

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. Cualquiera 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)¹. 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.

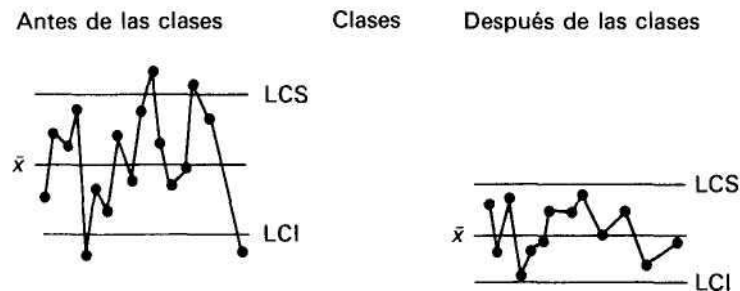


Fig. 17. Puntuaciones medias semanales en golf para un principiante que tomó unas clases antes de alcanzar el estado de control estadístico. Las puntuaciones de cuatro juegos sucesivos constituían una muestra de $n = 4$ para calcular \bar{x} y R . Los límites de control superior e inferior para \bar{x} 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} .

¹ Shunji Hirokawa e Hiroshi Sugiyama, «Quantitative gain analysis», *Technology Reports of Osaka University, Facultad de Ingeniería* 30, n° 1520 (1980).

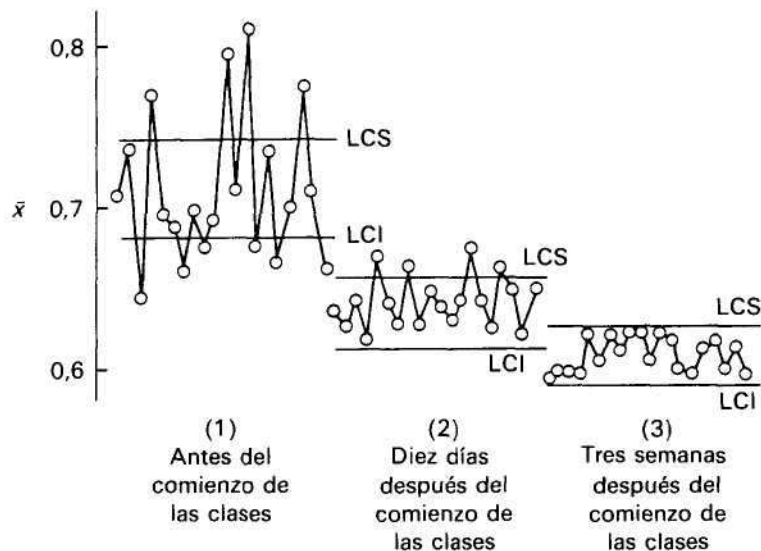


Fig. 18. Puntuaciones medias diarias para un paciente que está aprendiendo a andar después de una operación. Los límites de control proceden de todo el grupo de pacientes. De Hirokawa y Sugiyama (ver la nota n.º 1).

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

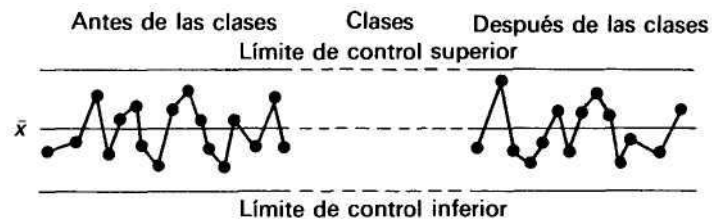


Fig. 19. Puntuaciones medias en golf para un golfista experimentado, antes y después de las clases. Aquí el jugador ya había alcanzado el control estadístico antes de tomar las clases. Consecuentemente, las clases fueron ineficaces. Las puntuaciones para cuatro juegos sucesivos constituían una muestra 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

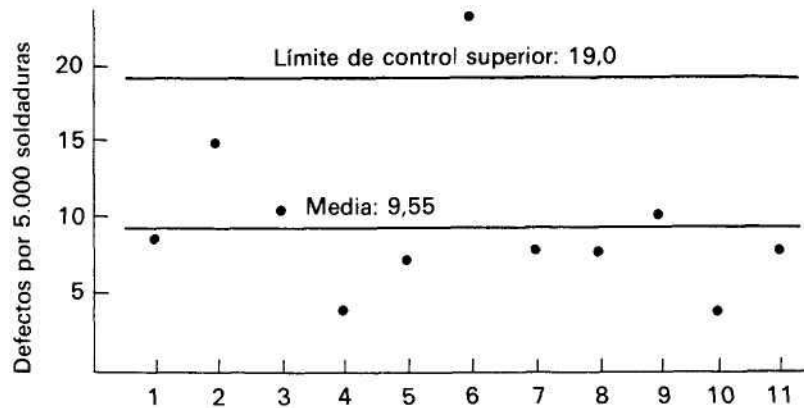


Fig. 20. Once soldadores, defectos por 5.000 soldaduras. Los soldadores están numerados del 1 al 11 según el tiempo de permanencia en el trabajo. El promedio es de 9,55 defectos por 5.000 soldaduras. El límite de control superior, 19. El límite de control inferior, 0. El soldador N° 6 está fuera del 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 liderazgo². 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

²Agradezco a la Dra. Gipsie B. Ranney por el placer de trabajar con ella en este proyecto.

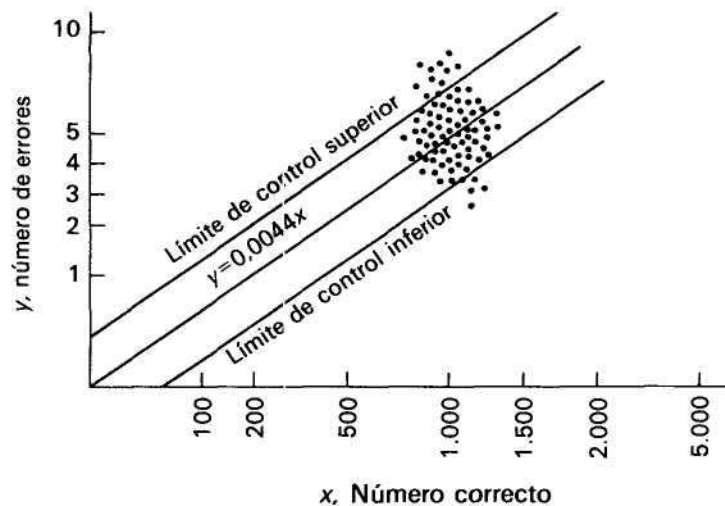


Fig. 21. Trazado del número de errores sobre la vertical frente al número correcto en la horizontal. Cada punto representa la inspección de la producción de una operaria durante un mes. Había 240 mujeres haciendo el trabajo. Diez puntos caen fuera del límite de control superior. Cuatro caen por debajo 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

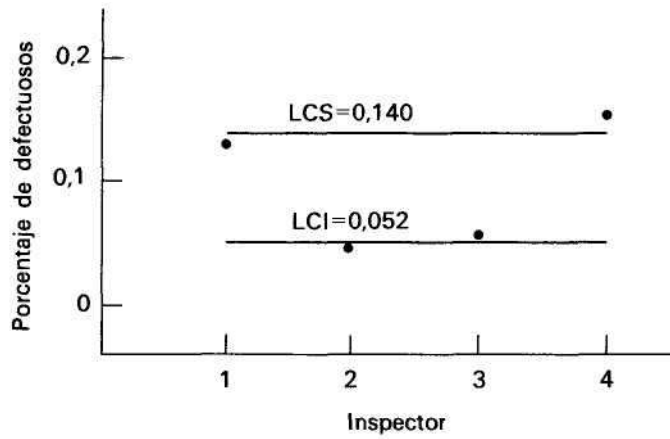


Fig. 22. El resumen en forma de gráfica para los cuatro inspectores descarta los problemas con la inspección. Cálculo de los límites de control

$$\bar{p} = 0,096, \quad n = \frac{1.590}{4} \cong 400$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{LCS} \\ \text{LCI} \end{array} \right\} = \bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p})/n} =$$

$$= \begin{cases} 0,140 \\ 0,052 \end{cases}$$

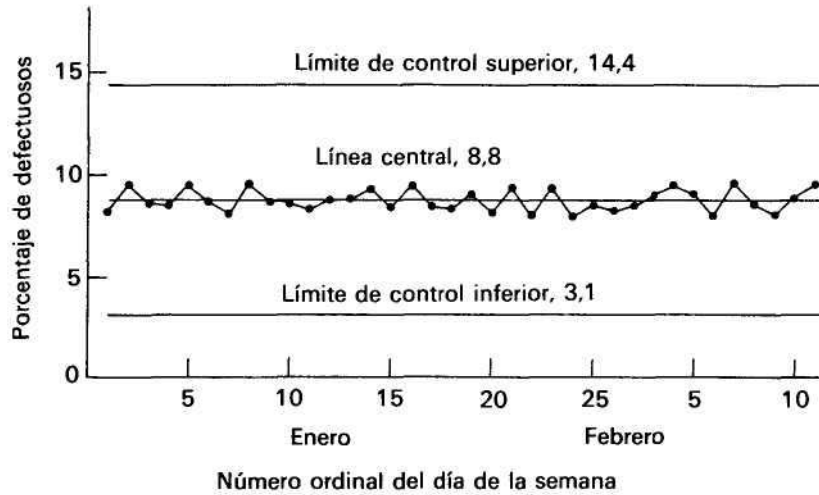


Fig. 23. Registro diario del porcentaje de artículos defectuosos; 225 artículos inspeccionados por día

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. Él 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.

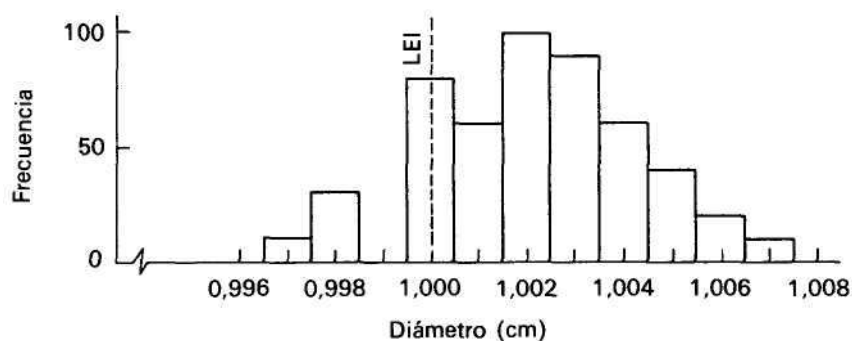


Fig. 24. Distribución de las medidas del diámetro de 500 varillas de acero. Obviamente la inspección era defectuosa. (LEÍ indica límite de especificación inferior.)

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.

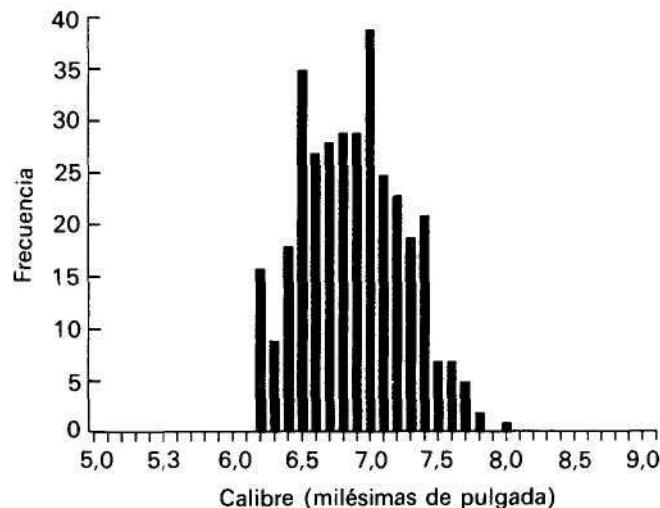


Fig. 25. Distribución de los valores medidos. Límite inferior 6,2 milésimas de pulgada, no hay límite superior.

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 estadístico³. 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?

³ 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 precision 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 Censo⁴.

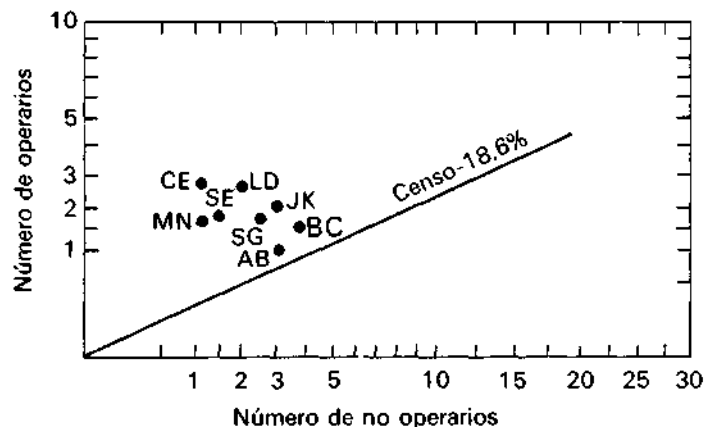


Fig. 27. Número de operarios y número de no operarios ocupados registrados por los entrevistadores durante las dos primeras semanas de una encuesta en Wilmington, Delaware, en 1952, comparada con el Censo de 1950. Todos los puntos caen por encima de la línea del Censo. Esto es una fuerte evidencia de que existe una falta de entendimiento entre los entrevistadores respecto de la definición de operario. Hizo falta formación adicional.

⁴ 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

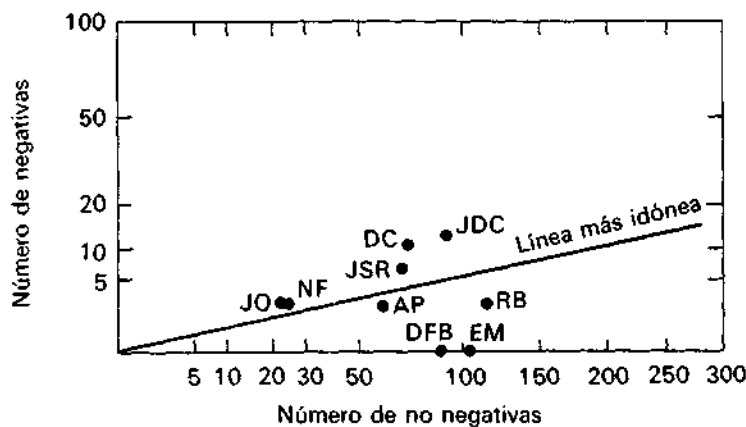


Fig. 28. Negativas y no negativas para nueve entrevistadoras después de cuatro semanas. Las entrevistadoras DFB y EM son superiores, si no es que hay algo mal en los registros.

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.