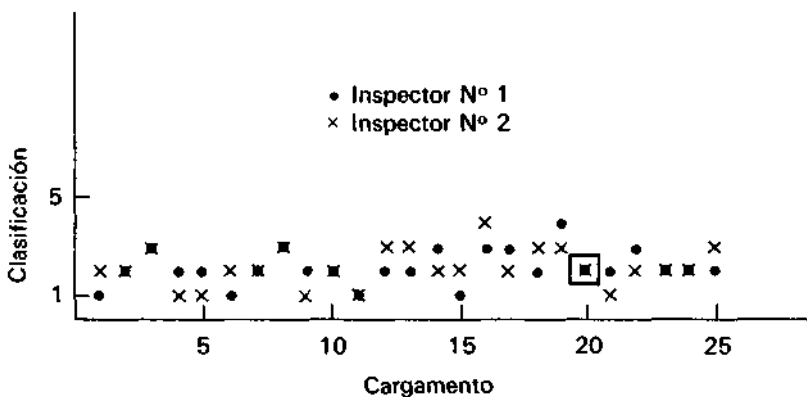


Fig. 52. Esquema de la exposición de los resultados de dos inspectores que trabajan independientemente. El gráfico no indica divergencia. El cuadrado alrededor del punto 20 quiere decir que, por acuerdo, ambos inspectores examinaron el mismo fardo de cueros.

símbolos.) Yo también he utilizado el mismo plan para indicar con tres símbolos ( $\bullet$ ,  $\circ$ ,  $\times$ ) las características de calidad logradas en una fase posterior con el material sacado (1) al principio de un calentamiento, (2) a la mitad, (3) al final. En un caso real, los tres símbolos aparecieron en la misma relación vertical durante 12 calentamientos, a excepción de un empate entre  $\circ$  y  $\times$ . Esta relación repetida indicó la posibilidad de (a) no haber mezclado bien los componentes en la calefacción, o (b) que la mezcla envejecía considerablemente durante la producción.

## EJERCICIOS

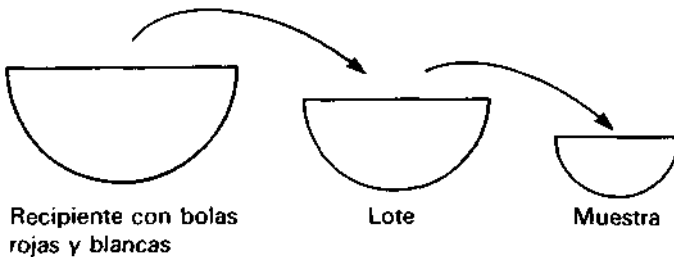
*Ejercicio 1.* Tenemos: un recipiente con bolas rojas y blancas,  $p$  es la proporción de rojas,  $q$  la de blancas (Fig. 53).

Paso 1. Sacar un lote de tamaño  $N$  por medio de los números aleatorios con reposición. Resultado:

$N$  total  
 $X$  rojas  
 $N - X$  blancas

Paso 2. Sacar del lote una muestra de tamaño  $n$  por medio del uso de números aleatorios sin reposición. Resultado:

<p>En la muestra</p> <p style="text-align: center;"><math>n</math> total</p> <p style="text-align: center;"><math>s</math> rojas</p> <p style="text-align: center;"><math>n - s</math> blancas</p>	<p>En el resto</p> <p style="text-align: center;"><math>N - n</math> total</p> <p style="text-align: center;"><math>r = X - s</math> rojas</p> <p style="text-align: center;"><math>N - n - r</math> blancas</p>
--	--



**Fig. 53.** Se sacan lotes de un recipiente que contiene bolas rojas y blancas. Luego se saca una muestra del lote. Al restituir al lote cada bola que se saca se asegura una proporción constante  $p$  en el lote antes de sacar cada muestra.

Paso 3. Reponer en el lote las bolas de la muestra.

Paso 4. Repetir muchas veces los Pasos 1, 2 y 3, manteniendo constante el tamaño del lote y el tamaño de la muestra que de él se saca. Anotar los resultados para  $r$  y  $s$ .

Demostrar que la distribución teórica de  $r$  y  $s$  será

$$(4) \quad P(r, s) = \left[ \binom{N-n}{r} q^{(N-n)-r} p^r \right] \left[ \binom{n}{s} q^{n-s} p^s \right]$$

Conclusiones: (a) el número de bolas rojas en las muestras de tamaño  $n$ , y el número de bolas rojas en los restos, están los dos distribuidos de forma binomial alrededor de la misma proporción  $p$ ; y (b) son independientes. Esto es, el número  $r$  de bolas rojas en los restos que corresponden a las muestras con  $s = 17$  artículos defectuosos estarán distribuidos exactamente igual que las bolas rojas en los restos que corresponden a las muestras con  $s = 0$  artículos defectuosos.

Este teorema es estremecedor. Indica que si los artículos defectuosos son independientes, como casi siempre sucederá cuando el proceso está en control estadístico bastante bueno, cualquier intento de construir un plan de aceptación no conseguirá más que si se estuvieran lanzando monedas al aire para seleccionar los restos a cribar<sup>16</sup>. (Lanzar monedas al aire es bastante más barato que ensayar muestras de artículos.)

En vez de sacar una muestra de un lote, simplemente podría separarse el lote por números aleatorios en dos partes, la muestra y el resto.

*Ejercicio 2.* Si la distribución de las unidades defectuosas en los lotes es más apretada que la binomial, y si la regla para aceptar el resto se basa en el ensayo de una muestra, entonces la regla debería ser aceptar el resto tal como está cuando la muestra tiene muchas piezas defectuosas y rechazar y cribar el resto cuando la muestra tiene pocas unidades defectuosas, o ninguna, no las reglas inversas usuales<sup>17</sup>.

Una forma fácil de entender los resultados anteriores consiste en considerar la circunstancia en la que todos los lotes entran con el mismo número de artículos defectuosos exactamente. Las unidades defectuosas que no están en

<sup>16</sup> Alexander M. Mood, «On the dependence of sampling inspection plans upon population distributions», *Annals of Mathematical Statistics* 14 (1943): 415-425. La demostración de la Ecuación 4 también está en W. Edwards Deming, *Some Theory of Sampling* (Wiley, 1950; Dover, 1984), pág. 258.

<sup>17</sup> I.D. Hill, «The economic incentive provided by sampling inspection», *Applied Statistics* 9 (1960): 69-81.

el resto estarán en la muestra, y al revés. Por tanto, un número elevado de artículos defectuosos en la muestra indicará que hay un número pequeño en el resto.

I.D. Hill (1960) señaló una forma sencilla de producir lotes de calidad uniforme. Sean 20 máquinas produciendo el mismo artículo, 19 no produce defectos, y una produciendo sólo artículos defectuosos. Se coge un artículo de cada una de las 20 máquinas para hacer un lote. Entonces cualquier lote formado con un múltiplo de 20 artículos contendrá exactamente un 5 por 100 de artículos defectuosos.

No son inusuales los lotes con una calidad casi constante. Un ejemplo es el de una batería de plataformas, quizá 12. Giran para estampar una lámina metálica que pasa por la operación. Una de las plataformas está estropeada. Casi todos los artículos que estampa salen defectuosos. Las otras 11 plataformas funcionan bien. Los lotes totales producidos constituidos por 12 artículos consecutivos es casi permanentemente de 1/12 o del 8,3 por 100 de defectuosos.

*Ejercicio 3. Prueba de las reglas de todo-o-nada.* Se saca al azar (con números aleatorios) una pieza de un lote. Llámese Pieza *i*. Puede ser defectuosa o no. ¿Deberíamos inspeccionarla, o meterla directamente en la línea de producción sin inspeccionarla, sea defectuosa o no? Podemos colocar el coste medio total en una tabla adecuada (Tabla 5).

Observamos que Sí y No son iguales si  $p = k_1/k_2$ . Alexander Mood llamó a esta calidad la *calidad del punto muerto*. Con la calidad del punto muerto, el coste total es el mismo para el No y para el Sí. Seguimos observando que si  $p < k_1/k_2$ , el No dará el coste total inferior, y si  $p > k_1/k_2$ , el Sí dará un coste inferior. (Ver la Fig. 54.)

Es obvio que si llegara el peor lote (e.g.) la semana próxima caerá a la izquierda del punto muerto, y luego todos los otros lotes serán mejores, más alejados a la izquierda. Bajo esta circunstancia está claro que el coste total medio será mínimo si no se inspecciona, el Caso 1.

Si, por otra parte, el mejor lote que entra cae a la derecha del punto muerto, entonces todos los otros lotes serán peores, más a la derecha. Esto es el Caso 2. Con una inspección al 100 por 100 de todos los lotes el coste total medio será mínimo.

El coste total medio mínimo reside en la línea quebrada OCD. Para los

**Tabla 5**

<i>¿Se inspecciona la pieza?</i>	<i>Coste total medio</i>
<i>Sí</i>	$k_1 + kp + 0$
<i>No</i>	$0 + p(k_2 + k)$
<i>Sí-No</i>	$k_1 - pk_2$

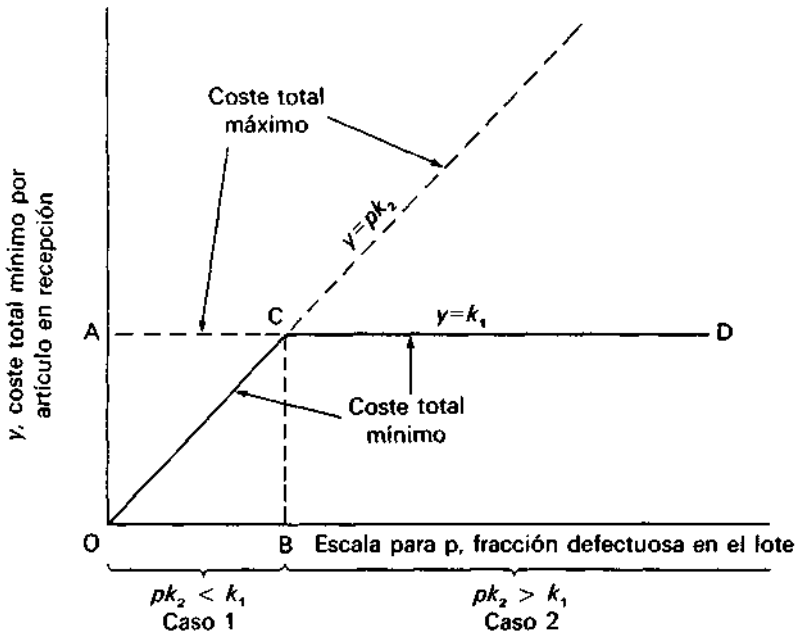


Fig. 54. Gráfico que muestra el coste total mínimo por artículo en un lote, en función de la calidad en recepción  $p$ . La fracción de unidades defectuosas mínima cae a lo largo de la línea quebrada OCD. El punto C corresponde a la calidad del punto muerto, Punto B, donde  $p = k_1/k_2$ . El coste total es máximo si se hace una inspección al 100 por 100 cuando la no inspección daría un coste total mínimo, y viceversa.

valores de  $p$  próximos al punto B, el punto muerto, la diferencia entre no inspeccionar y la inspección al 100 por 100 será insignificante.

*Ejercicio 4. Coste total medio mínimo para las piezas múltiples*<sup>16</sup>. Sea un total de  $M$  piezas. Sea  $p_i$  la fracción media de unidades defectuosas para la pieza  $i$ , y  $k_i$  el coste de inspeccionar una pieza. El coste adicional si falla el montaje se llamará  $K$ , suponiendo que sea el mismo para una pieza que para otra. (Tenemos que cambiar un poco los símbolos, ya que ahora necesitamos  $k_2$  para designar el coste de inspeccionar la pieza N° 2.) ¿Inspeccionaremos todas las piezas, o sólo unas pocas? Si sólo unas pocas, ¿Cuáles? Utilizar la aproximación de la Ecuación 3, pág 330.

La diferencia entre los dos planes se inclinará a favor del Plan 2 en la cantidad

$$\sum_1^{m-1} (k_i + Kp_i)$$

<sup>18</sup> Este ejercicio fué aportado por el Dr. P.S. Dietz y el Dr. E.L. Chase de AT&T Technologies, Merrimack Valley, Mass.

¿Qué piezas deberíamos inspeccionar, y cuáles no, para minimizar el coste total? En otras palabras, ¿qué podemos hacer para que la diferencia entre los dos planes sea máxima? La respuesta es obvia. Dispongamos los  $M$  términos de la serie

$$k_i - Kp_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, M$$

en orden descendiente de magnitud. El primer término será positivo, luego irá descendiendo, cruzará el cero, y seguirá descendiendo. Para que el coste total medio sea mínimo, el sumatorio escrito más arriba tiene que ser tan grande como sea posible. Consiguientemente la regla para que el coste total medio sea mínimo es:

1. No inspeccionar las piezas para las que  $k_i - Kp_i$  es positiva.
2. Inspeccionar todas las demás, aquellas para las que  $k_i - Kp_i$  es negativa.

<i>Plan</i>	<i>Coste total medio</i>
1. Inspeccionar todas las piezas.	$\sum_1^M k_i + 0$
2. Inspeccionar sólo las piezas $m, m + 1, m + 2, \dots, M$ .	$\sum_m^M k_i + K \sum_1^{m-1} p_i$

Hay que trabajar con todos los proveedores para lograr el control estadístico de todas las piezas y para reducir las  $p_i$ . El éxito en esta tarea reducirá el coste total, y puede admitir, de vez en cuando, la transferencia de alguna pieza que se inspecciona a no inspeccionarla.

*Observación 1.* El desplazamiento desde el valor casi negativo al valor casi positivo tan sólo reducirá los costes ligeramente, pero un desplazamiento elevado —desde muy negativo a muy positivo— traerá una reducción sustancial en el coste.

*Observación 2.* Podríamos decir que cada pieza tiene una calidad de punto muerto definida por  $p_i = k_i/K$ . Así resulta que los resultados para las piezas múltiples sólo repiten el Plan 1 y el Plan 2 para una sola pieza.

*Observación 3.* Una pieza cuya distribución de la fracción de unidades defectuosas anda a caballo sobre su propia calidad de punto muerto se tratará de la misma manera que una sola pieza.

*Observación 4.* Hacer la inspección al 100 por 100 para cualquier pieza que no está en control estadístico bastante bueno —y desde luego si está en estado de caos.

*Ejercicio 5.* (Objetivo: demostrar que cuando la calidad en recepción reside predominantemente de manera fiable en un lado de la calidad de punto muerto, si

*se adopta cualquier plan de inspección que no sea el de las reglas de todo-o-nada se corre el riesgo de incrementar los costes globales.*) Supongamos que inspeccionamos la fracción  $f$  de lotes de artículos en recepción cuya promedio de unidades defectuosas es  $p$ . Los artículos se seleccionarán aleatoriamente (i.e., con números aleatorios). Entonces el coste total medio por artículo de la inspección del material en recepción y el coste adicional de reparar y volver a ensayar un montaje que falló debido a la presencia de un artículo defectuoso será

$$(5) \quad y = fk_1 + (1 - f)pk_2 \quad (\text{se desprecia el coste } kp)$$

La pregunta es qué valor tiene que tener/para que  $y$  sea mínimo. Primero observamos que  $y = k_1$  independientemente de/en el punto en que  $p = k_1/k_2$  (el punto muerto).

A la izquierda del punto muerto,  $p < k_1/k_2$ . Es conveniente volver a escribir la Ecuación 5 en la forma

$$(6) \quad y = pk_2 + f(k_1 - pk_2)$$

Obviamente, si hacemos que  $f$  varíe entre 0 y 1 a la izquierda de la calidad del punto muerto,  $y$  variará desde su valor mínimo  $pk_2$  a  $k_1$ . Esto es, cualquier inspección en la región de la izquierda del punto muerto ( $p < k_1/k_2$ ) incrementará el coste total. Se puede ver fácilmente que un plan de aceptación en esta región puede duplicar o triplicar el coste total mínimo.

Para investigar el lado derecho del punto muerto, donde  $p > k_1/k_2$ , volvemos a escribir la Ecuación 5 en la forma

$$(7) \quad y = k_1 + (1 - f)(pk_2 - k_1)$$

Si hacemos que  $f$  varíe entre 0 y 1 en esta región,  $y$  variará de  $pk_2$  hasta su valor mínimo  $k_1$ . Esto es, la inspección al 100 por cien en la región de la derecha de la calidad de punto muerto proporciona un coste total mínimo. La inspección inferior al 100 por 100 (i.e.  $f < 1$ ) elevará el coste total medio por encima del mínimo.

En la página 335 se hizo referencia a un ejemplo facilitado por William J. Latzko. Vamos ahora a otro ejemplo.

*Ejemplo ilustrativo.* Una compañía recibe un sustrato de aluminio en lotes de 1000 piezas, para utilizarlo en la fabricación de discos duros. El primer paso cuando se recibía un lote había consistido en someter a un examen visual una muestra de 65 piezas sacadas del lote por números aleatorios. La experiencia indica que una pieza en recepción que no pasa el examen visual ocasionaría, si se metiera en producción, que fallara el disco acabado. Cualquier pieza de sustrato que no pasaba el ensayo visual se sustituía por otra buena.

La proporción media de piezas que no pasaban el ensayo visual había estado alrededor de 1 en 40, o de 0,025. La norma era de rechazar un lote si

cinco o más piezas de la muestra no pasaban (5 era el límite superior 3-sigma). El registro indicó que se rechazaban muy pocos lotes: se podía esperar un estado de control estadístico moderado para el futuro inmediato.

La proporción media de piezas defectuosas según los defectos visuales, que se metían en producción era por tanto de  $0,025 - (65/1000) \times 0,025 = 0,023$ .

El coste del ensayo visual es de 7 centavos por pieza, completamente asignado.

El uno por 100 de las piezas se estropean durante la manipulación para prepararlas para la inspección visual, y durante la inspección misma.

El ensayo que acabamos de describir es sólo para los defectos visuales. Los otros defectos que no se detectan durante la inspección visual hacen que un disco acabado entre 100 falle en el ensayo final. Este es un gasto general, común y constante independiente de la proporción de las piezas en recepción que se someten a la inspección visual; por tanto lo omitimos en la tabla de costes de más abajo.

El valor añadido al hacer el disco acabado es de 11\$. El coste del sustrato es de 2\$; 13\$ en total. Se puede reclamar el sustrato de un disco acabado que está mal; por tanto las pérdidas por un disco acabado son de 11\$, despreciando el coste de la reclamación. Sea

$f$  = proporción inspeccionada según el plan descrito  
(=  $65/1000 = 0,065$ ).

$k_1$  = coste de la inspección visual de una pieza (= 7 cent).

$B$  = coste de una pieza de sustrato (= 2\$).

$k_2$  = valor añadido (= 11\$) al fabricar una pieza.

$p$  = calidad media en recepción en función de los defectos visuales detectables (=  $0,025$ ).

$p'$  = proporción media de discos perdidos a causa de los fallos no visuales (=  $0,01$ ).

$p''$  = proporción media de piezas que se meten en producción según el plan descrito, pero que no pasarían el ensayo visual si se hubiesen inspeccionado ( $0,025 [1-65/1000] = 0,023$ ).

$F$  = proporción de piezas estropeadas durante la preparación para la inspección visual, y la inspección visual misma (=  $0,01$ ).

Podemos preparar ahora la Tabla 6 para predecir los costes.

*Conclusión.* El margen de la diferencia entre la inspección al 100 por 100 y el plan en uso es tan amplia que habría que recomendar un cambio inmediato. Esta recomendación seguiría siendo válida al enfrentarse con unas desviaciones considerables de las proporciones de unidades defectuosas y de los costes utilizados en la tabla de la página siguiente.

Mientras tanto, hay que seguir haciendo un esfuerzo conjunto con el proveedor para mejorar la calidad de las piezas de recepción, con la esperanza de



Tabla 6

Plan	Coste medio por pieza en recepción			Total
	Inspección visual	Daños al sustrato por manipulación	Fallo del disco acabado	
Tal como se hace	$fk_1 = 0,065 \times 7 \text{ cent.} = 0,46 \text{ cent.}$	$0,01 \times 200 \text{ cent.}$	$(p'' + 0,01)k_2 = (0,023 + 0,01) k_2 = 0,033 \times 1100 \text{ cent.}$	39 cent.
Inspec. visual al 100%	$k_1 = 7 \text{ cent.}$	$0,01 \times 200 \text{ cent.}$	$(0 + 0,01) k_2 = 0,01 \times 1100 \text{ cent.}$	20 cent.
Sin inspec. visual	0	$0,01 \times 200 \text{ cent.}$	$(0,025 + 0,01) k_2 = 0,035 \times 100 \text{ cent.}$	40 cent.

cruzar el punto muerto hasta alcanzar la inspección visual cero, para proteger esta operación y la manipulación de las piezas.

*Observación:* La calidad del punto muerto no es aquí la simple fracción  $k_1/k_2$  como lo había sido hasta ahora, pero no nos detenemos en esta complicación.

*Ejercicio 6.* Demostrar la futilidad de la siguiente regla establecida para los proveedores de una gran empresa:

Debido a nuestra dependencia de la inspección por muestreo para determinar la aceptabilidad del material suministrado, una pieza defectuosa rechazará el lote completo.

*Comentarios:* (1) lo que ocurre en realidad es que la mayoría de los lotes se pasan directamente a producción, con o sin inspección. El cliente no puede esperar que se haga más inspección ni a que se devuelva al proveedor. (2) Si  $k_1 > pk_2$ , entonces la inspección de muestreo incrementará el coste total por encima del mínimo cuando no hay inspección. ¿Por qué incrementar los costes? (3) Si  $k_1 < pk_2$ , entonces la inspección al 100 por 100, no la inspección por muestreo, minimizará el coste total. Igualmente ¿por qué incrementar los costes? (4) Si la distribución de la calidad del material en recepción está muy fuera de control y va a caballo del punto muerto, la mejor solución sería hacer una inspección al 100 por 100 o utilizar las reglas de Joyce Orsini (p. 322). Y luego salir de este estado deplorable. Trabajar con el proveedor para mejorar la calidad y estar en el Caso 1 ( $k_1 < pk_2$ ), y seguir mejorando hasta lograr cero defectos, si es posible. (5) En resumen, el requisito citado está desfasado y es ineficaz, y asegura una mala calidad a un coste elevado.

*Ejercicio 7. Evaluación de k.* Suponemos que el coste de inspeccionar una pieza sacada de la provisión  $S$  es el mismo que el coste habitual de inspeccionar

una pieza sacada de un lote de tamaño  $N$ . Sea  $x_i = 1$  si la pieza es defectuosa; 0 si no lo es. Supongamos que  $x_i = 1$ ; entonces resulta que la Pieza  $i$  es defectuosa. Tenemos que sacar entonces una de la provisión  $S$  e inspeccionarla —coste  $k_1$ . Esta también puede ser defectuosa, en cuyo caso sacamos e inspeccionamos otra, y así sucesivamente hasta que nos encontramos con una buena. Podemos indicar estas posibilidades en el árbol de probabilidad de la Fig. 55. El coste medio  $k$  será obviamente<sup>19</sup>.

$$(8) \quad k = k_1(q + 2pq + 3p^2q + \dots) = \frac{k_1q}{(1-p)^2} = \frac{k_1}{q}$$

donde

$$q = 1 - p$$

El coste medio total de inspeccionar un artículo y sustituir uno defectuoso por uno bueno será por tanto

$$k_1 + pk = k_1/q$$

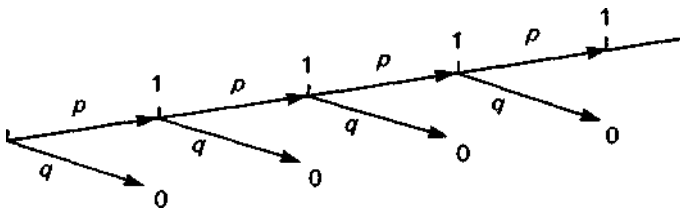
Como en la mayoría de los casos  $p$  será pequeño,  $q$  estará cerca de 1, en cuya circunstancia podemos sustituir  $k_1/q$  por  $k_1$

*Ejercicio 8.*

### Símbolos

$N$  = número de piezas en el lote.

$n$  = número de piezas en la muestra (se supone que se ha seleccionado con números aleatorios) —sustituir cualquier artículo defectuoso por uno bueno.



**Fig. 55.** La inspección de una pieza lleva con una probabilidad  $p$  a  $x_i = 1$ , defectuoso, y con una probabilidad  $q$  a  $x_i = 0$ , no defectuoso.

<sup>19</sup> Estoy agradecido a Joyce Orsini por haberme proporcionado la Ecuación 8 y también por otras ayudas técnicas en este capítulo y en otras partes del libro.

$p$  = fracción de unidades defectuosas media en recepción; este valor de  $p$  es una predicción grosera del valor medio para las próximas semanas.

$$q = 1 - p.$$

$p'$  = fracción de unidades defectuosas media en los lotes que se rechazan y se han de cribar.

$p''$  = fracción de unidades defectuosas media en los lotes que son aceptados y se introducen directamente en la línea de producción.

$k_1$  = coste de inspeccionar una pieza.

$k_2$  = coste de desmontar, reparar, volver a montar, y ensayar un montaje que falla debido a que se introdujo en la línea de producción una pieza defectuosa.

$P$  = proporción media de lotes que se mandan a cribar durante la inspección inicial (rechazados).

$Q = 1 - P$  = proporción de lotes aceptados en la inspección inicial.

Cualquiera que sea el plan de aceptación, podemos estar seguros de que

$$\begin{array}{l} P = 0 \quad \text{y} \quad Q = 1 \quad \text{si} \quad n = 0 \\ P = 1 \quad \text{y} \quad Q = 0 \quad \text{si} \quad n = N \end{array}$$

Veamos ahora que le ocurrirá al lote medio cuando pongamos el plan en acción.

$n$  piezas entrarán en la línea de producción sin defectos.

$(N - n)Q$  piezas irán directamente a la línea de producción sin ensayar, calidad media  $p$ .

$(N - n)P$  piezas se rechazarán y cribarán. Todas van a la línea de producción sin ningún defecto.

a) Demostrar que el coste medio total por pieza será

$$C = k_1 [1/q + Q(k_2/k_1)(p'' - k_1/k_2)(1 - n/N)]$$

b) Si  $p < k_1/k_2$ , entonces  $p'' - k_1/k_2$  será negativo, y conseguiremos un coste total medio mínimo estableciendo  $n = 0$  (Caso 1).

c) Si  $p > k_1/k_2$ , y si conseguimos encontrar un plan que de un  $p'' - k_1/k_2$  negativo, entonces el coste total medio será inferior al coste de la inspección al 100 por 100.

d) Pero si a pesar de nuestros esfuerzos, nuestro plan nos deja con un  $p'' - k_1/k_2$  positivo, entonces el coste total será mayor de lo que hubiera sido con una inspección al 100 por 100 de todas las piezas en recepción. Esta es la misma trampa que el Ejercicio 5 nos enseñó a evitar.

## APÉNDICE AL CAPÍTULO 15

### **Demostración empírica de la correlación cero entre el número de unidades defectuosas en la muestra y el número de unidades defectuosas en el resto cuando el proceso está en estado de control estadístico**

El experimento con las bolas rojas y blancas descrito en el Capítulo 11 (página 268) se puede modificar fácilmente para demostrar en unos pocos minutos la correlación cero entre el número de artículos defectuosos en las muestras procedentes de lotes y el número de artículos defectuosos en los restos.

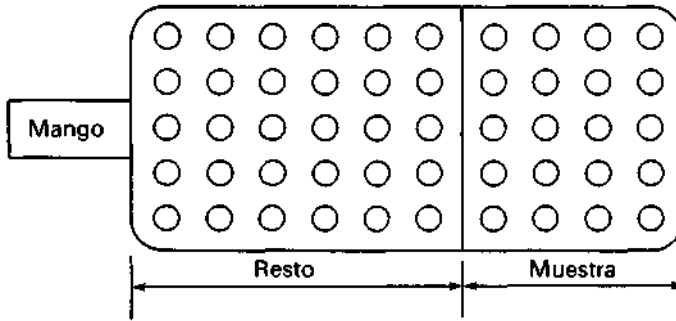
La prueba matemática se encuentra en la Ecuación 4 del Ejercicio 1 (p. 347). Los mismos experimentos demuestran la existencia de una ligera correlación entre las muestras y los lotes.

Sólo es necesario dividir en dos partes el lote de las 50 bolas del experimento, una parte será la muestra y la otra el resto (Fig. 56). Para cada lote, se cuentan y anotan el número de cuentas rojas en la muestra y en el resto; luego se restituyen a la provisión de las 50 bolas del lote. Se mezcla, y se saca un nuevo lote. Será conveniente hacer algunas anotaciones. Los lotes de un tamaño constante  $N$  vienen con unas unidades defectuosas distribuidas binomialmente alrededor de la media  $p$ . Se saca una muestra de tamaño constante  $n$  de cada lote, sin restitución. Se cuentan las unidades defectuosas en cada muestra y en cada resto. Sea  $s$  el número de unidades defectuosas en una muestra, y  $r$  el número en el resto (igual que arriba). Entonces  $s$  y  $r$  serán unas variables aleatorias, cuya distribución conjunta se indica en la Ecuación 4, p. 347. Sea

$$\begin{aligned}\hat{p} &= s/n, \text{ la proporción de las rojas en la muestra} \\ \hat{p}' &= r/(N-n), \text{ la proporción de las rojas en el resto} \\ E \hat{p} &= p \\ \text{Var } \hat{p} &= pq/n \\ E \hat{p}' &= p \\ \text{Var } \hat{p}' &= pq/(N-n) \\ \text{Cov}(\hat{p}, \hat{p}') &= 0\end{aligned}$$

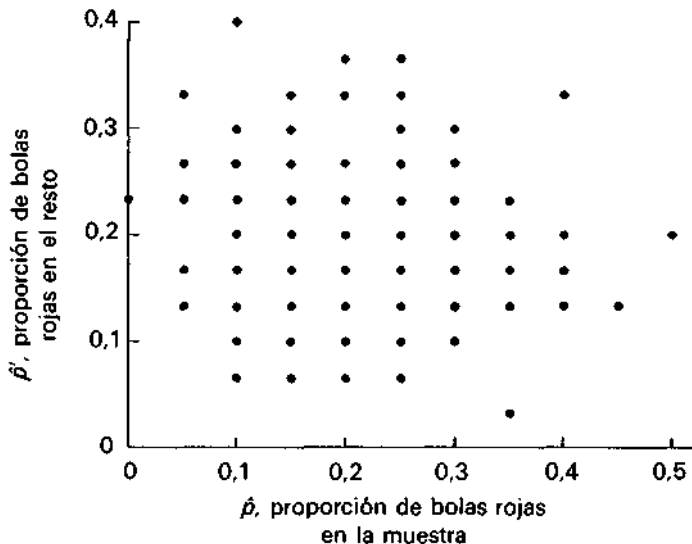
$\text{Var } \hat{p}$  y  $\text{Var } \hat{p}'$  disminuyen al aumentar  $N$  y  $n$ . Por tanto una muestra grande procedente de un lote grande suministra información sobre el número de unidades defectuosas en la población de los restos; por tanto también sobre las unidades defectuosas en los lotes.

Además, en un problema enumerativo (en el que el objetivo es conocer las características del lote a partir de la muestra) podemos aplicar la teoría del muestreo para estimar las características del lote, y para los errores estándar de estas estimaciones.

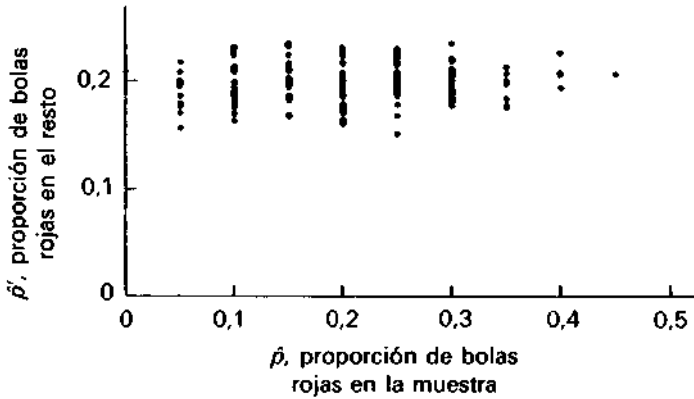


**Fig. 56.** Se saca un lote de 50 bolas mecánicamente por medio de una paleta con 50 orificios, a partir de una cantidad elevada de bolas rojas y blancas. Llamamos a 20 bolas la muestra, y a las 30 bolas el resto.

Vamos ahora a echar un vistazo a algunos de los resultados reales con unos tamaños seleccionados del lote y la muestra. Las Figs. 57, 58, 59 y 60 muestran la proporción de las bolas rojas en las muestras binomiales y los restos para unos valores seleccionados *de*  $N$  y  $n$  (que amablemente preparó mi amigo Benjamin J. Tepping, en su ordenador). La muestra y el resto son las dos, en realidad, muestras del mismo lote. Hay 100 muestras en cada trazado. Los trazados indican claramente la correlación cero entre la muestra y el resto. Sin embargo, cuanto mayor es la muestra, mejor es la estimación de la proporción de las bolas rojas en las muestras y en los restos. Así, la Fig. 60 para la muestra

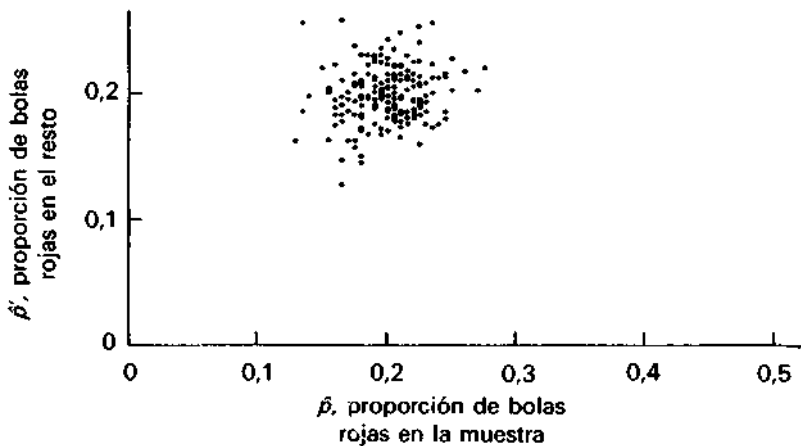


**Fig. 57.**  $N = 50$ ,  $n = 20$ . Aquí la muestra y el resto tienen un tamaño parecido, siendo de 20 y 30 respectivamente. El gráfico indica que no hay correlación entre la proporción de bolas rojas en la muestra y la proporción de bolas rojas en el resto.



**Fig. 58.**  $N = 600$ ,  $n = 20$ . Aquí la variación de la proporción de bolas rojas en el resto es claramente mucho menor que la variación en la muestra. La razón es que el resto tiene un tamaño  $N - n = 600 - 20 = 580$ , mucho mayor que el tamaño de la muestra. Otra vez aquí la correlación entre la proporción de bolas rojas en la muestra y la proporción de bolas rojas en el resto resulta ser cero.

de  $n = 1000$  y el resto de tamaño  $N - n = 9000$  indica claramente que una muestra grande suministra una buena estimación del contenido de ambos, del resto y del conjunto (muestra más resto —en este caso, recipiente con cuentas rojas y blancas), incluso aunque la muestra y el resto no estén correlacionados. Una característica sorprendente de la teoría estadística es que nos capacita para calcular, a partir de una sola muestra, si es lo suficientemente grande, el tamaño del balón que emerge de las Figs. 57-60 que contiene (e.g.), en término



**Fig. 59.**  $N = 600$ ,  $n = 200$ . Aquí vemos lo que ocurre cuando aumentamos el tamaño de la muestra a 200 y disminuimos el resto a 400. Este gráfico, como antes, ilustra una correlación cero entre la proporción de bolas rojas en la muestra y la proporción de bolas rojas en el resto.

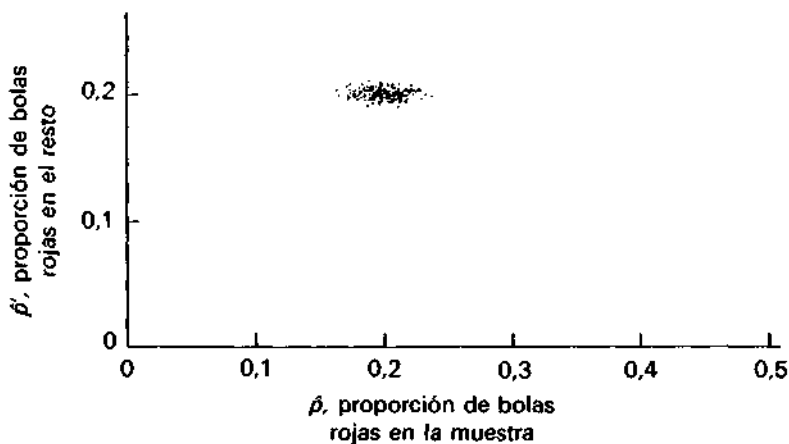


Fig. 60.  $N = 10.000$ ,  $n = 1000$ . Otra vez, no hay correlación.

medio, el 95 por 100 de los puntos. La teoría del muestreo proporciona así las estimaciones de las características del resto y del lote completo, y los errores estándar de estas estimaciones<sup>20</sup>.

## LISTA ABREVIADA DE REFERENCIAS

- George A. Barnard, «Sampling inspection and statistical decisions», *Journal of the Roy al Statistical Society*, ser.B, vol. 16 (1954): 151-171. (Discusión del teorema de Mood.)
- David Durand, *Stable Chaos*, General Learning Press, 1971. (Ver la p. 234.)
- A. Hald, «The compound hypergeometric distribution and a system of single sampling plans based on prior distributions and costs», *Technometrics* 2 (1960): 275-340. (Discusión de las distribuciones previas.)
- Statistical Theory of Sampling Inspection by Attributes*, Academic Press, 1981.
- H.C. Hamaker, «Economic principles in industrial planning problems: a general introduction», *Proceedings of the International Statistical Conference* (India, 1951) 33, pt.5 (1951): 106-119.
- «Some basic principles of sampling inspection by attributes», *Applied Statistics* (1958): 149-159. (Discusión interesante de varios enfoques.)
- I. David HUÍ, «The economic incentive provided by sampling inspection», *Applied Statistics* 9 (1960): 69-81.
- «Sampling inspection in defense specification DEF-131», *Journal of the Roy al Statistical Society*, ser.A, vol. 125 (1962): 31-87.

<sup>20</sup> Estoy agradecido a mi amigo el Dr. Morris H. Hansen por haberme hecho observar esta característica de las muestras sacadas de lotes grandes, con fines enumerativos. Ver W. Edwards Deming, «On probability as a basis for action», *American Statistician* 29, n° 4(1975): 146-152.

- Alexander M. Mood, «On the dependence of sampling inspection plans upon population distributions», *Annals of Mathematical Statistics* 14 (1943): 415-425.
- Joyce Orsini, «Simple rule to reduce cost of inspection and correction of product in state of chaos», Ph.D. dissertation, Escuela de Graduados de la Administración de Empresas, Universidad de Nueva York, 1982.
- J. Sittig, «The economic choice of sampling systems in acceptance sampling», *Proceedings of the International Statistical Conferences* (India, 1951), vol. 33, pt.5 (1951): 51-84.
- P. Thyregod, «Toward an algorithm for the minimax regret single sampling strategy», Institute of Mathematical Statistics, Universidad de Copenhague, 1969.
- B.L. van der Waerden, «Sampling inspection as a minimum loss problem», *Annals of Mathematical Statistics* 31 (1960): 369-384.
- G.B. Wetherill, *Sampling Inspection and Quality Control*, Methuen, Londres, 1969. (Ofrece un resumen conciso y excelente.)
- S. Zacks, *The Theory of Statistical Inference*, Wiley, 1971. (En la sección 6.7 trata el minimax con información parcial.)



# Organización para mejorar la calidad y la productividad

*La investigación de la teoría y la técnica estadística es necesariamente matemática, erudita y abstracta por naturaleza, y exige un cierto grado de tranquilidad y objetividad, y el acceso a una buena biblioteca matemática y estadística. Es muy importante la continuidad de tal investigación, aunque no siempre les resulta obvio a aquéllos cuyo interés se centra en las aplicaciones prácticas de la teoría ya existente. A excepción de la presencia de la investigación activa en la ciencia pura, las aplicaciones científicas tienden a caer en el camino mortal de la rutina irreflexiva, incapaz de progresar más allá de un límite predeterminado por los logros de la ciencia pura, y están en peligro constante de caer en las manos de personas que no entienden realmente las herramientas con las que están trabajando y que están desconectadas de aquéllas que sí las entienden... De hecho es bastante absurdo, aunque bastante en línea con los precedentes de los siglos anteriores, que los hombres de ciencia de gran talento sólo pueden ganarse la vida haciendo el trabajo que podrían hacer otros con menos capacidades especiales, mientras el auténtico valor de su trabajo más importante no recibe ningún reconocimiento oficial. (Harold Hotelling, Memorandum para el Gobierno de la India, 24 de febrero de 1940.)*

**Objetivo de este capítulo.** El problema central de la dirección, del liderazgo y de la producción, tal como lo expresa mi amigo Lloyd S. Nelson, y tal como ya hemos señalado en capítulos precedentes, es la incapacidad de entender e interpretar la variación.

Los esfuerzos que hacen la mayoría de las compañías y los organismos gubernamentales para mejorar la calidad y la productividad son fragmentarios,

carentes de una dirección global competente, sin un sistema integrado para mejorar continuamente. Todo el mundo, independientemente de su trabajo, necesita la oportunidad de aprender y desarrollarse. En un clima de fragmentación, las personas marchan en distintas direcciones, inconscientes de lo que están haciendo otras personas. No tienen oportunidad de trabajar por el bien de la compañía ni por su propio bien, y tienen pocas oportunidades de desarrollarse. Este capítulo suministra la orientación para que las organizaciones hagan un uso óptimo de los conocimientos, y para que las personas y los procesos se desarrollen continuamente.

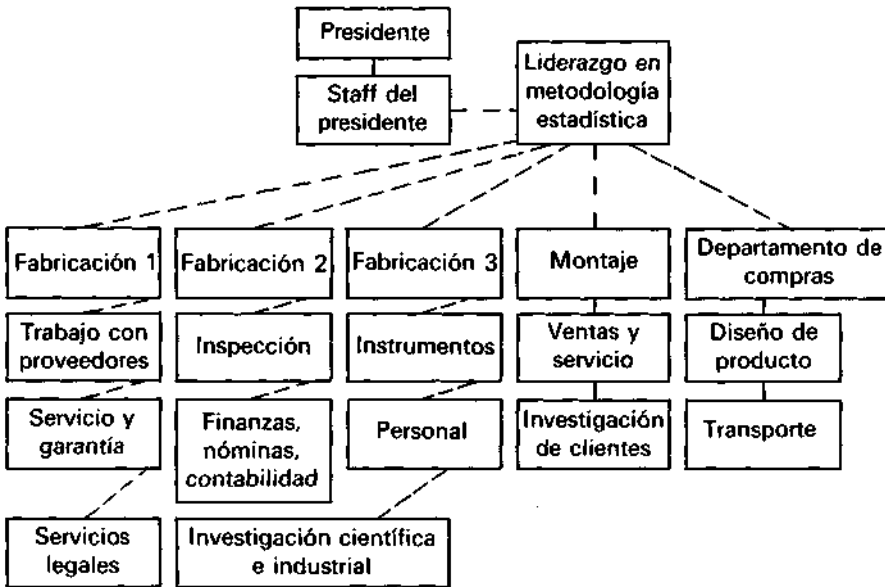
**Los conocimientos son un recurso nacional escaso.** En cualquier país los conocimientos son un recurso nacional. Al contrario que los metales raros, que no pueden ser sustituidos, la provisión de conocimiento en cualquier campo se puede incrementar con la educación. La educación puede ser formal, como en el colegio. O puede ser informal, estudiando en casa o en el trabajo. Se puede complementar y redondear con el trabajo y la revisión bajo un maestro. Una compañía, por su propia existencia, tiene que hacer uso del acervo de conocimientos que existe dentro de la misma, y tiene que saber cómo utilizar la ayuda procedente del exterior cuando ésta pueda ser eficaz.

**¿Por qué desperdiciar los conocimientos?** En los capítulos precedentes se ha deplorado el desperdicio de materiales, de esfuerzos humanos y del tiempo-máquina. Es aún más deplorable desperdiciar los conocimientos, en el sentido de que una compañía no utilice los conocimientos que están allí, y que pueden ser utilizados para su desarrollo.

**Plan sugerido.** En la Fig. 61 aparece un diagrama esquemático de la organización para la calidad y la productividad. No pretendemos aquí que encaje en ninguna compañía ni industria concreta.

Habrá un líder en metodología estadística, responsable ante la alta dirección. Tiene que ser una persona de una capacidad incuestionable. Asumirá el liderazgo de la metodología estadística en toda la compañía. La alta dirección le autorizará para participar en cualquier actividad que en su opinión sea provechosa para sus objetivos. Participará con regularidad en cualquier reunión importante del presidente y staff. Tiene el derecho y la obligación de preguntar sobre cualquier actividad, y tiene derecho a que se le den contestaciones verídicas. La elección de la aplicación que el persiga se debe dejar a su juicio, no al juicio de otras personas, aunque, desde luego, tratará de ayudar a cualquiera que le pida consejo. El no estadístico no siempre puede reconocer un problema estadístico cuando lo ve.

¿Cuáles serían las cualificaciones mínimas para este trabajo? (1) el equivalente a una licenciatura en teoría estadística; (2) experiencia en la industria o en el gobierno; (3) haber publicado artículos sobre la teoría y la práctica de la metodología estadística; (4) poseer una capacidad demostrada para enseñar y



**Fig. 61.** Plan esquemático de la organización para la calidad y la productividad. Aquí no tratamos de trazar un diagrama para una compañía en particular. Se aplica a servicios y ventas, así como a la fabricación. Este tipo de organización para la calidad y la productividad la creó el Dr. Morris H. Hansen en la Oficina del Censo, alrededor de 1940.

para conducir a la alta dirección hacia una mejora constante de la calidad y la productividad. El mismo tiene que estar constantemente mejorando su educación. Un estadístico un poco burro tiene que estar estudiando, no enseñando.

Parte de su trabajo consistirá en trabajar con las universidades en un intento de ayudarlas a que proporcionen formación en la teoría y métodos estadísticos, y para suministrarles ejemplos de aplicaciones.

La organización del trabajo estadístico en el Censo fue instituido en 1940 por el Dr. Morris H. Hansen según el plan mostrado en la Fig. 61. En 1945 ya habían reconocido todas las oficinas censales del mundo la importancia de la calidad y la productividad en el Censo. A propósito, el Censo es una organización de servicios y un organismo gubernamental.

**¿Dónde se puede encontrar a la persona adecuada?** La combinación de conocimientos y cualidades de líder es extremadamente rara, y para encontrarla hay que ser paciente y rezar mucho. Se pueden conseguir candidatos solicitándolos a unos consultores competentes. Puede que haya que entrevistar a muchos candidatos para encontrar al adecuado.

El titular que esté al frente de la metodología estadística exigirá un salario elevado. El problema consiste en encontrar a alguien competente, no en cuál será su salario.

Una persona que sea competente para ocupar la posición de líder de la metodología estadística preguntará con diligencia sobre los objetivos y la constancia en el propósito de la compañía. ¿Se toman en serio la calidad?

Cumplir la recomendación de este capítulo no es simplemente contratar a un estadístico. El titular tiene que poseer otras cualificaciones, serias y fundamentales, tal como se ha indicado más arriba.

**En la línea.** Todos los asombrosos ejemplos de este libro aparecieron porque yo estaba allí, en la línea, en el trabajo, tratando de ayudar buscando las fuentes de mejora y lo que se hacía mal. Si hubiera estado esperando que vinieran a pedirme ayuda los problemas, aún estaría esperando.

Obviamente es fundamental que en la línea, donde está la acción, haya personas con conocimientos de la teoría estadística, para que descubran las fuentes de mejora, y las cosas que se hacen mal y que otras personas no pueden ver.

¿Cuáles deberían ser las cualificaciones de estas personas? Preferiblemente las mismas que las del líder, pero en la práctica, un poco inferiores.

Puede ser necesario, debido a la carencia de estadísticos, colocar dos o más actividades bajo un estadístico, pero ha de ser decisión del líder estadístico.

Para las personas en la línea, que trabajan en las distintas divisiones, examine sus propios recursos. Se pueden encontrar dentro de la compañía licenciados en teoría estadística, o en matemáticas, o en probabilidad, que estén predispuestos a completar su educación y experiencia bajo una dirección competente, y quienes disfrutan enseñando. Algunas personas estarán cualificadas por su autoformación.

Está claro que no funcionará ningún plan —ni siquiera el propuesto aquí— sin la competencia y la confianza de un liderazgo estadístico, y sin personas dentro de las divisiones que tengan el deseo ardiente de mejorar su trabajo.

El estadístico que esté en la línea tiene que ser aceptado por el jefe de la línea, pero la eficacia de su trabajo será juzgada por el líder de la metodología estadística. Con este plan, no se puede promocionar a una persona por justificar unos procedimientos estadísticos propuestos por la división. El líder de la metodología estadística tiene que estar a mano para asistir al estadístico de una división y al jefe de la división, respecto de cualquier problema que surja, o de cualquier divergencia de opinión. El opera enseñando y orientando.

Es cierto que el estadístico de una división es responsable frente a dos personas —el jefe de la división para los procedimientos y análisis día a día, y el líder estadístico de su trabajo estadístico y su educación. No obstante, el plan no crea problemas.

Las ventajas del plan que se recomienda aquí no se pueden cuestionar.

Funciona. Cualesquiera otros planes que yo he visto han fracasado en servir a los intereses de la compañía y han traído el desencanto.

**Ejemplos de otras relaciones como las de las líneas de trazos.** De hecho existe una relación paralela como las de las líneas de trazos en prácticamente todas las corporaciones<sup>1</sup>. El vicepresidente y jefe financiero (VP/JF), que informa directamente al presidente o al jefe ejecutivo, es el responsable de la situación financiera de la corporación. En cada instalación destinada a fabricación hay un interventor local que es responsable de la situación financiera (presupuesto, gastos de operación) relativa a dicho local específico. Este informa conjuntamente al VP/JF y al gerente de la instalación. Por ejemplo, los presupuestos se establecen en la planta, y el gerente de planta informa al interventor local del grado en que se cumplen. Pero debido a la naturaleza compleja de los procedimientos contables e impuestos, la dirección financiera de la planta la suministra el VP/JF. Los aspectos técnicos de la situación los dirige el VP/JF, y el gerente de la instalación dirige las responsabilidades administrativas. Nadie cuestiona el valor o la necesidad de esta organización, y no surge ningún problema del hecho de que el interventor local de la planta informe a las dos personas. Los directivos de ingeniería, investigación y desarrollo, ambiente, salud, departamento legal y seguridad constituyen otros ejemplos de puestos que requieren unas estructuras de información duales.

**Logros en la Oficina del Censo.** Los artículos y libros surgidos del Censo de los EE.UU. han hecho que todos los estudios sociales y demográficos del mundo utilicen unos métodos mejores de muestreo, se reduzcan los errores no debidos al muestreo, y sea mejor el diseño de las investigaciones, así como la realización de censos completos, todo ello mejorando continuamente la calidad de los datos y reduciendo continuamente los costes.

Para apreciar el método del Censo, uno no tiene más que recordar que los resultados de la *Investigación de la Población Actual* (Current Population Survey), que incluye el *Informe Mensual sobre la Mano de Obra* (Monthly Report on the Labor Forcé), se utilizan y aceptan ampliamente. Es este un censo mensual en miniatura de alrededor de unos 55.000 domicilios, que realiza la Oficina del Censo utilizando los procedimientos estadísticos más avanzados. El Censo también realiza, mensual, trimestral o anualmente, muchos otros censos en miniatura —por ejemplo, los estudios sobre la salud y el uso que hacen las personas de las instalaciones sanitarias, de vivienda, viviendas vacantes, viviendas que se comienzan a construir, ventas al por menor, fabricación.

**Observaciones adicionales sobre la educación necesaria en la industria.** La industria en América (como dijo Shewhart<sup>2</sup>) necesita miles de ingenieros, qui-

<sup>1</sup> Agradezco al Dr. Harold S. Haller por su contribución a este párrafo.

<sup>2</sup> Walter A. Shewhart, *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* (Escuela de Graduados, Departamento de Agricultura, Washington, 1939; Dover, 1986) Capítulo 7.

micos, doctores en medicina, agentes de compras y gerentes con una mentalidad estadística. Afortunadamente, cualquier persona de estas puede aprender a utilizar en muchos problemas unos métodos sencillos pero potentes de estadística, y puede entender los principios estadísticos que hay detrás de los mismos, sin ser un estadístico. Sin embargo, es necesaria la orientación dada por un estadístico teórico. Sin tal orientación, arraigan unas prácticas erróneas y costosas, y se pueden pasar por alto algunos problemas de producción y distribución.

Existe un paralelismo entre los estadísticos y el trabajo estadístico por una parte, y la medicina y la salud pública por la otra. Millones de personas han aprendido a utilizar unas reglas y prácticas de salud pública, y comprenden los principios básicos de la infección, dietas, y ejercicio. Miles de personas han aprendido a prestar los primeros auxilios sin ser doctores en medicina. Miles de personas realizan pruebas médicas y psicológicas, y ponen vacunas, bajo la dirección de médicos y psicólogos. Todos vivimos más y mejor gracias a las contribuciones de estas personas.

Casi todas las compañías grandes ya tienen aquí y allá a alguna persona en nómina que está estudiando estadística en una universidad próxima, y cuya capacidad no se está aprovechando. Me he encontrado con personas así, con su licenciatura, preguntándose si alguna vez tendrán ocasión de utilizar sus conocimientos. Las compañías hacen inventario de las propiedades físicas, pero no hacen inventario de los conocimientos. Cualquier persona que esté adquiriendo una formación estadística debería tener la oportunidad de trabajar bajo un estadístico competente, y seguir su formación en estadística.

Es un buen consejo para cualquier persona que esté interesada en mejorar su capacidad para detectar problemas y ayudar en su resolución que haga cualquier curso sobre estadística teórica o aplicada (incluyendo, desde luego, la teoría de las decisiones y la teoría de los fallos), suponiendo que el profesor sea competente en esta teoría. El estudiante maduro reconocerá y mejorará las aplicaciones inadecuadas en clase y en el texto.

**Consejos a los consultores y a las compañías.** Las reglas siguientes han sido de ayuda para orientar mi propio trabajo.

1. La invitación para trabajar con una compañía debe provenir de la alta dirección.

2. La dirección (toda la dirección, el presidente, los jefes de divisiones, ingenieros, personal, compras, marketing, servicio, ventas, departamento legal, todas las personas que ocupen una posición de staff, incluyendo las personas designadas para trabajar en la calidad, planificación estratégica, investigación, Habilidad, costes de garantía, relaciones públicas, etc.) pasará tiempo conmigo, para estudiar las responsabilidades de la dirección. Pondrá interés en crear una masa crítica de personas que estudien y actúen sobre los 14 puntos y sobre las enfermedades y obstáculos de la dirección.

3. Una condición necesaria para mi participación es que la compañía

establezca, a una velocidad prudente, una organización coherente con la Figura 61. Una de mis responsabilidades principales consistirá en ayudar a la compañía a establecer esta organización. El objetivo de esta organización es el de hacer el mejor uso de todos los conocimientos y habilidades que hay en la compañía para mejorar la calidad, productividad y competitividad. Sin una organización adecuada y sin unas personas implicadas competentes, mi participación tendrá pocas oportunidades de lograr estos objetivos.

4. La alta dirección tiene que entender que mi trabajo abarca a toda la compañía. Será mi responsabilidad trabajar en cualquier actividad de la compañía en la que, a mi juicio, mi participación pueda ser eficaz. Visitaré las plantas, divisiones, departamentos, cuando se me solicite, o a mi entender, con el objetivo de ayudar a mejorar el comportamiento.

5. El contrato será a largo plazo, aunque la compañía o yo podamos rescindirlo en cualquier momento. Mi minuta anual se establecerá al comienzo.

6. Dedicaré suficiente tiempo para sentirme satisfecho.

7. Seguiré tres años más si en mi opinión esta participación puede acelerar más progresos.

8. Yo sugeriría a la compañía que contratase a un especialista temporalmente para un problema concreto, como para la enseñanza de técnicas, o simplemente para ampliar mis esfuerzos. La compañía contratará a alguien con este fin sólo bajo mi recomendación, y seré responsable del esfuerzo conjunto y de la continuidad a partir de ese momento.

9. Puedo aceptar contratos con firmas de la competencia. Mi objetivo no es concentrarme en el bienestar de un cliente en particular, sino elevar el nivel de servicio de mi profesión (ver los párrafos 1 y 2).

En mi «Código de la conducta profesional», *International Statistical Review* 40, n° 2 (1972): 215-219, se exponen otras obligaciones del estadístico y del cliente. Ver también el artículo del autor, «Principios de la práctica estadística profesional», *Annals of Mathematical Statistics* 36 (1965): 1883-1900.





## Algunas ilustraciones para mejorar la vida

*No digo más de lo que todo el mundo sabe (Gardener, en Ricardo II, III.iv, de Shakespeare.)*

**Objetivo de este capítulo.** Aquí el objetivo consiste en indicar cómo algunas aplicaciones sencillas de los principios aprendidos en este libro pueden contribuir a vivir mejor en América. La confianza en el comportamiento de los servicios simplificaría la vida y reduciría el coste de la vida. Pero se tiene que definir lo que es la calidad del comportamiento y un comportamiento en el que se puede confiar, lo cual es una tarea para el futuro.

El lector tiene que haber observado página tras página mi alegato en favor de la claridad de las especificaciones y de las instrucciones de los trabajos. Por ejemplo, el objetivo de una señal en la carretera debería ser el de ayudar a una persona extraña a que encuentre el camino. Sin embargo, con demasiada frecuencia, las señales son confusas. Desgraciadamente el conductor no dispone de tiempo suficiente para sopesar los diversos significados posibles que puede tener una señal. Las estadísticas de los accidentes dan simplemente las cifras, no las causas básicas.

*Principio 1.* La puntualidad de la entrega de un producto exhibe un comportamiento en el que unos días llega antes, otros días después. No existe la llegada justo a tiempo. De hecho, no se puede definir lo que es a tiempo.

Este principio vino a mi mente un día en Japón cuando bajé al andén de un tren y observé que eran seis segundos antes de la hora programada de llegada. «Desde luego», observé, «la mitad de las veces tiene que llegar un poco antes, y la mitad de las veces un poco después, si es que ha de llegar a tiempo».

*Principio 2.* Es fácil observar y anotar si un tren llega o sale tarde cualquier día. No hace falta más que tener o pedir prestado un reloj y ajustarlo cuidadosamente con la señal horaria. El tren que hoy tiene que llegar a las tres en punto, llegará tantos segundos o minutos antes o después.

Sin embargo, no es fácil describir el comportamiento de este tren durante un cierto período de tiempo. El comportamiento sólo puede juzgarse con el estudio estadístico del registro histórico de las llegadas. El gráfico de rachas para las llegadas, día tras día, será sencillo y tendrá mucho sentido.

La distribución de las horas de llegada o de salida proporciona información sobre el comportamiento del tren. La Fig. 62 muestra unas cuantas distribuciones posibles. El gráfico A muestra un comportamiento puntual, pero hay un ensanchamiento que indica un funcionamiento no económico, y una utilización

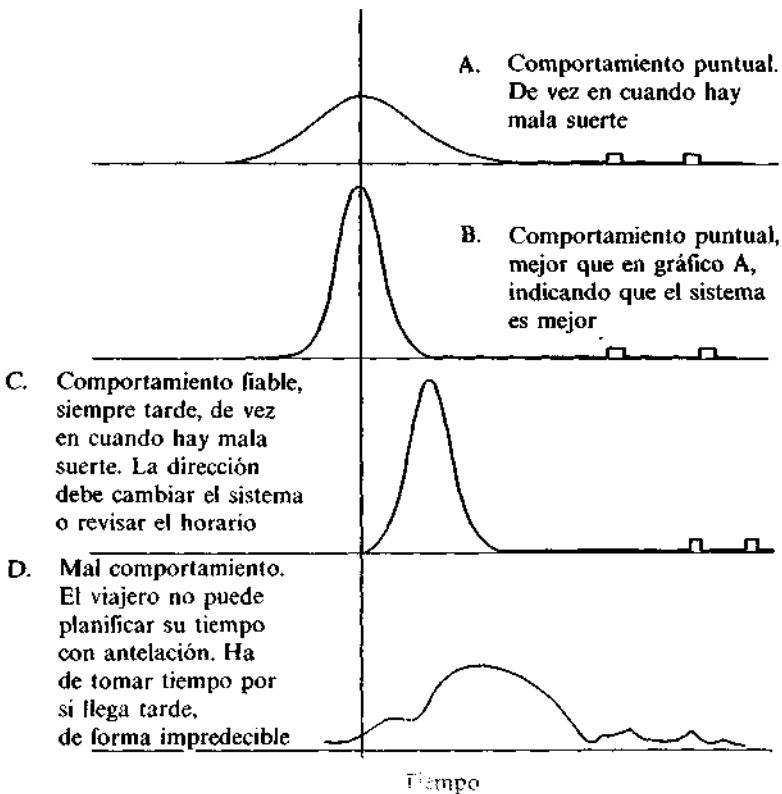


Fig. 62. Algunas distribuciones posibles del tiempo de llegada.

no económica del tiempo de los clientes. Este tren es puntual, unos días llega varios minutos adelantado, otros días llega varios minutos atrasado, a veces bastante a tiempo. El gráfico B muestra un comportamiento puntual mejor —esto es, se despilfarran menos los recursos del ferrocarril. Los clientes pueden fiarse de la hora de llegada, unos pocos minutos o segundos más o menos, como ocurre en Japón. El texto del gráfico C es bastante claro. El sistema funciona bien, pero se tiene que remodelar el horario. Simplemente el tren no puede hacer el viaje en el tiempo indicado. Esto se asemeja a la circunstancia en la cual un proceso productivo está en control y es económico, pero no puede cumplir las especificaciones. El gráfico D representa un estado de caos.

*Principio 3.* Los ensayos de los componentes en fases del desarrollo no pueden proporcionar (a) la garantía de que juntos funcionarán satisfactoriamente como un sistema en servicio; ni (b) el tiempo medio entre fallos del sistema; ni (c) el tipo y coste del mantenimiento necesario en servicio.

Los ensayos en las fases tempranas desde luego que pueden dar resultados negativos —la predicción de que el sistema no será satisfactorio.

*Principio 4.* En fabricación no se puede definir operativamente lo que es el debido cuidado, por tanto cualquier exigencia de tener el debido cuidado en fabricación no puede tener fuerza legal. Sin embargo, el cuidado en la fabricación se puede definir y medir. Los registros suministran la evidencia del cuidado durante la fabricación y los ensayos, en forma de datos significativos (que pueden tomar la forma de gráficos y cálculos estadísticos), complementados con los registros de las actuaciones correctoras sobre el proceso, o la actuación sobre una máquina particular una vez se ha detectado como causa especial de variación, y el resultado de esta actuación. Las instrucciones para usar el producto, y las advertencias contra el mal uso, forman parte del registro que mide el cuidado puesto por parte del fabricante.

*Principio 5.* Ningún sistema, cualquiera que sea el esfuerzo que se le dedique, sea de fabricación, mantenimiento, operación, o servicio, estará libre de accidentes.

Los accidentes nos rodean por todas partes, como las bacterias. La mayoría de las bacterias no son perjudiciales, pero algunas ocasionan grandes sufrimientos. La mayoría de los accidentes tienen pocas consecuencias. El ayudante de una tienda que vende trajes de caballero coloca un traje sobre la estantería sólo para darse cuenta de que no tiene botones. Este traje había pasado por dos inspecciones al 100 por 100. Fue un accidente que llegara sin botones, pero no era un accidente perjudicial. Nadie se hizo daño. De hecho, algunos de nosotros nos reímos un rato.

Recibí de la imprenta 500 copias de un artículo que había publicado, para descubrir, después de haber distribuido ya unos cuantos, que las páginas 6 y 7 estaban en blanco en algunas de las copias. Esto fue un accidente: no ocasionó ningún daño. La verdad es que algunos lectores estarían agradecidos por las

páginas en blanco. No obstante, el supervisor de la imprenta, cuando se lo conté, se puso furioso con los empleados. ¿Tenía él la culpa, o ellos?

Las cifras sobre los accidentes no hacen nada por reducir la frecuencia de los mismos. El primer paso para reducir la frecuencia de los accidentes consiste en determinar si la causa de un accidente pertenece al sistema o a una persona concreta o a un conjunto de condiciones. Los métodos estadísticos proporcionan el único método de análisis que sirve de guía para entender los accidentes y reducirlos.

Las personas dan por supuesto que si algo ocurrió aquí y ahora, tiene que haber algo especial en el lugar en que ocurrió. La reacción normal de casi todo el mundo, cuando sucede un accidente, es de atribuirlo al descuido de alguien o a algo inusual en el equipo utilizado. Es inteligente no saltar a esta conclusión: puede conducir a una respuesta equivocada, a una solución errónea, a que sigan los problemas, a que haya más accidentes. El sistema garantiza que ocurran accidentes con una frecuencia media en lugares y momentos impredecibles. (Ver p. 251 del Capítulo 11.)

Los ingenieros predicen a menudo los accidentes. Sus predicciones son misteriosamente correctas en los detalles. Sólo fallan en una cosa —no pueden predecir exactamente cuándo ocurrirá el accidente. Los bien divulgados problemas en la Isla de las Tres Millas proporcionan un ejemplo documentado<sup>1</sup>. Los accidentes que surgen de las causas comunes seguirán ocurriendo con la frecuencia y variaciones previstas hasta que se corrija el sistema. La proporción posiblemente sea del 99 por 100 debidos al sistema, y del 1 por 100 debidos a un descuido. No tengo cifras sobre esta proporción, y no las habrá hasta que la gente entienda los accidentes con la ayuda del pensamiento estadístico.

Desgraciadamente —increíble cuando no se piensa en forma estadística— la proporción de los fallos de los aparatos fabricados no decrecerá al mejorar la precisión de la fabricación, ni disminuirá el número de decepciones médicas al mejorar la práctica médica. La razón es que conforme los requisitos que definen la buena calidad y los buenos resultados se hacen continuamente más severos al mejorar la precisión y el comportamiento, la proporción de objetos por fuera de los límites, cualquiera que sea el criterio, permanece constante.

**Accidentes en carretera: por culpa de las señales de tráfico en los Estados Unidos.** Una proporción elevada de accidentes de carretera en América bien puede proceder de que las señales resultan confusas para el conductor. Si existe tal posibilidad, es entonces imperativo que se instituya enseguida un programa de revisión masivo y bien planificado. ¿Qué puede ser más importante para el bienestar de los americanos?

¿Qué proporción de accidentes de carretera está causada por un error del conductor (error humano, causa especial), o por fallo del equipo (otra causa

---

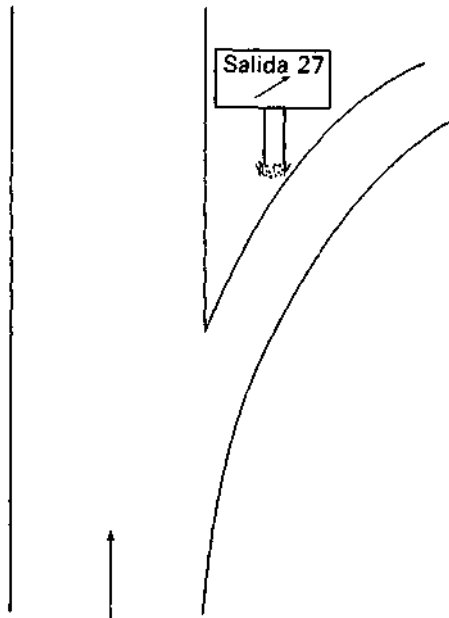
<sup>1</sup> «Three Mile Island», *The New Yorker*, 6 y 13 de abril de 1981.

posiblemente especial, posiblemente no), y qué proporción está incluida en el sistema y garantizada por el mismo, por ejemplo, por las señales indicativas cuyo significado es confuso o debatible? Puede que nunca se tenga la respuesta ya que no se puede realizar un experimento controlado. Además, sería difícil encontrar dos sistemas de señales indicativas que sean suficientemente diferentes, siendo iguales en todo lo demás, para que suministraran los datos numéricos para hacer las comparaciones.

El objetivo de una señal en la carretera es de indicar, de decirle a un conductor qué hacer, y el mensaje lo tiene que comunicar en un instante. A 90 Km/h, un vehículo se desplaza 25 metros en un segundo, 2,5 metros en una décima de segundo. Un intervalo de decisión que se extienda más de una décima de segundo puede lanzar a un vehículo contra un contrafuerte de cemento, o contra un árbol, o puede causar que alguien colisione por detrás. Es por tanto de la mayor importancia que la señal comunique instantáneamente el mensaje.

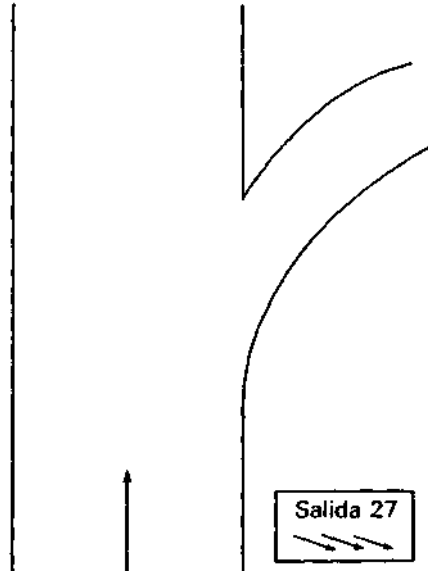
En alemán, señal de carretera se dice *Wegweiser*, información o aclaración respecto del camino. En los Estados Unidos, las señales de carretera ¿accionan la confusión o aclaran la mente del conductor?

La Fig. 63 muestra una señal de salida demasiado común en los Estados Unidos. Su mensaje es justo lo contrario de lo que hay que hacer para ir por la

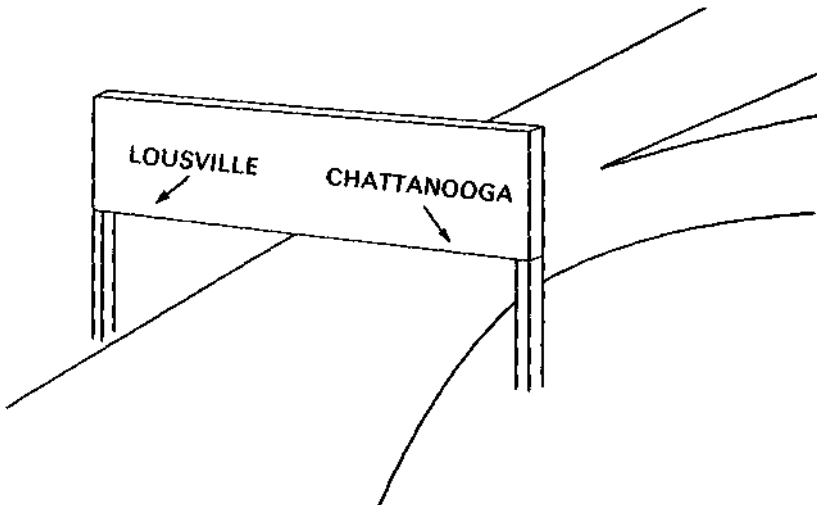


**Fig. 63.** La señal de esta carretera confunde al conductor que está buscando la Salida 27. El primer impulso que esta señal desarrolla en el conductor es que la Salida 27 está más adelante y por la derecha. El hecho es que el conductor ya ha llegado a la Salida 27. Una décima de segundo más tarde se dará cuenta, puede que demasiado tarde; ya va recto hacia adelante y tiene que encontrar una salida.

Salida 27. Le dice al conductor que la Salida 27 queda más adelante, cuando en realidad, ya se encuentra en ella, y puede que no tenga tiempo de adaptarse a este hecho. Por el contrario, la señal de la Fig. 64 comunica instantáneamente su mensaje al conductor —es decir, desplazarse hacia el carril derecho y salir por la Salida 27. La señal de la Fig. 65 es clara.



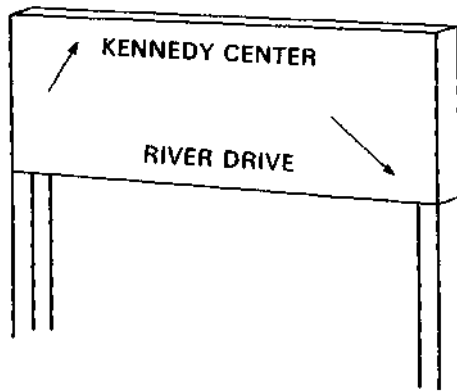
**Fig. 64.** Correcto. Esta señal comunica instantáneamente al conductor el mensaje de que para coger la Salida 27 se tiene que desplazar al carril derecho y salir.



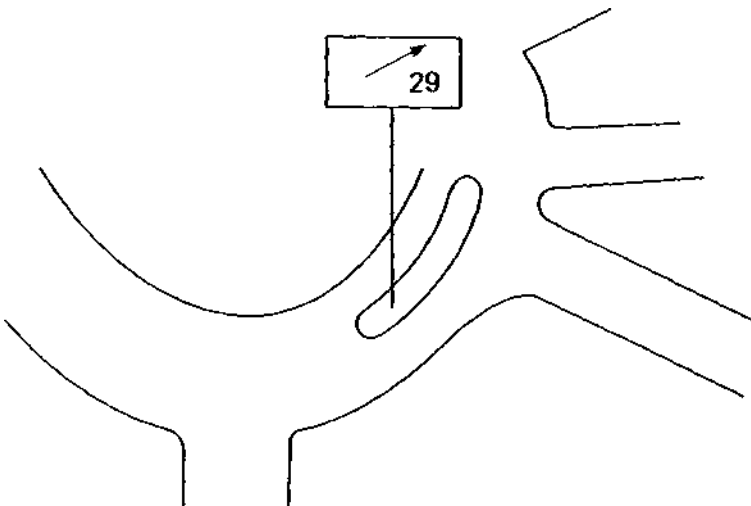
**Fig. 65.** Señal superior, muy clara. Comunica instantáneamente su mensaje. Le dice al conductor que coja el ramal izquierdo para ir a Louisville, o el derecho para ir a Chattanooga.

La mayoría de los conductores no necesitan orientación, ya que están simplemente yendo hacia casa o hacia el trabajo, y no necesitan ayuda. Desgraciadamente, sin embargo, quizás la ruta es nueva para un conductor entre 100, y necesita ayuda. Nadie sabrá jamás el número de daños causados a personas y a vehículos por las señales que no comunican instantáneamente el mensaje, o que, desgraciadamente, comunican instantáneamente un mensaje erróneo a los conductores que necesitan orientación. Nadie sabrá jamás la proporción de conductores que no consiguen alcanzar la salida, y las incomodidades resultantes y pérdida de tiempo por tratar de encontrar el regreso al camino que buscaban.

Las Figs. 66, 67, y 68 proporcionan más ejemplos de confusiones.



**Fig. 66.** ¿Por dónde se va al Kennedy Center? Lanzar una moneda al aire sería tan útil como esta señal.



**Fig. 67.** ¿Por dónde se va a la carretera 29? Tomada en Washington Circle, en la ciudad de Washington.

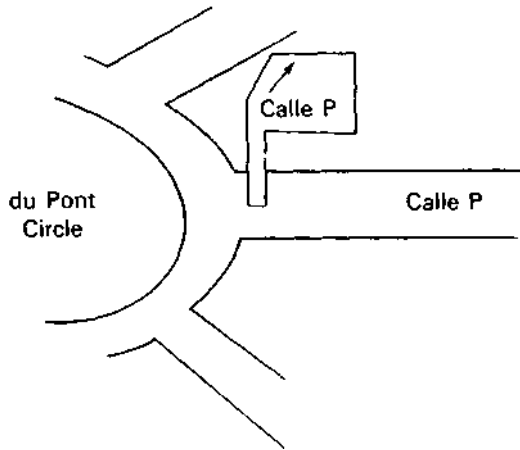


Fig. 68. ¿Por dónde se va a la calle P?

**Negligencias en medicina.** Esto sólo se puede entender con la ayuda de la teoría estadística. El resultado de una intervención médica consiste en la interacción entre el médico, el tratamiento y el paciente. Se realizan dos mil millones ( $2 \times 10^9$ ) de intervenciones médicas anualmente en los Estados Unidos. 100.000 casos con resultados desfavorables parecen un número elevado, sin embargo este número representa una parte en 20.000. Sería difícil encontrar un sistema mecánico o eléctrico con una fiabilidad mayor. La mayoría de los 100.000 resultados desfavorables (si tal es la cifra) pertenecen al sistema. Una pequeña fracción de estos 100.000 resultados desfavorables posiblemente estarían causados por descuidos, incluyendo la incompetencia.

El 1 por 100 de 100.000 es 1000, un número elevado todavía. Cualquier número es demasiado grande. El problema consiste en descubrir si la causa de un resultado desfavorable (a) reside en el sistema de cuidados médicos, incluyendo al paciente; o (b) se puede adscribir a alguna causa especial, tal como descuido por parte del médico, o descuido por parte del paciente, que puede que no haya seguido las instrucciones o que no se haya puesto en contacto con el médico cuando se le indicó. Un paso importante que podrían dar los sanitarios sería el de construir las definiciones operativas para las causas especiales de los resultados desafortunados de las intervenciones médicas de distintos tipos. Esta es una tarea enorme, y sin fin, pero hasta que se lleve a una fase utilizable, los médicos de los Estados Unidos, y sus compañías de seguros, seguirán peleando contra las acusaciones injustificadas de descuidos y vivirán expuestos a los enredos legales.



# Apéndice

---

## La transformación en Japón

*No confundas tu ingenio con tu sabiduría.* (Tiresio a Dionisio, en *Las Bacantes*, de Eurípides.)

*La sabiduría parece tontería a los tontos.* (Dionisio a Cadmo, en *Las Bacantes*, de Eurípides.)

**Motivo de este apéndice.** Todo el mundo está familiarizado con el milagro japonés, y sabe que el milagro comenzó con una conmoción en 1950. Hasta entonces, los bienes de consumo japoneses se habían ganado, por todo el mundo, la reputación de estar mal hechos y ser baratos. Sin embargo cualquier persona de nuestra Armada testificará que los japoneses sabían lo que es la calidad. Simplemente es que todavía no habían dedicado sus esfuerzos hacia la calidad para el comercio internacional.

De repente, la calidad y fiabilidad dieron un giro hacia arriba en 1950, y en 1954 habían captado los mercados de todo el mundo. Había comenzado la nueva era económica. ¿Qué había ocurrido?

La contestación es que la alta dirección se convenció de que la calidad es vital para la exportación, y que ella podía conseguir el cambio. Aprendieron algo, conferencia tras conferencia, sobre sus responsabilidades para lograr este objetivo, y que tenían que tomar el mando para conseguirlo. La dirección y los operarios aunaron sus esfuerzos en el trabajo y en la calidad.

JUSE. A mi entender, las autoridades militares japonesas formaron varios grupos de científicos para las tareas bélicas. Un grupo estaba bajo la dirección de Kenichi Koyanagi. Después de la guerra, mantuvo unido a este grupo, con un nuevo objetivo, la reconstrucción del Japón. El nombre del grupo se convirtió en la Unión de Ciencia e Ingeniería Japonesa, abreviadamente JUSE.

Tal como se ha relatado en las pp. 2 y siguientes, un cierto número de ingenieros japoneses reconocieron la contribución que los métodos de Shew-

hart podían hacer a la calidad y la productividad de la industria japonesa. Eran los años 1948 y 1949.

Unas personas de los Bell Laboratories explicaron a los miembros de JUSE que los métodos estadísticos habían mejorado la exactitud de las armas americanas. Mi amigo el Dr. E. E. Nishibori, después de escucharlos, salió con la observación: «Sí, sé algo de eso. Durante la guerra cayeron seis bombas incendiarias sobre mi casa, y no funcionó ninguna de ellas.»

Inmediatamente después la JUSE se tomó en serio la educación en los métodos para mejorar la calidad. La Asociación de Directivos Japoneses hizo lo mismo. Los miembros de la JUSE decidieron que el paso siguiente era llevarse a un experto. La invitación llegó en 1949, y pude aceptar en junio de 1950. (El objeto de dos visitas previas al Japón era ayudar a los estadísticos japoneses en los estudios de viviendas y nutrición, y para preparar el censo de 1951.)

**Conferencias con la alta dirección.** Los métodos estadísticos prendieron en América alrededor de 1942, siguiendo unas series de cursos intensivos de 10 días para los ingenieros, iniciados por la Universidad de Stanford, a sugerencia de este autor \*. El Ministerio de Guerra también dio cursos en las fábricas de los proveedores. Las aplicaciones brillantes atrajeron mucha atención, pero el resplandor de los métodos estadísticos por sí mismos, en una atmósfera en la que los directivos no sabían cuáles eran sus responsabilidades, se quemó, chisporroteó, burbujeó, y desapareció. Lo que hicieron fue resolver problemas particulares. Proliferaron los gráficos de control, cuantos más, mejor. Florecieron los departamentos de control de calidad. Trazaron gráficos, los miraron, y los archivaron. Estos quitaron la calidad a todos los demás, lo que por supuesto fue completamente erróneo, ya que el control de calidad es tarea de todos. Se dedicaron a apagar fuegos, sin darse cuenta de que era necesario mejorar los procesos (Punto 5, p. 38). No había una estructura para enseñar a la dirección sus responsabilidades. Los intentos del Dr. Holbrook Working, uno de los instructores de los cursos de diez días que se dieron en 1942-45, para llegar a los directivos, invitándolos a asistir al curso durante medio día, eran nobles pero ineficaces.

**Japón, 1950.** Era vital que no se repitieran en Japón los errores cometidos en América. La dirección tenía que comprender sus responsabilidades. El problema era cómo llegar a la alta dirección en Japón. Este obstáculo se venció a

---

<sup>1</sup> W. Allen Wallis, «The statistical research group», *Journal of the American Statistical Association* 75 (1980): 320-335, p. 321 en concreto.

través de las oficinas del Sr. Ichiro Ishikawa, presidente del gran Kei-dan-ren (Federación de Sociedades Económicas) y presidente de JUSE, quien en julio de 1950 reunió a 21 personas de la alta dirección. Durante aquel verano de 1950 se mantuvieron más conferencias con los altos directivos, y todavía unas más durante otras dos visitas a Japón en 1951, y otra vez en 1952, y más en años subsiguientes. El diagrama de flujo simplificado de la Fig. 1 (p. 4) sirvió de ayuda en las conferencias con la alta dirección.

El consumidor es la parte más importante de la línea de producción —algo nuevo para los directivos japoneses. Sería necesario que estos directivos japoneses estuvieran detrás del comportamiento del producto. Tenían que mirar hacia adelante y diseñar nuevos productos y servicios. Debían trabajar con el proveedor elegido para cualquier artículo, en una relación a largo plazo de confianza y lealtad, para mejorar la uniformidad y la seguridad de los materiales en recepción. La dirección tiene que prestar una seria atención al mantenimiento de los equipos y a las instrucciones y calibradores (Capítulos 9 y 16).

No es suficiente con conseguir unos éxitos brillantes aquí y allá. Los esfuerzos aislados no tendrán un impacto nacional. La calidad en función de las necesidades presentes y futuras del consumidor se convirtió enseguida en una actividad a nivel de toda la compañía y de todo el país en cualquier actividad. En 1950, la mejora de la calidad en Japón se hizo total.

**Ampliación de la educación a los directivos, ingenieros, y capataces.** La JUSE, con el apoyo confiado de la industria Japonesa, amplió a gran escala la formación de los directivos, ingenieros y capataces en los rudimentos de los métodos estadísticos para mejorar la calidad, y de la teoría estadística avanzada para los estadísticos e ingenieros. La plaga de obstáculos que privan al trabajador por horas de estar orgulloso de su trabajo en las compañías americanas de hoy, era de cero o tenía un nivel bajo en Japón. De este modo los trabajadores por horas podían aprender a hacer, comprender y utilizar los gráficos de control.

Más de 400 ingenieros estudiaron en unos cursos de ocho días, durante el verano de 1950 en Tokio, Osaka, Nagoya y Hakata, que dio este autor, sobre los métodos y filosofía de Shewhart.

Las sesiones con los altos directivos y la enseñanza a los ingenieros prosiguió en enero de 1951 y durante unas visitas subsiguientes.

La enseñanza de la investigación de consumidores, junto con una introducción a los métodos modernos de muestreo, comenzó en enero de 1951. Los estudiantes se dividieron ellos mismos en equipos para hacer unas encuestas casa por casa, sobre las necesidades de las familias en cuanto a máquinas de coser, bicicletas, y productos farmacéuticos.

El Dr. Joseph Juran realizó su primera visita a Japón en 1954, a solicitud de la JUSE. La maestría de sus enseñanzas proporcionó a los directivos japoneses una nueva visión sobre la responsabilidad de los directivos para mejorar la calidad y la productividad.

Entre 1950 y 1970 la JUSE enseñó métodos estadísticos a 14.700 ingenieros y a miles de capataces. En el momento de escribir esto hay reservados unos cursos para los directivos completamente llenos de hecho, con un período de espera de siete meses. Los cursos sobre la investigación de consumidores, que se dan por los mejores estadísticos japoneses, tienen la misma demanda.

**Más notas sobre la alta dirección de Japón.** El primer obstáculo que había que vencer con la alta dirección en Japón en 1950 era la suposición general de que sería imposible que ellos pudieran competir con la industria americana y europea a la vista de la reputación de mala calidad que tenían los bienes de consumo que Japón se había ganado. El año de 1950 fue el principio de un nuevo Japón en calidad. En 1950 predije que los productos japoneses invadirían los mercados del mundo en cinco años, y que el nivel de vida en Japón con el tiempo se igualaría con el de los países más prósperos.

La base de mi confianza en esta predicción fue (1) las observaciones sobre la mano de obra japonesa; (2) el conocimiento y dedicación a su trabajo de los directivos japoneses, y su interés por aprender; (3) la fe en que los directivos japoneses aceptarían y cumplirían sus responsabilidades; (4) ampliación de la educación por la JUSE.

**El estímulo procedente de los resultados.** El Sr. Keizo Nishimura de la Furukawa Electric Company, trabajando con la ayuda del Dr. Nishibori, informó en enero de 1951 de la reducción al 10 por 100 del nivel previo, la cantidad de reprocesos de los cables aislados de la planta de cables de la Furukawa en Nikko, y un éxito semejante en la fabricación del cable; también se redujo la frecuencia de accidentes. La productividad se disparó; los beneficios también.

El Sr. Kenichi Koyagani (fallecido en 1965), cofundador y director gerente de JUSE, informó en la reunión de la Sociedad Americana para el Control de Calidad en Rochester, en 1952, los grandes progresos en calidad y productividad que habían hecho 13 compañías japonesas. Cada uno de estos 13 informes fue escrito por la alta dirección<sup>2</sup>. Estas personas estaban trabajando en la planta.

El Sr. Gohei Tanabe, presidente de la Tanabe Pharmaceutical Company, informó que, al mejorar los procesos, su compañía estaba produciendo tres veces más de PAS (ácido para-aminosalicílico) que el que habían estado obteniendo previamente con las mismas personas, las mismas máquinas, la misma planta y los mismos materiales.

La Fuji Steel Company informó de la reducción del 29 por 100 en el carburante necesario para producir una tonelada de acero.

Ejemplos como estos esparcieron por todo Japón la idea de que la mejora de la calidad supone la mejora del proceso, que a su vez mejora el producto y la productividad.

---

<sup>2</sup> Kenichi Koyanagi, «Statistical quality control in Japanese industry», informe al Congreso de la Sociedad Americana para el Control de Calidad que se llevó a cabo en Rochester, 1952.

Se ha dicho que toda la industria japonesa ha logrado las mejores prácticas de la calidad. Esto no es así. Cinco de los horribles ejemplos descritos en este libro de lo que no hay que hacer, procedían de Japón.

**Círculos de CC.** La formalización de los Círculos de CC la consiguió el Dr. K. Ishikawa en 1960. Un Círculo de CC es la forma natural que tienen los japoneses de trabajar juntos. El Dr. Ishikawa atrajo a la atención de los directivos la importancia de usar a tope los éxitos conseguidos por los grupos pequeños de trabajadores al eliminar las causas especiales de la variabilidad del producto, y en la mejora del sistema, por medio de los cambios en las herramientas, cambios en el diseño, y en la programación e incluso en las alteraciones del proceso de producción. Los logros de un Círculo de CC en un punto, bien podrían tener unas aplicaciones más amplias por toda la compañía y en otras compañías. Es responsabilidad de la dirección trasladar la antorcha de un éxito a otro.

La revista *Quality Control for the Foreman*, establecida en 1960 por la JUSE y editada por el Dr. K. Ishikawa, hace posible que los Círculos de CC de todo el Japón aprendan unos de otros. Visitas de intercambio entre las compañías, y las convenciones regionales de los Círculos de CC, estimulan el interés de los miembros. La convención nacional de Japón junta a 1800 miembros de todo el país, procedentes de todo el espectro de productos y servicios. Las compañías seleccionan a los líderes de los Círculos de CC que han conseguido unos resultados extraordinarios para hacer unas giras por grupos, planificados por la JUSE, a las plantas de América y Europa.

Uno de los cientos de informes presentados en la convención nacional de los Círculos de CC que se realizó en Tokio en noviembre de 1980, contenía la explicación de cómo con la reordenación del trabajo, cinco personas hacen ahora el mismo trabajo para el que previamente se requerían siete. Traducido, 100 personas pueden hacer ahora el trabajo de 140. Las cuarenta personas no perdieron su empleo: simplemente fueron transferidas a otros puestos.

Las aportaciones como ésta ayudan a situar a la compañía en una mejor situación competitiva, con el resultado final de que la compañía necesitará más empleados, no menos.



# Índice

- A caballo del punto muerto, distribución binomial;  
otras formas, 318 319
- Absentismo y rotación, 61, 63, 127, 253
- Absorción, 3, 78  
en términos poco amistosos, 76
- Accidentes, 232, 247, 253, 371  
en carretera, 372-376
- Ácido para-aminosalicílico, 380
- ADAMS, John Quincy, 143
- Administración Federal de Aviación, 254
- Aduanas, Oficina de, 161
- Agricultura, 119
- Agua, recuperación del mar, 302
- AILLERET, Pierre, 231
- Ajuste de instrumentos y calibradores, 208, 209, 258,  
264
- Ajustes en defecto (escasos), 303
- ALPERT, Harry, 245
- Alta dirección en Japón, 378
- Análisis coste/beneficio, 306
- Andar, aprender a, 196
- ANSCOMBE, Francis J., 323, 334
- Antigüedad, 91
- Aparatos complejos, inspección de, 331
- Aplicaciones administrativas; ver Servicio
- Artículos defectuosos  
coexisten con el control estadístico, 260, 274, 371  
falacia y estudio, 63, 273, 278  
latentes, 136, 138, 317
- Arruga, 226
- Ascensor, 150
- Asistencia sanitaria, 155
- Autobuses, 283
- Automatización, 98, aparatos, 10, 98, 108, 116
- Auto-mejora, 20, 42, 53, 65, 113, 128
- Avión, 72, 73
- BAGOT, Sir Charles, 143
- BAILEY, R. Clifton, 102
- BAKER, Edward M., 58, 68, 164
- BAKKEN, James K., 26, 31, 43, 79
- Bancos, banqueros, banca, 10, 12, 55, 76, 78, 98, 103,  
118, 146, 147, 148, 150, 173-185, 327  
equivocaciones en los bancos, 173 y siguientes
- BANKS, William, 87
- BARANKIN, Edward W., 139
- BARLOW, Richard E., 167
- BARNARD, George A., 359
- Barreras  
entre las áreas de staff, 48 y siguientes  
a sentirse orgulloso del trabajo, 59
- BATALDEN, Paul, 155
- BECKWITH, Oliver, 137
- BELCHAMBER, Frank, 243
- Beneficios a corto plazo, beneficios rápidos, 17, 21,  
76,77, 117
- BETTELHEIM, Bruno, 136
- BETTI, John, 39
- Bicicleta, 227
- BICKING, Charles A., 209
- Bien a la primera, 51
- BISHOP, Georgianna M, 92
- Bolas, 85, 268, 357,  
Bolas rojas, experimento con, 85-86,268 y siguientes,  
357 y siguientes
- BOLLER, William A., 268
- BRIDGMAN, P. W., 218
- BRISKY, C. L., 168
- Bromoformo, 228
- BROSS, Irwin D., 132
- BROUSSEAU, Robert J., 170, 172
- BROWN, Robert, 34
- BROWN, Sir Ernest, 136
- Budapest, 283
- Bujías, 242-243
- Buque de guerra, cómo se prueba, 71, 211
- BURR, Irving W., 259, 260
- Búsqueda de ejemplos, 98
- CACCIA, Robert, 163
- Cálculos paralelos, 203, 327
- Calibración, 257: ver también Métodos de Ensayo
- Calibradores, ver Instrumentos
- Calidad, 4, 39; Capítulo 6, 131 y siguientes  
de la enseñanza, 135, 136  
del punto muerto, 317, 319, 320, 321, 349, 350  
para el sustrato, 328

- piezas múltiples, 330, 339, 348, 353
- de la vida de trabajo, 59
- del servicio, 139, 145
- del servicio odontológico, 135
- del servicio sanitario, 135
- en empresas de servicios, Capítulo 7, 143 y siguientes
- idea de la, 4, 39
- incorporada, 140
- Calificación anual, Revisión anual; ver Evaluación del comportamiento
- Calificación de las divisiones de las corporaciones, 96, 97
- Calificaciones del proveedor, 31
- Cambios de ingeniería, 32, 49, 88, 123
- CAMERON, Joseph M., 209, 342
- Camión, 31, 151
- Canal de Panamá, 234
- Canica, 255
- Cantar, 198
- Caos, estado de, 321
- Capacidad del proceso, 245, 250, 263, 288, 312
- Capataz, 43, 124
- Cape Town, 248, 343
- CAPT, J. C., 161
- Carburadores, 257
- Carteles, 53
- Catorce puntos, resumen, 19, 20, explicación, 20 y siguientes
- Causa asignable, 242
- Causas comunes, Capítulo 11, 241 y siguientes
  - comparadas con las causas especiales, 245
  - costes de la confusión, 245, 276 y siguientes, 311
  - lista de causas comunes, 261
  - servicio postal, 281
  - especiales, 67, 245, 248, 311, 312, 372, 373
  - eliminación por parte de la dirección, 250
- Censo, Oficina del Censo, 11, 144, 160, 212, 219-221, 363, 365
- Centrarse en la producción, 58, 96
- Centro Kennedy, 375
- Cero defectos, 18, 27, 42, 50, 51, 108, 371
- Ciclo de Shewhart, 67
- Cifras, desconocidas e incognoscibles, 76, 94, 98, 123, 267
  - invisibles, ver Cifras desconocidas e incognoscibles
  - visibles, 76, 93-96
- Cinta transportadora, 72
- Circuitos integrados, 25, 324-326
- Círculos de CC, 18, 37, 49, 64, 99, 104, 105, 106, 111, 112, 113, 128, 190, 191, 294, 381
- CLARKE, Peter M., 343
- Clasificar el correo, 57
- Cliente,
  - importancia, 5, 107, 108, Capítulo 6, 131, y siguientes, 150
  - el cliente puede ayudar, 33, 66, 152
  - problemas causados por el cliente, 153
  - trabajar con el cliente, 32, 152
  - que repite, 108, 125
- CLOUGH, Charles E., 29
- COCHRAN, William G., 230
- CODDING, George A., 237
- Código de la conducta profesional, 367
- Colegio Universitario, 136
- COLLIER Simón, 333
- Columbia, Missouri, 165
- Comienzo, Falso, 104
- Comisión
  - de Reglamentación Nuclear, 44, 45
  - Federal de Comercio, 224
  - Federal de Comunicaciones, 223
- Compañía
  - de autobuses de Pretoria, 247
  - eléctrica, 185
  - japonesa, por toda la, 4, 377
  - Siemens, Ernst Werner von Siemens, 84
  - telefónica, 170
- Compañías Egipcias Exportadoras de Algodón, 131
- Comparación
  - de certificadores, 339, 340
  - de entrevistadores, 211
  - de evaluaciones por los médicos, 344
  - de los inspectores, 204-207
  - de los instrumentos de ensayo, 210
  - del método maestro y del método barato de inspección, 338
- Competición, 115
- Comportamiento, evaluación, 76 y siguientes; en un
  - hospital, 158, 196
  - puntual, 35, 228, 229, 369, 370
- Compra ventajosa, 78
- Comunicación, 60
- Condiciones ambientales, 272
- Conducción subterránea, 190
- Conductor de autobús, 151
- Conductores, transporte de mercancías, 151
- Confianza mutua, 32, 33, 37
- Congreso, 12, 13
- Conocimientos nuevos, miedo (ver Miedo)
- Conquista del mercado, 5
- Consejos a los consultores y a las compañías, 366
- Consenso en la inspección, riesgos, 343
- Constancia en el propósito, 20, 76, 116, 117
- Construcción, 154
- Consultor, ver Consejos a los consultores
- Consumidores, investigación de consumidores, 3, 66, 108
  - Capítulo 6, 131 y siguientes, 142
  - Capítulo 7, 143 y siguientes, 379
- Control
  - de calidad no instalado, 24, 102, 310, 313
  - estadístico, 250, 274
  - de los instrumentos, 126, 208, 216, 258, 264



- no implica la ausencia de artículos defectuosos, 260, 274, 371
- ventajas, 264
- ver también Instrumentos y calibradores
- ver también Sistema estable
- CONWAY, William E., 7, 8, 18, 259
- COOLIDGE, C. Calvin, 161
- COOLIDGE, W. D., 84
- Copiadoras, ver Fotocopiadoras
- Corporación Pública de Telégrafos y Teléfonos Nipona, 11
- Correlación
- cero, 356
- entre la muestra y el resto, 319, 321, 322, 347, 356-359
- Correo, 57, 144, 147
- internacional, 237
- Coste, más, 34
- total mínimo, 25, 35, 49, 318 y siguientes
- Costes
- de garantía, 49, 95, 140
- de los procedimientos defectuosos, 276 y siguientes
- médicos, 76
- COWIE, Valerie, 340
- COWLEY, Robert, 248
- COX, Gertrude, M., 230
- Cristal, 72
- CROSBY, Philip B., 166
- ¿Cuánto tiempo?, 115, 117
- Cuero, piel, inspección del, 209, 261, 344, 345
- Cuidado, con el debido cuidado, 371
- Cupos numéricos, 54, 268
- Curva CO (característica de operación), 286
- CHAMBERS, David S., 6, 24, 42, 204, 207, 276, 294, 307
- CHASE, E. L., 348
- CHAUCER, Geoffrey, 241
- $d_2$ , 253, 263
- Daños por manipulación, 10, 127, 333, 352
- DARWIN, Charles, 119
- Dayton, 45
- DEDRICK, Calvert L., 161
- Defectos
- heredados, 308
- latentes, 136, 138, 317
- raros, 336, 337
- visuales, 352
- Definiciones operativas, Capítulo 9, 215 y siguientes
- DEMING, W. Edwards, 97, 101, 196, 198, 212, 218, 227, 245, 256, 273, 288, 340, 347, 359, 367
- Dentista, 135
- Departamento
- de control de calidad, 102
- de cuentas, 50, 95
- de nóminas, 161
- Desempleo debido a la pérdida de mercado, 5
- Desperdicio, despilfarro, 2, 23, 70
- Despersonalizado, ordenador, 106
- Diagrama
- de flujo, 3, 66
- de Ishikawa, 185, 190
- de Venn, 330
- Diamantes, 117
- Diana, meta, 50 y siguientes, 255
- Días de permiso, 253
- DIETZ, P. S., 348
- DILL, William R., 136
- Directores de compras, 27
- Dirigir paseando, 19
- Disfasia, 41
- Dislexia, 41
- Distribución
- binomial, a caballo del punto muerto, 318
- de Poisson, 292, 338
- del recorrido, 263
- mal uso, 207, 208, 244, 245, 278, y siguientes
- Dividendos, 77, 116, 117
- División, calificación, 96, 97
- DODGE, Harold F., 24, 176
- DOLAN, Michael, 91
- DORIA, Christine, 56
- Dos firmas, 162
- Dos proveedores, 28, 29
- Dos tipos de errores, 248
- DOSS, Byron, 226
- DP (dirigir paseando), 19
- DRUCKER, Peter, 78
- DURAND, David, 335, 359
- DVORCHAK, Bob, 44
- Eclesiastés, 115, 287
- Eclesiástico, 231
- EDISON, Thomas A. 12, 13
- Educación igual, 230
- EISENHART, Churchill, 209, 342
- Ejemplos,
- búqueda, 98
- de malos entendidos, 276 y siguientes
- Electricidad, generación y distribución, 185
- Embudo, experimentos, 254, 255
- EMIGH, Carolyn A., 75, 147
- Empleados encargados de tarifar, 40
- Empresas de servicios, 11, 122, Capítulo 7, 143 y siguientes, 324
- En el sentido del flujo (río abajo, tardío), 39, 96, 287 y siguientes
- Enfermedades, '
  - Capítulo 3, 75, y siguientes
  - mortales, Capítulo 3, 75 y siguientes
- enumeración, 75
- Ensayos
- de componentes, 371
- destructivos, 324

- entre laboratorios, 223, 228, 258, 264  
 inadecuados de los prototipos, 108
- Enseñanza deficiente, 16, 99-101, 135, 136, 276, 286, 363
- Entrevistadores, comparación entre, 211
- EPSTEIN, Edward Jay, 117
- Equipaje, perdido o demorado, 72, 148
- Equipo, 67, 83
- Errores, coste de los, 9, 10, 25, 148, 149, 161, 284, 288 y siguientes  
 dos clases de errores, 248  
 en bancos, 148, 149, 173 y siguientes  
 no descubiertos, 25, 149
- ESARY, J. D., 331
- Escala, ventajas, 341
- Escuela de Graduados de la Administración de Empresas, Universidad de Nueva York, 56
- Escuelas empresariales, 100, 117
- Eslogans, 50
- Estadística, enseñanza, 312
- Estampación de automóviles, informe japonés, 35
- Especificaciones, el cumplir especificaciones no es suficiente, 27, 96, 99, 106, 108, 371
- Estándar de trabajo (objetivos numéricos), 41, 54 y siguientes, 123, 124, 134, 157, 268
- Estándares  
 industriales, 232  
 y Reglamentos, Capítulo 10, 231 y siguientes, 236
- Estandarización, Capítulo 10, 231 y siguientes
- Estudios  
 analíticos, 101, 142  
 enumerativos, 101, 142
- Etapas de un proceso, 66
- Evidencia empírica nunca es completa, 272
- EURÍPIDES, 377
- Evaluación del comportamiento, 76 y siguientes, 93, 269
- Exceso de ajustes, 248, 254, 257, 303
- Exhortaciones, 51
- Existencias, 35, 50, ver inventario
- Experimentos  
 con bolas rojas, 85, 86, 268 y siguientes, 356 y siguientes  
 con un embudo, 254, 255  
 datos, 67, 272
- Fábrica de hilados, 253
- FEIGENBAUM, A. V., 9, 335
- FERMI, Enrico, 305
- Ferrocarril (Tren), 22, 15, 164, 169, 293
- Ficha salarial, de control horario, 162
- Fiero, planta, 70
- Firmas múltiples, 24, 110, 124, 162
- FISHER, Sir Ronald A. 136
- FLANDERS, Ralph E., 233 y siguientes
- FLEMING, Emmett, 163
- Focalización en la producción, 42, 58, 96
- Forma  
 de comprar hoy día, 32, 33  
 tradicional de comprar, 33
- Fotocopiadoras, 167
- Formación, 37, 41, 42, 127, Capítulo 8, 193 y siguientes, 260, 285, 313
- FRANCIS, Ivor S., 68, 256
- Frustración, senda típica, 251
- Fuente única, ventajas, 28-31, 38, 320
- Fuji Steel Company, 380
- Función de pérdida, Taguchi, 39, 108
- Furakawa Electric Company, 380
- Fusiones (de compañías), 79
- GALBRAITH, John Kenneth, 193
- GALLUP, George, 249
- Garantía, costes de, 49, 95, 140
- General Motors Corporation, proveedor único, 30
- Gestión  
 de la producción (centrarse en la producción), 58  
 por objetivos (GPO), 18, 42, 79, 124
- GIZA, Peter, 340
- GLASSER, Gerald J., 286
- GOAL, 22
- GOETHE, 51, 307
- Golf, 196, 198
- GOLOMSKI, William A., 16, 71
- GOULD, Mary Ann, 34
- Gráfico  
 de Pareto (Juran), 190  
 de rachas, 5, 242, 243, 244, 254  
 de recorridos (R), 263
- Gráficos  
 de control como base de juicio, 260, 265  
 como operación en marcha, 262, 263  
 enseñanza, 101, 351  
 mal uso, 276  
 proliferación, 263  
 x y R, 196 y siguientes, 337  
 en la formación, 196
- Grandes almacenes, 150, 172
- GRANT, Eugene L., 76
- Granulos de mineral de hierro, 293
- GREENE, Jerome, 326
- GROVES, General Leslie, 305
- GRUBBS, Frank S., 256
- GUTTENTAG, Marcia, 306
- HACQUEBORD, Heero, 45, 64, 112, 246, 247
- Hágalo bien a la primera, 51
- Hakata, 22
- HALD, A., 286, 334, 359
- HALLER, Harold S., 365
- HALLIDAY, David, 219
- HAMAKER, Hugh C, 359
- HANSEN, Morris H., 160, 359, 363

- HAUPT, Richard, 164  
 HAUSER, Philip M., 149, 161  
 Hélice de mejoras, 141  
 HERTZ, Paul T., 158, 176  
 HILL, I. David, 334, 347, 348, 359  
 Hilo, coste del hilo barato, 253, 292  
 Hipótesis, pruebas, 211, 286  
 HIRD, John Francis, 11, 185  
 HIROKAWA, Shunji, 196, 197  
 Histograma, ver Distribución  
 HOAGLIN, David C., 244  
 HOGGLUND, William E., 76  
 HOOVER, Herbert, 161, 231  
 HOOVER, J. Edgar, 161  
 Hora de llegada, 370  
 Hospital, 158  
   comportamiento, 158-159, 196-197  
 Hotel, 40, 72, 160, 165, 166  
   Constellation, Toronto, 165  
   de Yama, 4  
   Mandarín, Singapur, 165  
 HOTELLING, Harold, 361  
 HUNTER, William G., 11, 191  
 HURWITZ, William, 161
- Implicación de los empleados, participación de los empleados, 37, 59, 64, 65  
 Incendios, sistema estable, 252  
 Incentivos, trabajo a destajo, falacias, 55, 124, 309  
 índice  
   de calidad del aire, 208  
   del comportamiento  
   pérdidas por el, 280  
 Industrias de la Commonwealth, 152, 153  
 Informe  
   de la Japanese Automotive Stamping, 35  
   Mensual sobre la Mano de Obra, 11, 365  
 Informes a la dirección, 307 y siguientes  
 Ingenieros, comportamiento, 88  
 Innovación, 8, 21  
 Inspección, 207  
   Capítulo 15, 315, y siguientes  
   para obtener una calidad excelente defectuosa, 204 y siguientes  
   en masa, 23  
 Instituto Nacional de Americano de Estándares, 285  
 Institutos Nacionales de Salud, 147  
 Instrumentos,  
   señales falsas, 258  
   y calibradores, 258, 264  
   ver también Métodos de Ensayo  
 Interacción, triángulo de, 138  
 Intervalo de confianza, 286  
 Inventario, ver también existencias  
   reducción al mejorar la calidad, 39, 70, 164, 264, 265  
 ISHIKAWA, Akira, 105  
 ISHIKAWA, Ichiro, 379  
 ISHIKAWA, Kaoru, 129, 285, 381  
 Isla de las Tres Millas, 372  
 Jamelgos, maestruchos, enseñanza por, 100, 277  
 JAMESON, Robert B. M., 243  
 Japón  
   alta dirección, 379, 380  
   Círculos de Control de Calidad, 113, 381  
   despertar, 2  
   importancia del cliente, 3  
   importancia del proveedor, 3  
   nueva era, 2-4  
   reacción en cadena, 3  
   Transformación, 2-5, 377  
 JESSUP, Peter T., 39  
 Job, 1  
 JOINER, Brian L., 42, 45  
 JURAN, Joseph M., 40, 103, 250, 260, 262, 379  
 JUSE, 3, 377, 379, 380, 381  
 Justicia, Ministerio de, 117, 149, 229  
 Justo a tiempo; ver Kanban
- KÁDÁR, János, 283  
 Kajima Corporation, 11  
 KALLMANN, Franz J., 344  
 Kanban (justo a tiempo), 35, 40, 99, 259, 264, 266  
   ver también Inventario  
 KANO, Noriaki, 106  
 Kansai Electric Power Company, 11  
 Kaoschung, 227  
 KATES, Louis K., 315  
 KAUS, Robert M., 3, 77  
 KEATING, J. J., 48  
 KEAGAN, John, 305  
 Kei-dan-ren, 379  
 KELLER, Norbert, 32  
 KEMPTHORNE, O., 109  
 KENNEDY, James N., 170  
 KIDDER, Tracy, 228  
 KIMBALL, Barbara, 276  
 KING, Bob, 22  
 KOGURE, Masao, 263  
 KOYANAGI, Kenichi, 377, 380  
 KU, Harry H., 209, 286, 342  
 KUKLEWICZ, Bárbara, 29  
 KURNOW, Ernest, 286
- La calidad incorporada, 140  
 La experiencia sin teoría no enseña nada, 16, 247, 312  
 La práctica, más exacta que la ciencia pura, 217  
 La productividad mejora con la calidad, 2, 6  
 Laboratorios Bell, 2, 171, 378  
 Lagunas en la información, 70  
 Lana, 50 por cien, 224, 225  
 LANGMUIR, Irving, 84  
 LASHOF, T. W., 342  
 LATZKO, William J., 11, 46, 149, 173, 254, 327, 328, 335, 351

- Lealtad y confianza, 34  
 LEVINE, Debra, 158, 176  
 LEWIS, Clarence Irving, 101, 216, 247, 272  
 LEWIS, Robert E., 44  
 Licitador más bajo, 9, 26, 123  
 Líderes de América, calificación por historiadores, 44  
 Liderazgo; Capítulo 8, 193 y siguientes, 41, 42, 57, 89, 90, 92  
 Límites  
 de control, 248, 249  
 no establecen probabilidades, 260  
 nunca se modifican, 286  
 nunca límites de rechazo, 286  
 de especificación no son límites de control, 259, 260, 286  
 de rechazo, jamás, 286  
 modificados, jamás, 286  
 Limpieza, en Japón, 35  
 Línea  
 aérea, 56, 159  
 de acción, origen equivocado, 276-278  
 Lingotes, 278  
 de cobre, 278  
 Llegada a tiempo, 71, 229, 369-371  
 LÓPEZ, Juanita, 70  
 Lotería, 213  
 LUCAS, Paul, 81  
 Luces  
 en aviones, 72  
 en pasillo de hotel, 72, hotel, 165  
 LUFTIG, Jeffrey, T., 259  
 Luz, velocidad de la, 218, 219
- MacARTHUR, General Douglas, 2  
 Mac NIECE, Eugene, H., 133, 286  
 Madison, ciudad de, 191  
 MADOW, William, 161  
 MAGRUDER, Elbert T., 145  
 MAIN, Jeremy, 331  
 Mala enseñanza, ver enseñanza deficiente  
 MANDEL, John, 342  
 MANN, Nancy R., 167, 285  
 Mano de obra, movilidad, 93  
 Manta, lana, 224  
 MANTEL, Nathan, 263  
 Mantenimiento, 127  
 Mantequilla, porcentaje de grasa, 222-223  
 Maquinaria nueva, 8, 10, 98  
 MARSHALL, A. W., 331  
 MARTÍNEZ, Michael, 80  
 Masa crítica, 66  
 Material en existencias (inventario); ver inventario  
 Materiales en recepción, inspección. Capítulo 15, 315 y siguientes  
 Matrices, estampación, 35  
 McKEOWN, Kate, 49, 110, 208
- Mecánicos, 292  
 Media, utilización errónea, 43-46, 124, 302  
 Mediana, 45  
 Medias,  
 fabricación de, 294  
 de la productividad, 11  
 MENCKEN, H. L., 301  
 MENDEL, Gregor, 109  
 Mejor (todos lo hacen lo mejor que saben), 16  
 Menos reprocesos, 1, 3  
 Metanol, 333  
 Método barato de inspección comparado con el método maestro, 337-340, 342  
 de Monte Carlo, 109, 254, 255  
 Metodología estadística, líder de, 362, 363  
 Métodos de ensayo, instrumentos de ensayo, 24, 208, 209, 210, 257, 264  
 Mercancías y servicios, compra de, 30  
 Mezcla de diversas fuentes, 275  
 Miedo, 46, 47, 79, 83, 157, 207, 208  
 Military Standard 105D, 102, 126, 334, 335  
 Standard 9858A, 31  
 MILLER, Margaret, 154  
 Ministerio  
 de Educación, 163  
 de Guerra, 378  
 de Justicia, 117, 149, 229  
 MOEN, Ronald, 32, 88  
 MONTAGU, Ashley, 307  
 MOOD, Alexander M., 286, 347, 360  
 Moral, 210, 246  
 MORROW, R. L., 168  
 MOSTELLER, Frederick, 201, 213, 244, 286  
 Motines en las prisiones, 245  
 Motor, prueba de, 326  
 Movilidad  
 de la dirección, 76, 93  
 de la mano de obra, 93  
 rotación, 63  
 Muestra  
 local, 229  
 mecánica, 274  
 representativa, 229  
 MUNDEL, Marvin E., 12, 92, 144, 168  
 MURRAY, Robert K., 44
- Nación subdesarrollada, 5  
 NAG, Amal, 30  
 Nagoya, 11  
 Nashua Corporation, 17, 34  
 Negligencias en medicina, 376  
 NELSON, Lloyd S., 17, 19, 39, 40, 58, 94, 97, 250, 254, 258, 267, 278, 281, 361  
 Neumáticos defectuosos, 278  
 NISHIBORI, E. E., 3, 304, 378, 380  
 NISHIMURA, Keizo, 380  
 NOGUCHI, Juni, 93

- Objetivos, 53  
 numéricos, 42, 58, 81 y siguientes, 124, 134, 302
- Obsolescencia en las escuelas empresariales, 16, 99, 100
- Obstáculos, 97 y siguientes
- Oficina  
 de Aduanas, ver Aduanas, 161  
 del Censo, ver Censo  
 Nacional de Estándares, 147, 209, 286, 342
- Oficinas de precios, 203
- OGDEN, C. K., 218
- Operarios  
 comparación de, 204, 211  
 de producción, problema de los, 59-64
- Ordenador despersonalizado, 106
- Ordenadores, 25, 95, 102, 106
- Organización para la calidad, 68, 314, Capítulo 16, 361 y siguientes  
 diagrama, 363
- ORNATI, Osear A., 155
- ORSINI, Joyce, 354, 360
- Osaka, 22
- Oseas, 75
- Ótelo, II. iii, 15
- OTT, Ellis R., 286
- OTTMAN, Frederick R., 286
- OUCHI, William G., 239
- OWEN, David, 135
- Paga por méritos, calificación por méritos, ver Evaluación del comportamiento
- PAIRO, J. S., 168
- Paleta para bolas, 268, 357
- PAPADAKIS, Emmanuel P., 340
- Papel  
 doble raíz cuadrada de Mosteller-Tukey, 201, 213  
 revestido, 7 y siguientes
- Patrón, 89, 249, 250
- PEACH, Robert W., 137
- Perchas para abrigos en los hoteles, 165
- PERREAULT, hermana Jeanne, 27
- PERRY, John W., 151
- Personas como mercancías, 59  
 parte del sistema, 284  
 problemas, 57
- PETERSEN, Donald E., 92
- Piano, 99
- Piezas  
 múltiples, inspección, 330, 339, 348-350  
 únicas, reglas para que el coste total de la inspección sea mínimo, Capítulo 15, 315 y siguientes
- PIKETTY, Robert, 107
- Plan de acción (Punto 14), 65
- Planes  
 de aceptación estándar, disposición de los, 333  
 de muestreo de aceptación, disposición de 102, 286, 325
- Poema japonés, 139
- Polución, contaminación, 208, 222
- PONTIUS, P. E., 342
- Precio, base del, 19, 25, 26, 27
- Precisión y exactitud, 227, 228
- Preguntas para ayudar a los directivos, Capítulo 5, 121 y siguientes
- Premio
- Deming, 11
- Nobel, 84, 85
- Presidentes, elección de, 44
- Pretoria, 45, 64, 112, 246, 247, 274
- Primeras fases de la producción, 280, 281
- Procedimientos de contabilidad, 163
- Proceso, diagrama del, 66
- Producción, centrarse en la, 58
- Productividad, ver La productividad mejora con la calidad
- Productos nuevos, servicios nuevos, 142
- Programador, 107
- PROSCHAN, Frank, 167, 331
- Prototipos, ensayos de, 108
- Proveedor único, ver fuente única, dos proveedores, 28, 29
- Prueba ji-cuadrada, 211
- Pruebas de significación, 211, 286
- PRUSSIA, Leland S., 118
- Puntos múltiples de envío, 31
- Quejas, 50, 125, 140  
 reducción, 299
- QUENOUILLE, M. H., 263
- RALEIGH Lord, 256
- RANNEY, Gipsie B., 201, 249, 254
- Reacción en cadena, 2, 3
- REAGAN, Presidente Ronald, 80
- Recorrido, distribución del, 263
- Redundancia, 337
- Reglamentos gubernamentales, 233
- Reglas  
 del embudo, 42, 248, 255, 279  
 de Joyce Orsini, 320, 321, 322  
 de todo o nada, 264, 318 y siguientes, 324-327, 348
- REICH, Robert B., 78, 100
- Reimer Express Lines, Donald S. REIMER, 151
- Relación  
 a largo plazo, 28, 29, 32  
 amistosa, 37  
 de líneas de trazos, 365
- Remallado, 295 y siguientes
- Representación gráfica, 344, 345
- Reprocesos, 1, 2, 3, 70, 96, 109, 308
- Reservas en una línea aérea, 56
- Residencias, 135
- RESNICK, Robert, 219
- Resolución de problemas, 99
- Responsabilidad, coste de la, 76

- Restaurante, 168  
 Resto, correlación con la muestra, 319, 347, 356  
 Resultados inmediatos, 97  
 Revisión de la vista, 89, 201, 297  
 REYNOLDS, Edward A., 100  
 RICHARDS, Charles, 164  
 RICHARDS, I. A., 218  
 Riesgos de la inspección por consenso, 343  
 Rivier College, 27  
 Roadway Express, 151  
 ROBERTS, Harry V., 286  
 Rotación, movilidad, 61, 63  
 ROSANDER, A. C., 144  
 ROTH, Martin, 340  
 ROTHERBERG, Jerome E., 306  
 Royal Philharmonic Orchestra (Orquesta Filarmónica Real), 107  
 RUSK, Dean, 193
- Sala de herramientas, 292  
 Saltar de un trabajo a otro, 76, 93  
 SCHAEFER, Ernst D., 267  
 SCHAFER, Raymond, 167  
 SCHERKENBACH, William W., 42, 48, 80, 86, 92, 108, 153, 258, 275  
 SCHOLTES, Peter, 192  
 Segunda fuente, 28  
 Seguro, seguridad, 232, 237-239, 246, 247  
 Selección aleatoria de unidades, 226, 273, 274  
 SENSENBRENNER, Joseph, 191  
 Señales falsas, 258  
 SERFLING, R. J., 331  
 Servicio  
   Calidad del servicio, 139, 145  
   de televisión, 144  
   gubernamental, 5, 92, 93, 117, 154  
   médico (asistencia sanitaria), 155  
   municipal, Madison, mejora del, 191  
   postal, ver Correo  
   y fabricación, diferencias, 147  
 SHARP, J. Franklin, 170  
 SHEWHART, Walter A., 2, 26, 67, 132, 140, 209, 216, 217, 218, 219, 234, 242, 244, 248, 249, 262, 285, 365, 379  
 Shimizu Construction Company, 11  
 SINGPURWALLA, Nozer D., 167  
 Sistema, 247  
   de transportes, 151, 168  
 estable, 5, 42, 43, 52, 58, 85, 102, 122, 166, Capítulo 11, 241 y siguientes, 250, 252, 253, 278  
 ventajas del, 264, 319, 325-326  
 SITTIG, J., 360  
 SMALL, Bonnie B., 285  
 SMITH, Hugh M., 215  
 SOBO, Phyllis, 65  
 Sociedad de Cameramans de Washington, 131  
 Soldador, 199  
 STEPHAN, Frederick F., 161
- STINSON, Ralph E., 35  
 STOUFFER, Samuel A., 161  
 STRUENING, Elmer L., 306  
 Submarino, 257  
 Submontajes, 32, 336  
 SUGIYAMA, Hiroshi, 196, 197  
 Supercontratación, 166  
 Supervivencia, 119  
 Sustrato, reglas de todo o nada, 328, 351
- Tablas  
   Dodge- Romig, 102, 126, 334  
   2 x 2 , 339, 340  
 TAGUCHI, G., 39, 108  
 Takenaka Komuten, 11  
 Taku, cuidad de, 22  
 Taller, 39, 71  
 Tanabe Pharmaceutical Company; Gohei TANABE, 380  
 Tarea a realizar, variable, 323  
 Técnico del mes, 304  
 Temor, ver miedo  
 TENENBEIN, Aaron, 340  
 Teoría de la gestión, 16  
 TEPPING, Benjamín J. 254, 357  
 Terapia física, 196  
 TERESA, Joseph, 163  
 THUROW, Lester C., 118  
 THYREGOD, P., 360  
 Tiempo  
   de llegada, 370  
   de tránsito, 164, 253  
 TIPPETT, L. H. C, 168, 263, 286  
 Trabajador solitario, 91  
 Trabajar más inteligentemente, no más duramente, 53, 265  
 Trabajo  
   a destajo, incentivos económicos, cupos por piezas, falacia, 55, 124, 309  
   en equipo, 32, 35 50, 67, 83  
   orgullo en el, 56, 59, 60, 63, 65, 94, 96, 124  
 Tráfico,  
   estudios de, 169  
   señales de, 372  
 Transformación; retrasos, 65, 116  
 Transporte, 146, 147, 151, 288  
   londinense, 283  
   de masas, 26, 168  
   de mercancías por carretera, 31, 151, 152, 164, 168, 169, 288  
 Transportista único, 31  
 Tratamiento térmico, 153  
 Travelodges de Nueva Zelanda (hotel), 165  
 Trenes, 22, ver Ferrocarril  
 Triángulo de interacción, 138  
 TRIBUS, Myron, 332  
 TSUDA, Yoshikasu, 1, 2

- TSURUMI, Yoshi, 3, 77, 104, 112  
TUKEY, John W., 201, 244, 286
- Único, cada cosa es única, 71
- Unión de Ciencia e Ingeniería Japonesa; ver JUSE
- Universidad  
de Electro-Comunicaciones (Tokio), 106  
de Nueva York, 56  
de Osaka, 196  
de Stanford, 378  
Rikkyo, 2
- Utilización del equipo, 336
- Vales de viajes, 163
- Valor  
añadido al sustrato, 328, 350  
exacto, 217  
exacto, valor verdadero, 217 y siguientes, 369  
no verdadero, valor no exacto, 217 y siguientes,  
369  
verdadero, 217 y siguientes
- Variación  
en la tarea a realizar, apuros debidos a, 323  
predicción de, 271
- Varianza total, 275
- VELLEMAN, Paul F., 244  
Velocidad de la luz, 218-219  
Vendedor, problemas del, 146, 267  
Ventajas de un proceso estable, 264  
Viviendas vacantes, 220  
VORLICKY, Loren, 155
- WAERDEN, B. L. van der, 360  
WALLIS, W. Alien, 286, 378  
Washington Circle, 375  
*Wegweiser*, 373  
WEST, Dave, 274  
Western Electric Handbook (libro de la Western  
Electric), 250, 258, 285, 343  
WETHERILL, G. B., 360  
WILLIAMS, Juan, 80  
WORKING, Holbrook, 378  
WU, YU-IN, 39  
WYLIE, Philip, 140
- YOU DEN, W. J., 286
- ZACKS, S., 360  
Zapatos, 110, 133, 292  
ZELAN, Karen, 136





# *LOCUCIONES Y ABREVIATURAS LATINAS*

cf. (confer): consultar

e.g. (exempli gratia): por ejemplo

et al. (et alteri): y otros

i.e. (id est): esto es

infra: más abajo

inter alia: entre otros

loc. cit. (loco citato): en el lugar citado

sic: así en el original

vide infra: ver más abajo

viz. (videlicet): a saber, es decir