

UNIDAD  
DIDÁCTICA

# 4

## LA MEJORA CONTINUA. HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

### PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS

1. El ciclo de Deming. Mejora continua
2. Medición de la calidad. Objetivos e indicadores
3. Costes de calidad y no calidad
4. Análisis y resolución de problemas. Técnicas de mejora
  - 4.1. Las siete viejas herramientas
  - 4.2. Las siete nuevas herramientas

### GLOSARIO DE LA UNIDAD

### ACTIVIDADES DE AUTOCOMPROBACIÓN

### EJERCICIOS VOLUNTARIOS

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



## PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS

Esta Unidad didáctica se va a centrar en la mejora continua y en las herramientas, tanto clásicas como nuevas, que ayudan en el análisis y resolución de problemas. Al finalizar esta Unidad el estudiante deberá ser capaz de conocer:

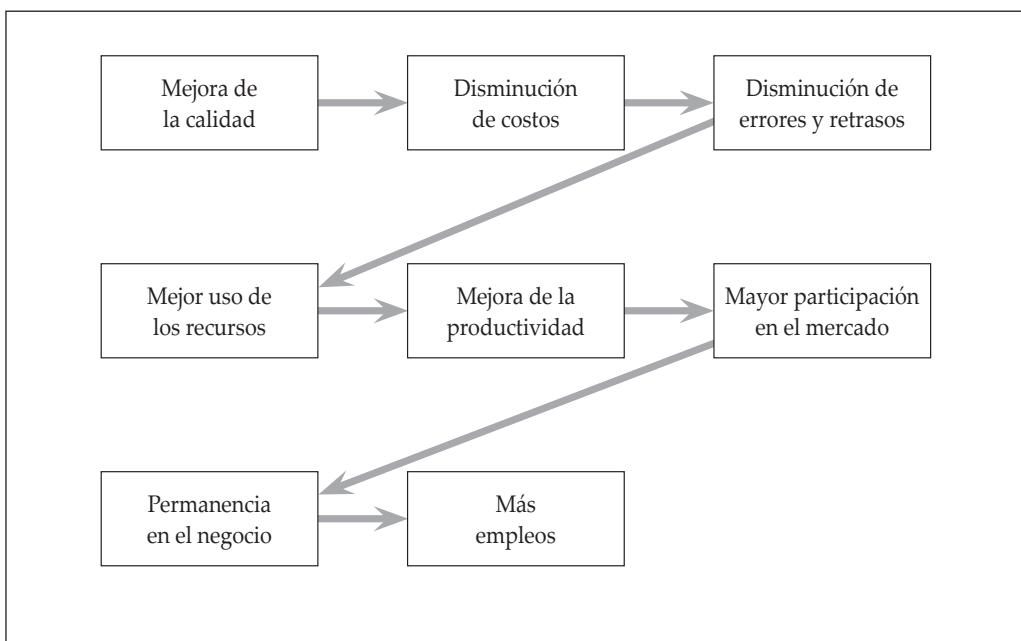
- En qué consiste el ciclo de Deming.
- La utilización de los indicadores para medir la calidad.
- Cuáles son los costes asociados a la calidad y a la no calidad.
- Cómo realizar un histograma, un diagrama de flujo, un gráfico de control, una hoja de control/verificación, un diagrama de Pareto, un diagrama de Ishikawa y un diagrama de dispersión.
- Cómo realizar los siguientes diagramas: de afinidad, de relaciones, de árbol, matricial, de priorización, de flechas y de Gantt.

Para alcanzar estos objetivos, se ha organizado esta Unidad en diferentes epígrafes acordes a los puntos anteriores.

## 1. EL CICLO DE DEMING. MEJORA CONTINUA

Deming considera que la calidad debe definirse en términos de satisfacción del cliente. Este enfoque implica que la calidad de un producto o servicio tiene múltiples dimensiones y que existen diferentes grados de calidad, puesto que un mismo producto o servicio no tiene por qué satisfacer por igual a todos los clientes.

Reacción económica en cadena de Deming



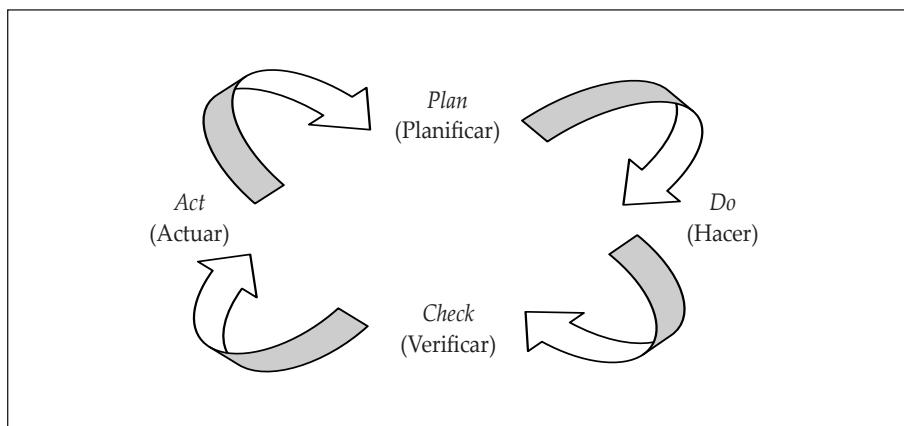
Las teorías de Deming se apoyan en la participación de la dirección, la mejora continua, el análisis estadístico, la definición de objetivos y la comunicación. Sus teorías, orientadas especialmente a la alta dirección de la organización, pueden resumirse en los llamados **14 principios de Deming**:

- Crear constancia de propósito hacia la mejora del producto o servicio, con los objetivos de volverse competitivos, permanecer en el negocio y proporcionar empleos. Es necesario mejorar de manera continua el producto o servicio y, por ello, es necesario apostar por la innovación, la investigación y la educación a todos los niveles de la organización.
- Adoptar la nueva filosofía. Es inaceptable aceptar que existan defectos en los productos o servicios. Siempre debe apostarse por la mejora continua en todos los aspectos.
- Dejar de depender de la inspección como mecanismo para lograr calidad. Mientras que la inspección 100 por 100 no garantiza la calidad del producto o servicio, las técnicas estadísticas ayudan de manera efectiva a evidenciar la calidad localizando las causas que han originado los problemas.
- Terminar con la práctica de cerrar un negocio tomando en cuenta únicamente el precio; en lugar de ello debe buscarse minimizar el costo total. La calidad debe estar unida al precio en los suministros y al establecimiento de relaciones a largo plazo con los proveedores en las que se prime la confianza y la lealtad.
- Mejorar, de forma constante e ininterrumpida, el sistema de producción y servicio.
- Instituir programas de capacitación para el trabajo. La adecuada capacitación de los trabajadores garantiza que los productos o servicios cumplen con los requisitos y especificaciones establecidos por el cliente.
- Instituir liderazgo. Si en la organización no existe un líder es difícil que el rendimiento de los trabajadores y los niveles de productividad alcancen los niveles óptimos. Es importante que los directivos lideren sistemas de gestión que permitan a la gente disfrutar de su trabajo.
- Perder el miedo. Es importante establecer una sistemática de comunicación eficaz entre los líderes de la organización y los administradores, de forma que cada uno pueda realizar efectivamente su trabajo para la empresa.
- Eliminar las barreras entre departamentos. Romper las barreras organizativas y fomentar el trabajo en equipo para la prevención y la solución de problemas.
- Eliminar las consignas, exhortaciones y metas dirigidas a fuerza laboral.

- Eliminar el establecimiento de estándares y cuotas numéricas arbitrarias respecto al trabajo. Sustituir por liderazgo.
- Eliminar las barreras que privan a las personas de su derecho a enorgullecerse de su trabajo. Los trabajadores son la clave del sistema de gestión. Los líderes deben tener en cuenta sus sugerencias y aportaciones para la resolución de cuestiones clave en la organización.
- Instituir un vigoroso programa de educación y automejora. Para que el sistema de calidad mejore es fundamental que sus trabajadores reciban formación adecuada de manera continuada, lo que permite la introducción de nuevas técnicas y métodos de trabajo.
- Impulsar el trabajo de todos los miembros de la empresa hacia el cumplimiento de la transformación.

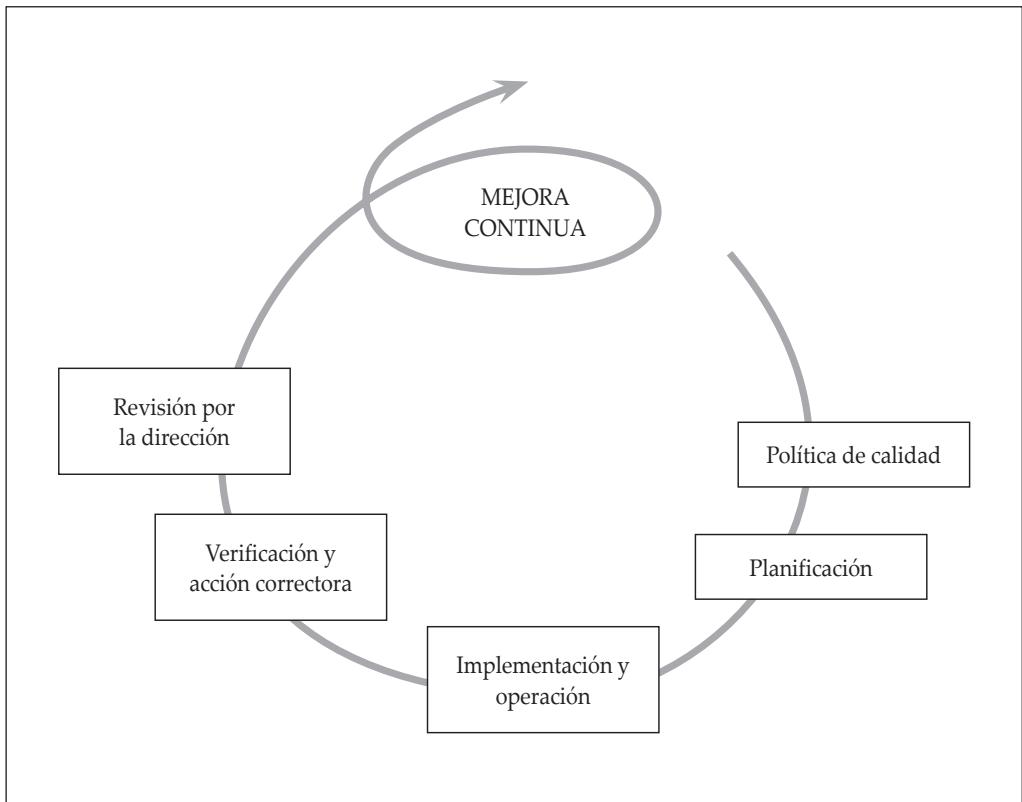
El **ciclo de Deming**, desarrollado por Shewart y popularizado por Deming, es un método sistemático para la resolución de problemas. Este método también es conocido como ciclo PDCA o PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar):

- **Planificar.** Analizar el problema existente y proponer soluciones.
- **Hacer.** Poner en marcha las soluciones propuestas.
- **Verificar.** Comprobar que las acciones propuestas son eficaces y que la causa que ha originado el problema ha desaparecido.
- **Actuar.** Instaurar los cambios y aplicarlos de forma sistemática.



La **mejora continua** puede definirse como el procedimiento mediante el cual se planifican acciones orientadas a la mejora de las actividades desarrolladas por la organización, se ejecutan estas acciones midiendo los resultados que se han supuesto y se actúa en consecuencia sobre el producto.

Ciclo de mejora continua



## 2. MEDICIÓN DE LA CALIDAD. OBJETIVOS E INDICADORES

La **medición** es un elemento clave en el proceso de gestión de la calidad y permitirá a la organización alcanzar la mejora continua a través del control de las no conformidades y el cumplimiento de los requisitos que se han especificado para el producto o servicio. Comparando la situación de partida con la situación actual en la que se encuen-

tra un proceso, es posible valorar su evolución en el tiempo e identificar oportunidades de mejora que permitirán que el proceso progrese de manera satisfactoria.

Antes de empezar a medir es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El proceso a medir debe definirse de manera clara y concisa.
- Es necesario establecer mecanismos básicos que permitan visualizar los resultados y, cuando sea posible, definir objetivos para la mejora del sistema de gestión.
- El análisis de los resultados debe orientarse a la identificación de posibles áreas de mejora.

De manera general, puede afirmarse que es posible medir cualquier actividad de la empresa puesto que los procesos siempre tienen que ajustarse a determinadas especificaciones para dar cumplimiento a los requisitos que se han definido de manera efectiva. Así, puede medirse:

- El rendimiento de un proceso.
- La calidad del embalaje.
- Las reclamaciones recibidas.
- El grado de satisfacción del cliente.
- El cumplimiento de los plazos de entrega de producto.
- El tiempo medio de suministro de proveedores de un producto.
- El número de procesos fuera de control en un determinado tiempo.
- Etcétera.

La adecuada gestión de los procesos desarrollados en una organización exige que se definan y desarrollen unos objetivos, conforme a una estrategia fundamentada en la mejora continua, y que se determinen todas las acciones necesarias para poder llevarlos a cabo.

La norma *UNE 66175. Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores* indica que los objetivos de calidad deben caracterizarse por los siguientes requisitos:

- Ser medibles, de manera que pueda conocerse su grado de consecución.
- Ser alcanzables.
- Estar coordinados.
- Ser desafiantes y comprometedores.
- Involucrar al personal.
- Poder desarrollarse en planes de actuación.

Un **indicador** puede definirse como un dato o conjunto de datos que permite medir de manera objetiva la evolución de los procesos o de las actividades desarrollados por una organización. La elección de un buen indicador es determinante para conocer cuál es la situación de partida de la organización, valorar el grado de evolución de su actuación respecto a la calidad y establecer objetivos realistas que permitan aprovechar las oportunidades de mejora.

El trabajo con indicadores debe iniciarse en el momento en el que comience la implantación del sistema de gestión con la intención de optimizar y rentabilizar los beneficios que implica llevar a cabo la medición de los procesos que se realizan en las empresas.

Aunque los indicadores por sí solos no permiten alcanzar las mejoras deseadas, la medición del proceso hace posible identificar y cuantificar oportunidades de mejora, además de posibilitar la definición de objetivos de calidad más realistas fundamentados en hechos cuantificados. Por ello, es importante que los indicadores sean representativos de la actividad de la empresa, y para conseguir beneficios desde el punto de vista de la calidad, deben cumplir una serie de condiciones:

- Los indicadores simbolizan una actividad importante o crítica.
- Los indicadores tienen relación directa sobre el concepto que se está valorando de manera que proporcionan datos fieles y representativos del criterio a medir.
- Los resultados de los indicadores son cuantificables y normalmente se representan con un dato numérico o valor de clasificación.
- El uso de indicadores supone un beneficio importante para la gestión de la empresa, por lo que deben capturarse y tratarse los datos necesarios para su desarrollo sin tener en cuenta la inversión que implique.

- Los indicadores son útiles por su capacidad para marcar tendencias, pudiendo representarse la evolución en el tiempo del concepto valorado.
- Los datos suministrados a través de los indicadores deben ser objetivos y fiables, proporcionando confianza a los usuarios sobre la validez de las medidas.
- Los indicadores deben ser fáciles de establecer, mantener y utilizar, siendo comprensibles a todos los niveles de la organización.
- Los indicadores deben ser compatibles con los otros indicadores del sistema de gestión, permitiendo su comparación y posterior análisis.

Es importante analizar la situación real de los indicadores en cada momento para poder tomar las acciones correctivas o preventivas que permitan modificar las desviaciones respecto a los objetivos definidos por la organización. Los cuadros de mando agrupan los indicadores, representándolos de manera que son fácilmente interpretados por la dirección y los responsables de la organización. Los cuadros de mando son una herramienta de gestión eficaz, puesto que permite visualizar de manera sencilla la evolución de la organización y facilitar la toma de decisiones relacionadas con la consecución de objetivos y la mejora continua.

La definición de un sistema de indicadores requiere que toda la organización se implique en su implantación para lograr un sistema eficaz, orientado a la mejora continua. Para ello es necesario esforzarse en aspectos como la formación específica, la comunicación, la información y la motivación de todo el personal.

Los indicadores pueden clasificarse en:

- **Indicadores internos.** Se obtienen mediante el análisis de la gestión interna de la organización. Algunos ejemplos son el cumplimiento de plazos, el tiempo de respuesta, el tiempo de reparación, etc.
- **Indicadores externos.** Se obtienen mediante el análisis de información recibida de los clientes. Algunos ejemplos son el cumplimiento de expectativas, las reclamaciones, las felicitaciones, etc.
- **Indicadores simples.** Formados por una medida directa de la característica que se pretende evaluar. Están dirigidos a evaluar las funciones departamentales de actividades y tareas concretas. Algunos ejemplos son los envíos retrasados respecto del total, el número de defectos en el proceso de empaquetado, etc.

- **Indicadores compuestos.** Formados por un conjunto de mediciones directas de cada una de las características o requisitos que debe cumplir un producto, proporcionan una medida global de la calidad. Un ejemplo de indicador compuesto es el que mide la calidad de los proveedores en una industria y que tiene en cuenta la calidad potencial (instalaciones, equipos y sistemas de gestión de calidad son adecuados para fabricar un producto conforme a determinadas especificaciones), la calidad de suministros (se valora la calidad de los productos entregados en función de los resultados obtenidos a través de las inspecciones en recepción y el proceso operativo) y la calidad en garantía (número de averías dentro del periodo de garantía del producto final que han tenido los productos suministrados por el proveedor).

Es fundamental que los indicadores no den lugar a diferentes interpretaciones y, para ello, es importante seguir una serie de recomendaciones a la hora de definir el sistema de indicadores de la organización. Los pasos a seguir son los siguientes:

- **Selección de indicadores.** No hay que perder de vista que los recursos de la organización son limitados y, por ello, solo deben ponerse en marcha aquellos indicadores que resulten rentables, en los que la información obtenida justifique el esfuerzo dedicado a su obtención. Por esto, deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:
  - Grado de cumplimiento de objetivos asignados y acciones derivadas.
  - Evolución de los factores críticos de éxito de la organización o área evaluada (satisfacción de clientes, resultados económicos, productividad, etc.).
  - Evolución de las áreas, procesos o parámetros conflictivos o con problemas reales o potenciales de la organización.
  - Información sobre el coste y los recursos necesarios para el establecimiento del sistema de indicadores (recogida de datos, tratamiento, documentación, etc.).
  - Fiabilidad del proceso de captación de la información y su explotación, así como la capacidad en plazo y grado de motivación del personal implicado en las actividades.

- **Denominación de indicadores.** A la hora de definir los indicadores es importante tener claro qué es lo que se va a medir: número de nuevos clientes, nivel de satisfacción de los clientes, índices de productividad, etc. Los indicadores definidos deben aportar valor y no ser redundantes o repetitivos.
- **Forma de cálculo. Especificación del indicador y fuentes de información.** Para cada uno de los indicadores definidos debe establecerse el sistema que se empleará para computar la información y llegar a los resultados, especificando la periodicidad con la que se llevará a cabo el cálculo de los indicadores (mensual, trimestral, anual, etc.).

Los indicadores pueden ser recuentos, un grado de valor o una estimación, un porcentaje, un ratio, etc.

El indicador debe especificarse haciendo que sea representativo del concepto que desea conocerse y evitando malas interpretaciones de su significado. Por ejemplo: plazo medio de respuesta a las reclamaciones de los clientes del servicio de restaurante, tasa de tareas realizadas en los plazos establecidos, tasa de utilización de un equipo, evolución de las cuotas de mercado, etc.

- **Forma de representación.** Los indicadores pueden representarse gráficamente; así se muestra de manera sencilla su evolución y se consigue una mayor agilidad a la hora de modificar una evolución negativa. Puede recurrirse a diagramas (histogramas, sectores, radial, curvas, etc.), tablas cifradas, colores, símbolos, etc.
- **Definición de responsabilidades.** La dirección de la organización debe definir de manera clara las responsabilidades vinculadas al sistema de indicadores y, en concreto, aquellas relacionadas con la recogida de la información, el análisis y la explotación de los indicadores o cuadros de mando y la comunicación de resultados.
- **Definición de umbrales y objetivos.** Es habitual representar los objetivos a alcanzar o umbrales a considerar junto con los indicadores de medida relacionados. Los objetivos a conseguir en muchas ocasiones exigen la definición de umbrales para ciertos indicadores, como mínimo/máximo a respetar sin modificar el proceso, valor a conseguir o consecución de valores en el tiempo.

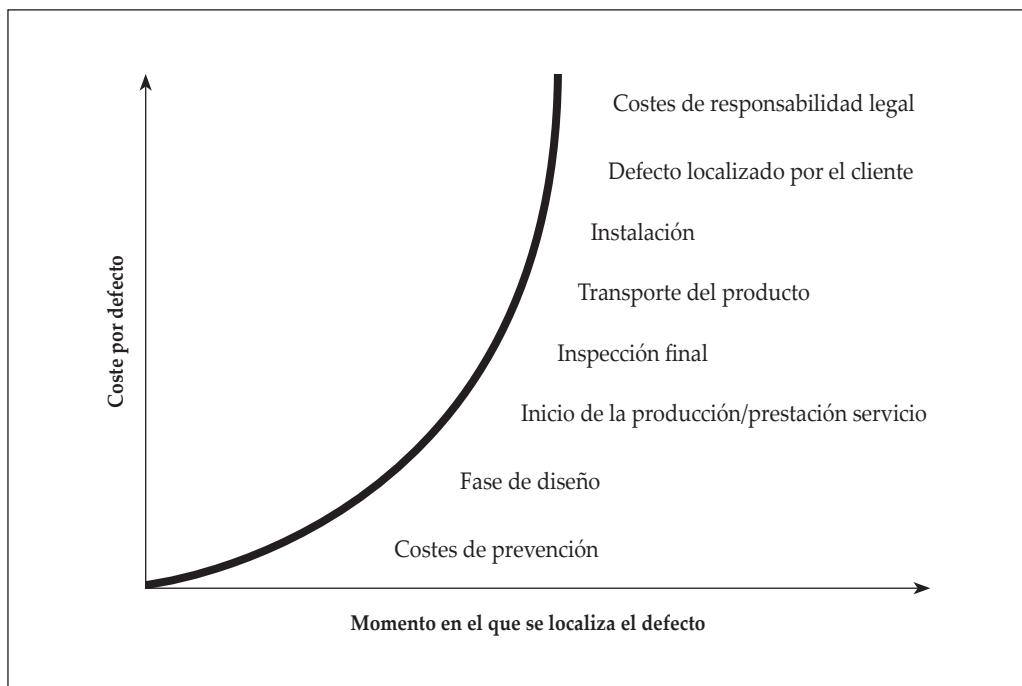
<b>Ficha de indicador</b>		<b>PR-OP-05. Servicio de restauración</b> <b>Código: IND-01/PR-OP-05</b>														
<b>Objetivo</b>	Incrementar el índice de satisfacción del cliente un 5 por 100 en el servicio de restaurante.															
<b>Indicador</b>	Porcentaje de clientes satisfechos.															
<b>Forma de cálculo</b>	$\left[ \frac{\text{N.º clientes satisfechos (índice satisfacción} > 80)}{\text{N.º clientes totales}} \right] \times 100$															
<b>Fuente de información</b>	Resultados de las encuestas de satisfacción al cliente entregadas una vez finalizado el servicio.															
<b>Responsables</b>	Jefe de sala. Responsable de calidad.															
<b>Representación</b>	Gráfico de barras trimestral															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Período</th> <th>Nº clientes satisfechos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>74</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table>			Período	Nº clientes satisfechos	A	73	B	50	C	65	D	45	E	74	F	70
Período	Nº clientes satisfechos															
A	73															
B	50															
C	65															
D	45															
E	74															
F	70															

### 3. COSTES DE CALIDAD Y NO CALIDAD

El aseguramiento de la calidad en la organización va ligado de manera directa a la optimización de los recursos existentes, ya sean equipos, materiales, información o recursos humanos. Es decir, la calidad se asocia a una elevada productividad con bajo coste.

Pero hay que tener en cuenta que la calidad es percibida por el cliente y será él quien realice el verdadero control de calidad, aceptando o rechazando un producto o servicio en función de si este satisface o no sus expectativas. La organización debe tener en cuenta que la medición y el control de aquellos indicadores clave para la satisfacción del cliente empiezan con la prevención de la no calidad, puesto que, cuando un producto defectuoso llega al cliente, se incrementa de manera significativa el coste; y, por ello, es importante identificar los problemas durante las fases iniciales del producto, en las etapas de diseño y desarrollo, y ponerles solución de inmediato, ya que, aunque el cliente se sienta recompensado cuando se le ofrece un nuevo producto, su reparación o la repetición de un servicio, la reputación de la organización ya está dañada y los costes serán elevados.

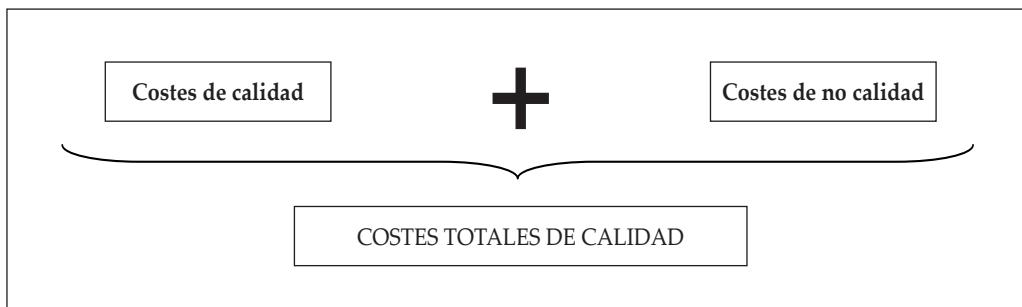
#### Incremento del costo de la calidad a medida que un producto llega al consumidor final



Cuando una organización conoce los costes de la calidad, puede tomar decisiones objetivas que permitirán alcanzar la mejora continua a través de la modificación o revisión de los procesos de la organización o del diseño de un producto o servicio. En la siguiente tabla se incluye la clasificación de los costes de calidad y no calidad.

### Clasificación de los costes de calidad

<b>Costes directos</b>	<b>Costes de conformidad → → Costes de calidad</b> Gastos originados por el desarrollo de actividades necesarias para alcanzar los objetivos de calidad definidos por la organización.	<b>Costes de prevención</b> Costes de las medidas encaminadas a la prevención de fallos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación y administración de la calidad.</li> <li>• Ingeniería de calidad.</li> <li>• Formación.</li> <li>• Supervisión y evaluación de proveedores.</li> <li>• Revisión del diseño.</li> <li>• Auditorías de calidad.</li> </ul>
		<b>Costes de evaluación</b> Costes de ensayo, inspección y examen necesarios para evaluar si se mantiene la calidad especificada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección en recepción.</li> <li>• Verificación de la producción.</li> <li>• Ensayos y pruebas.</li> <li>• Auditorías de calidad de producto.</li> <li>• Calibración y mantenimiento de equipos de verificación y ensayo.</li> <li>• Pruebas para la calificación, certificación y homologación de nuevos productos.</li> <li>• Verificación final de producto.</li> </ul>
	<b>Costes de no conformidad → Costes de no calidad</b> Gastos asociados a los fallos de los productos que no cumplen los requisitos que han preestablecido los clientes.	<b>Costes de fallos internos</b> Coste resultante de los fallos de un bien o servicio antes de la entrega.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos y materiales inútiles.</li> <li>• Recuperaciones y reparaciones.</li> <li>• Reinspecciones y repeticiones.</li> <li>• Rediseño.</li> <li>• Costes ocultos (indirectos).</li> </ul>
<b>Costes indirectos o costes ocultos</b>		<b>Costes de fallos externos</b> Coste resultante de un bien o servicio que no cumple los requisitos de calidad y cuyo fallo se manifiesta posteriormente a su entrega.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costes por garantías.</li> <li>• Garantías comerciales.</li> <li>• Servicio al cliente y al producto.</li> <li>• Productos rechazados o devueltos.</li> <li>• Modificaciones en garantías.</li> <li>• Penalizaciones.</li> </ul>
	Son difíciles de identificar, medir y controlar, pero pueden cuantificarse de manera aproximada, ya que están relacionados con los costes directos por fallos externos.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costes de pérdida de oportunidad.</li> <li>• Responsabilidades legales.</li> </ul>



Una organización que ha identificado y cuantificado los costes de calidad puede garantizar que no se verá perjudicada como consecuencia de los esfuerzos realizados al intentar conciliar las metas para alcanzar la alta calidad, el bajo costo y la oportunidad de entrega. La cuantificación permite que todos los implicados en el proceso de fabricación de un producto conozcan los riesgos del incumplimiento de la no calidad y que se conozcan las causas raíz que ocasionan las no conformidades para poner soluciones efectivas.

La medición de los costos de calidad puede emplearse como una herramienta útil para justificar el desarrollo de programas de mejora, ya que permite determinar sobre qué problemas debe actuarse para obtener el mayor retorno sobre la inversión.

Identificados y medidos los costos de calidad, los responsables del proyecto pueden determinar si el dinero destinado al mismo es una inversión adecuada para el progreso de la organización en el mercado. Cuando se optimiza el desempeño de la calidad, los costes de calidad mejoran también de manera significativa.

Los programas de costes de la calidad deben tener en cuenta las siguientes premisas:

- Comprar o producir únicamente lo que se necesite y en el momento que se necesite.
- Utilizar la lógica para simplificar la gestión de la organización.
- Concebir y diseñar los productos y/o servicios teniendo en cuenta las necesidades y expectativas definidas por los clientes.
- Combatir las causas de los problemas, no sus efectos.
- Potenciar al máximo los recursos humanos de la organización.

## 4. ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. TÉCNICAS DE MEJORA

Un **problema** puede definirse como un «conjunto de hechos o circunstancias no deseadas que dificultan la consecución de algún fin». En calidad, la aparición de problemas es un hecho habitual, pudiendo presentarse de manera esporádica y solucionándose sobre la marcha durante el trabajo diario, pero también puede haber problemas crónicos con los que la organización debe convivir. En cualquier caso, una organización capaz de solucionar sus problemas puede mejorar su gestión de manera continua.

El análisis de los problemas tiene como principal objetivo encontrar la causa que lo ha originado para de esta forma poder establecer la solución más adecuada para su resolución. Este proceso se ajusta a la siguiente secuencia:

- **Seleccionar el problema** que se quiere resolver en función de su grado de importancia respecto a otros problemas que puedan existir en la empresa.

Deben considerarse todos los problemas que pueden darse en la empresa, escuchando en todo momento las opiniones de todos los trabajadores para mantener una lista actualizada de las desviaciones que vayan apareciendo.

Hay que tener en cuenta que no se pueden resolver todos los problemas a la vez; lo aconsejable es atacar en primer lugar aquellos cuya solución parece relativamente sencilla pero que pueden servir como referencia a otras situaciones que pueden darse en la organización.

- **Analizar el problema** definiéndolo de manera precisa en todos sus aspectos, cuantificando su importancia y estableciendo cuáles son los posibles objetivos de mejora.

Para resolver cada problema, la dirección debe nombrar a un responsable o grupo de personas directa o indirectamente relacionados con él que cuenten con la capacidad necesaria para analizarlo y aportar soluciones que puedan ser eficaces.

Es importante definir con precisión el problema, conociendo cuál es su alcance y sus límites. Para ello debe darse respuesta a cuestiones como las siguientes: ¿qué ocurre?, ¿dónde ocurre?, ¿cuándo empieza?, ¿a quiénes afecta?, ¿cómo se ha estado resolviendo hasta el momento?, etc.

Además, para confirmar la importancia del problema y poder establecer objetivos de mejora, es necesario cuantificar el problema con la mayor precisión posible (¿cuánto tiempo hace que existe este problema?, ¿cuántas veces se ha repetido?, ¿cuánto ha costado desde el punto de vista económico?, etc.). En ocasiones la cuantificación no resulta sencilla, pero siempre puede recurrirse a estimaciones o datos históricos.

- **Determinar las posibles causas** que han originado el problema y hacer una estimación objetiva de las que tendrán una mayor incidencia, relacionándolas con el efecto que producen.
- **Definir las soluciones** y priorizar aquellas que se consideren más adecuadas teniendo en cuenta aspectos como el coste, el tiempo invertido en la implantación, los recursos necesarios, el grado de aplicabilidad en el proceso, etc.
- **Implantar las soluciones** aprobadas desde la alta dirección, controlando de manera exhaustiva los resultados obtenidos. Si la solución es efectiva, debe extenderse la medida a toda la organización.

Es recomendable concretar las propuestas de mejora en un plan de actuación en el que consten las etapas de implantación, responsables, plazos, recursos, etc.

Existen diferentes herramientas que permiten analizar los problemas y resolverlos adecuadamente. En la siguiente tabla se incluyen algunas de ellas:

#### Herramientas para el análisis y resolución de problemas

Tipo de herramienta	Técnica
De creatividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tormenta de ideas.</li> </ul>
De selección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Pareto.</li> <li>• Matriz de selección ponderada.</li> <li>• Matriz de prioridades.</li> <li>• Matriz de decisión.</li> </ul>
	.../...

Tipo de herramienta	Técnica
.../...	
De análisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama causa/efecto.</li> <li>• Histograma.</li> <li>• Diagrama de dispersión.</li> <li>• Lista de verificación.</li> <li>• Diagrama de flujo.</li> <li>• Gráfico lineal.</li> </ul>
De medición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gráfico de control.</li> </ul>
De planificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Gantt.</li> </ul>
De comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe.</li> </ul>

## 4.1. LAS SIETE VIEJAS HERRAMIENTAS

Ishikawa, creador de los círculos de calidad en Japón, recopiló herramientas estadísticas conocidas con anterioridad e introdujo el diagrama causa-efecto. Las **siete herramientas de calidad** permiten la recopilación sistemática de datos, su visualización y la interpretación objetiva de resultados. Usándose en conjunto, las siete herramientas logran una gran efectividad en el tratamiento de los datos.

Las siete viejas herramientas son:

- Histograma.
- Diagrama de flujo.
- Gráficos de control.
- Hoja de control/verificación.
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Ishikawa.
- Diagrama de dispersión.

A continuación se incluye una descripción detallada de cada una de estas herramientas.

### Histograma

¿Qué es?	Es una representación gráfica de la variación, en un conjunto de datos, que indica cómo se distribuyen los datos de una o varias características (o variables) de los elementos de una muestra o población, obtenidas mediante un determinado proceso.
¿Cuál es el objetivo?	Identificar e interpretar pautas de comportamiento de un proceso difíciles de ver en una simple tabla de datos. Permite resumir y analizar datos de manera sencilla.
¿Cómo se representa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recoger los datos a analizar. Los datos deben ser fiables y representativos de las condiciones típicas y normales del proceso.</li> <li>Determinar el número de clases <math>K</math>:</li> </ul> $K = \sqrt{N}$ <p><math>N</math> = Número de datos (<math>K</math> debe redondearse a un número entero).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el intervalo de clase <math>h</math>.</li> </ul> $h = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K}$ <p><math>X_{\max}</math> = Observación mayor.</p> <p><math>X_{\min}</math> = Observación menor.</p> <p>(<math>h</math> debe redondearse a números manejables, por ejemplo, si <math>h = 0,093</math>, debe tomarse <math>h = 0,1</math>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Asociar las medidas a su clase.</li> <li>Trazar dos ejes con las siguientes escalas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Ordenadas (eje Y): frecuencia (n.º de datos).</li> <li>Abcisas (eje X): número de clases.</li> </ul> </li> <li>Representación gráfica en diagrama de barras.</li> </ul>
Ejemplo	Representar gráficamente la distribución de la profundidad de la deformación de cada caja (de una muestra de 20 cajas).

.../...

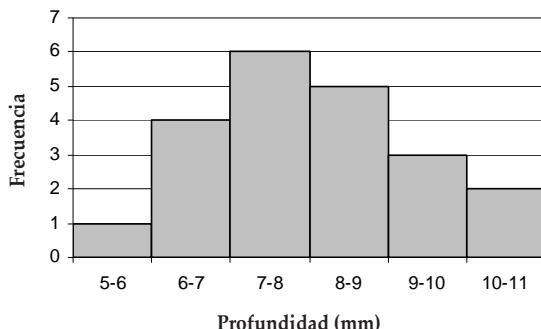
.../...

**Ejemplo**

(cont.)

Profundidad (mm): 7,1; 7,8; 10,2; 8,3; 5,1; 6,7; 7,5; 7,7; 8,2; 8,4; 6,1; 7,4; 8,2; 8,4; 6,1; 7,4; 9,5; 6,7; 8,6; 6,3; 8,7; 9,4; 7,4; 9,3.

$$h = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K} = \frac{10,2 - 5,1}{\sqrt{20}} = 1,14 \rightarrow h = 1$$

**Histograma****Diagrama de flujo**

<b>¿Qué es?</b>	Representación gráfica de las diferentes etapas de un proceso y de las interacciones existentes entre ellas.
<b>¿Cuál es el objetivo?</b>	Mejorar la comprensión del funcionamiento de un proceso, permitiendo un análisis pormenorizado del mismo y un mejor conocimiento de los clientes y proveedores en cada fase, lo que permitirá emprender acciones de mejora.
<b>¿Cómo se representa?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir el proceso y concretar su alcance (¿cuándo empieza y acaba el proceso?).</li> <li>• Representar las etapas intermedias y la interrelación existente.</li> <li>• Documentar cada una de las etapas: responsables, proveedores, clientes, etc.</li> <li>• Analizar el proceso actual desde el punto de vista deseado.</li> </ul>

.../...

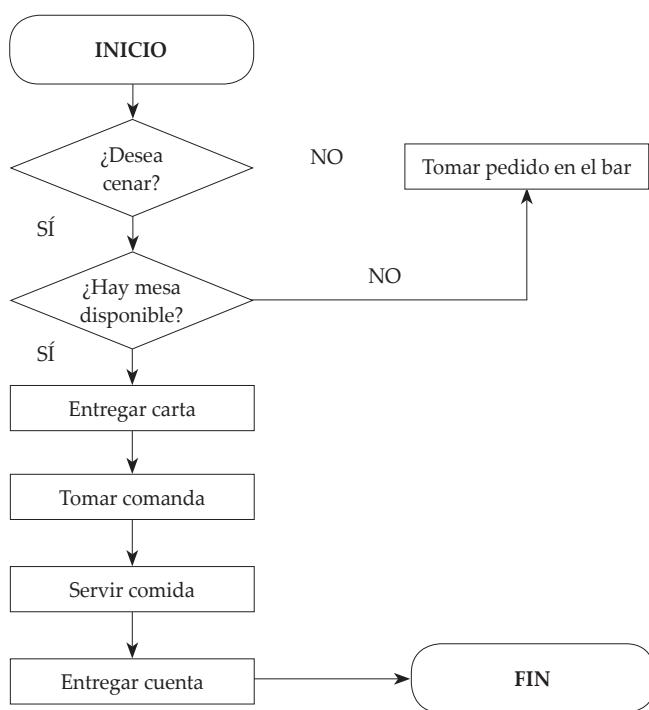
.../...

**¿Cómo se representa?**

(cont.)

- Proponer alternativas, definir las nuevas etapas y las relaciones existentes entre ellas.
- Representar el nuevo diagrama e indicar las diferencias existentes.

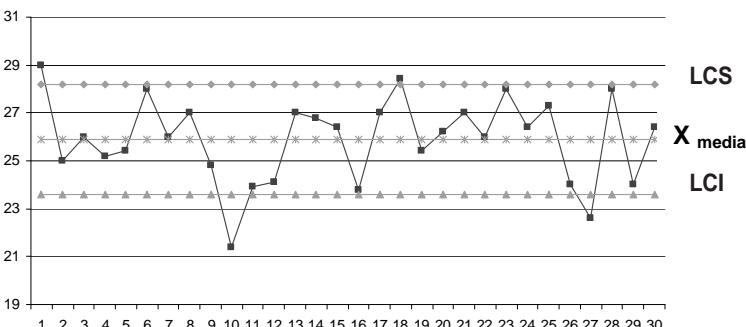
A la hora de elaborar el programa es importante que exista consenso entre los miembros de la empresa implicados en el proceso y analizar las implicaciones colaterales de los cambios que puedan introducirse en él. Además, es conveniente utilizar una simbología sencilla que sea comprensible por todos los miembros de la empresa implicados en el proceso.

**Ejemplo****Gráficos de control****¿Qué es?**

Una representación gráfica de la evolución de un proceso en el tiempo en relación con parámetros o características de calidad, comparado con unos límites estadísticos.

.../...

.../...

<p><b>¿Cuál es el objetivo?</b></p>	<p>Detectar anomalías en el proceso (fuera del control) que permitan tomar acciones correctivas de manera inmediata.</p> <p>Los gráficos de control permiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar sobre si el proceso es estable o inestable.</li> <li>• Descubrir las causas especiales de variabilidad del proceso con la intención de eliminarlas o reducir su efecto.</li> <li>• Informar sobre la capacidad del proceso para cumplir con las especificaciones establecidas.</li> <li>• Anticiparse al fallo observando tendencias anormales durante el desarrollo del proceso en serie.</li> </ul>																																																														
<p><b>¿Cómo se representa?</b></p>	<p>El gráfico de control más utilizado es el gráfico X-R empleado para el control estadístico del proceso (SPC).</p>																																																														
<p><b>Ejemplo</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Gráfico de control</b></p>  <table border="1"> <caption>Data extracted from the Control Chart</caption> <thead> <tr> <th>Observación</th> <th>Valor (X)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>25.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>25.5</td></tr> <tr><td>4</td><td>25.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>25.5</td></tr> <tr><td>6</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>7</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>8</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>9</td><td>25.0</td></tr> <tr><td>10</td><td>21.0</td></tr> <tr><td>11</td><td>24.0</td></tr> <tr><td>12</td><td>24.5</td></tr> <tr><td>13</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>14</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>26.5</td></tr> <tr><td>16</td><td>23.0</td></tr> <tr><td>17</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>18</td><td>28.0</td></tr> <tr><td>19</td><td>25.0</td></tr> <tr><td>20</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>21</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>22</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>23</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>24</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>25</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>26</td><td>24.0</td></tr> <tr><td>27</td><td>23.0</td></tr> <tr><td>28</td><td>27.0</td></tr> <tr><td>29</td><td>24.0</td></tr> <tr><td>30</td><td>27.0</td></tr> </tbody> </table>	Observación	Valor (X)	1	29.0	2	25.0	3	25.5	4	25.0	5	25.5	6	27.0	7	26.0	8	27.0	9	25.0	10	21.0	11	24.0	12	24.5	13	27.0	14	27.0	15	26.5	16	23.0	17	27.0	18	28.0	19	25.0	20	26.0	21	27.0	22	26.0	23	27.0	24	26.0	25	27.0	26	24.0	27	23.0	28	27.0	29	24.0	30	27.0
Observación	Valor (X)																																																														
1	29.0																																																														
2	25.0																																																														
3	25.5																																																														
4	25.0																																																														
5	25.5																																																														
6	27.0																																																														
7	26.0																																																														
8	27.0																																																														
9	25.0																																																														
10	21.0																																																														
11	24.0																																																														
12	24.5																																																														
13	27.0																																																														
14	27.0																																																														
15	26.5																																																														
16	23.0																																																														
17	27.0																																																														
18	28.0																																																														
19	25.0																																																														
20	26.0																																																														
21	27.0																																																														
22	26.0																																																														
23	27.0																																																														
24	26.0																																																														
25	27.0																																																														
26	24.0																																																														
27	23.0																																																														
28	27.0																																																														
29	24.0																																																														
30	27.0																																																														

**Hoja de verificación/control**

<p><b>¿Qué es?</b></p>	<p>Un formulario/registro en el que se recoge la información relativa a un tema. Representa de manera organizada la información posibilitando la comprensión del problema, y se facilita su resolución o representación gráfica posterior.</p> <p><b>Nota.</b> No debe confundirse la hoja de verificación con la lista de verificación o chequeo, puesto que esta enumera los pasos o acciones importantes que deben realizarse o cosas que no deben olvidarse cuando se lleva a cabo un proceso.</p>
	<p>.../...</p>

.../...

<b>¿Cuál es el objetivo?</b>	<p>Describir y analizar todos los aspectos que pueden aparecer en una determinada situación.</p> <p>La adecuada recogida de datos posibilita obtener información objetiva acerca del problema y permite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la situación real.</li> <li>• Analizar los problemas.</li> <li>• Controlar el proceso.</li> <li>• Regular los medios de fabricación.</li> <li>• Aceptar o rechazar determinados productos/servicios.</li> </ul>																																																							
<b>¿Cómo se elabora?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decidir los datos que pueden interesar en una determinada situación. Los datos pueden obtenerse de la información ya existente (control de calidad, ingeniería, seguridad, etc.) o de la observación y/o verificación de las operaciones, herramientas, etc.</li> <li>• Determinar la frecuencia con la que deben recogerse los datos (diaria, semanal, mensual, etc.) y el tamaño de muestra.</li> <li>• Diseñar un formulario que permita recoger y organizar los datos de manera sencilla. Es habitual formular preguntas del tipo «qué», «quién», «cómo», «cuándo», «dónde», «para qué», «cuánto», etc. (nunca debe preguntarse «por qué»).</li> </ul> <p>Errores habituales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No conseguir datos del proceso completo, limitándose a una parte concreta del mismo.</li> <li>• Confundir hechos con opiniones.</li> <li>• No definir adecuadamente la herramienta con la que se va a trabajar y el objetivo de la misma.</li> <li>• Omitir información por falta de tiempo o por una mala comunicación entre departamentos.</li> <li>• Sustituir los datos fiables por extrapolaciones o estimaciones incorrectas.</li> </ul>																																																							
<b>Ejemplo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: left; padding: 5px;">Línea: envasado Producto: B Controlador: J.A. Pérez</th> <th colspan="2" style="text-align: left; padding: 5px;">Fecha: 12-05-2011 Hora: 11.00 a 16.00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">Tipo defecto</th> <th colspan="6" style="text-align: center; padding: 5px;">N.º defectos</th> <th rowspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">Total</th> <th rowspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;">%</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">5</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">10</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">15</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">20</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">25</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">30</th> </tr> <tr> <td style="text-align: left; padding: 5px;">Deformación .....</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">     </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">    </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">29</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">58</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left; padding: 5px;">Hundimiento .....</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">     </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">     </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">     </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">   </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">18</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">36</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left; padding: 5px;">Sin defecto .....</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">   </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">3</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left; padding: 5px;"><b>Total .....</b></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><b>60</b></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><b>100</b></td> </tr> </tbody> </table>	Línea: envasado Producto: B Controlador: J.A. Pérez						Fecha: 12-05-2011 Hora: 11.00 a 16.00		Tipo defecto	N.º defectos						Total	%	5	10	15	20	25	30	Deformación .....						29	58	Hundimiento .....						18	36	Sin defecto .....						3	6	<b>Total .....</b>						<b>60</b>	<b>100</b>
Línea: envasado Producto: B Controlador: J.A. Pérez						Fecha: 12-05-2011 Hora: 11.00 a 16.00																																																		
Tipo defecto	N.º defectos						Total	%																																																
	5	10	15	20	25	30																																																		
Deformación .....						29	58																																																	
Hundimiento .....						18	36																																																	
Sin defecto .....						3	6																																																	
<b>Total .....</b>						<b>60</b>	<b>100</b>																																																	

### Diagrama de Pareto

¿Qué es?	La representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema.																																				
¿Cuál es el objetivo?	Identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tener en cuenta, permitiendo focalizar el esfuerzo hacia lo realmente importante.  También se conoce como diagrama ABC o 20-80 debido a la ley de prioridades: «el 80 por 100 de los problemas son causados por el 20 por 100 de los elementos que intervienen en producirlos».																																				
¿Cómo se representa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anotar en orden decreciente los elementos según su peso relativo (porcentaje).</li> <li>• Anotar, a la derecha, el peso relativo de cada uno.</li> <li>• Anotar, a la derecha, el peso de cada uno sumado con el de los elementos anteriores (porcentaje acumulado).</li> <li>• Representar con un histograma los elementos en porcentaje decreciente de izquierda a derecha.</li> <li>• Sobreponer la curva de porcentaje acumulado (curva ABC).</li> </ul>																																				
Ejemplo	<p>Representar la frecuencia absoluta con la que aparece cada defecto durante un relevío, calcular el porcentaje relativo y representar la curva del porcentaje acumulado.</p> <table border="1" style="margin-top: 20px; width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>N.º defectos</th> <th>% del total (Pareto)</th> <th>% acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>56</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>46</td> <td>25</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>38</td> <td>20</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>18</td> <td>10</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>14</td> <td>7</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>O</td> <td>6</td> <td>3</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>188</td> <td>100%</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">.../...</p>		N.º defectos	% del total (Pareto)	% acumulado	A	56	30	30	S	46	25	55	C	38	20	75	F	18	10	80	R	14	7	92	D	10	5	97	O	6	3	100	T	188	100%	
	N.º defectos	% del total (Pareto)	% acumulado																																		
A	56	30	30																																		
S	46	25	55																																		
C	38	20	75																																		
F	18	10	80																																		
R	14	7	92																																		
D	10	5	97																																		
O	6	3	100																																		
T	188	100%																																			

.../...

Ejemplo  
(cont.)

Diagrama de Pareto

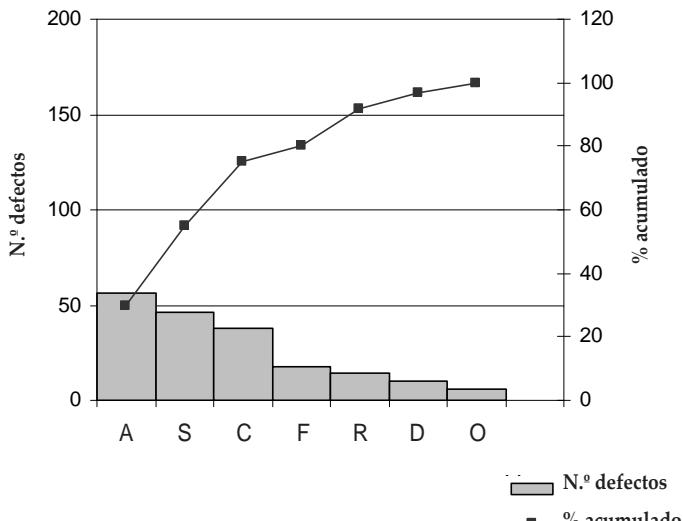


Diagrama de Ishikawa

¿Qué es?	Un diagrama en el que se representa gráficamente la relación existente entre un determinado efecto y las causas más probables que lo originan.
¿Cuál es el objetivo?	Determinar las posibles causas de un problema. El diagrama de Ishikawa o de espina de pescado es aplicable a problemas complejos con muchas posibles causas.
¿Cómo se representa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir cuál es el problema que se desea resolver (efecto).</li> <li>Identificar cuáles son las causas que contribuyen al efecto objeto de estudio a través de una tormenta de ideas.</li> <li>Agrupar las causas por familias. Lo más habitual es usar el método de las 5M: máquinas (equipos), mano de obra (personas), materiales, métodos y medio ambiente (entorno).</li> </ul>

.../...

.../...

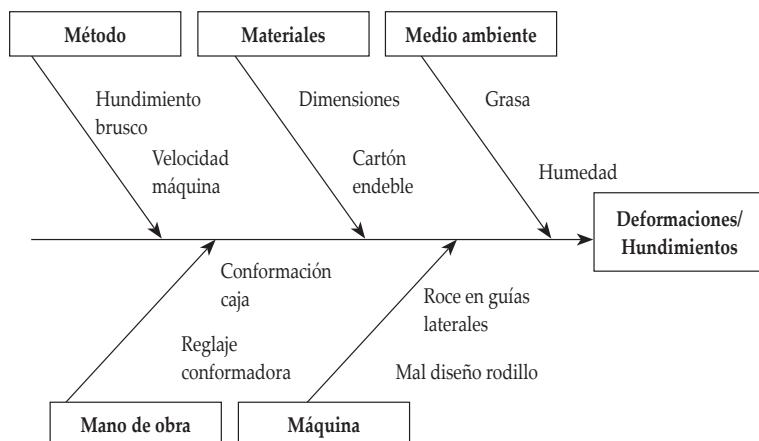
**¿Cómo se representa?**

(cont.)

- Dibujar la espina de pescado colocando el título del efecto y la familia de causas.
- Representar las causas en sus correspondientes familias.
- Para cada una de las causas, con la participación de todo el personal y teniendo en cuenta todas las aportaciones realizadas, hacerse las siguientes preguntas con la intención de llegar a la **causa real** del problema:
  - ¿Quién? Número, clasificación, etc.
  - ¿Qué? Fases, operaciones, naturaleza, etc.
  - ¿Dónde? Lugares, distancias, etc.
  - ¿Cuándo? Momento, duración, frecuencia, etc.
  - ¿Cómo? Materia, material, equipos, etc.
  - ¿Por qué? Razón del método usado.
  - ¿Cuánto? Cantidad, costes, etc.
- Representar gráficamente todas las causas concretas como derivaciones de la causa principal.
- Una vez completado el diagrama, identificar cuál es la causa real y proponer soluciones reales a esta. Las acciones propuestas deben llevarse a cabo y ha de verificarse su eficacia.

**Ejemplo**

Definir la relación existente entre los defectos de las cajas (deformación y/o hundimientos) y sus posibles causas.



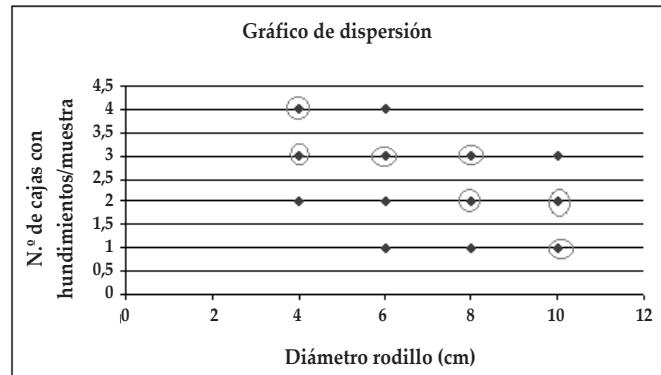
### Diagrama de dispersión

<b>¿Qué es?</b>	<p>La representación gráfica de la correlación existente entre dos clases de datos o variables.</p>
<b>¿Cuál es el objetivo?</b>	<p>Establecer la correlación existente entre la causa y el efecto de un problema o entre dos causas.</p>
<b>¿Cómo se representa?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunir todos los datos en una lista de verificación.</li> <li>• Trazar los ejes: causa (eje X) y efecto (eje Y).</li> <li>• Representar gráficamente cada uno de los datos. Rodear con un círculo los valores que se repitan.</li> <li>• Analizar la correlación existente entre ambas magnitudes, teniendo en cuenta que: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Correlación positiva (si aumenta X, Y aumenta): si se controla X, también se controlará Y.</li> <li>b) Posible correlación positiva (si aumenta X, hace aumentar un poco Y): la variación de X influye un poco en Y, por lo que habrá que buscar otras causas.</li> <li>c) No existe correlación: la variación de X no influye para nada en Y.</li> <li>d) Correlación negativa (si X aumenta, Y disminuye): si se controla X, también se controlará Y.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Ejemplo</b>	<p>Representar gráficamente la correlación existente entre el diámetro del rodillo y el número de cada uno de los defectos que presentan: hundimientos y deformaciones. Para cada diámetro, se cogen 5 muestras de 10 cajas cada una.</p> <div style="text-align: right; margin-top: -20px;">.../...</div>

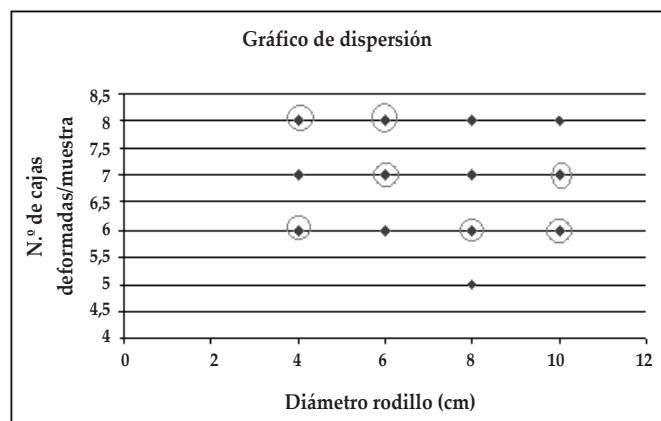
.../...

## Ejemplo

(cont.)



Correlación negativa



No existe correlación

**La tormenta de ideas** o *brainstorming* es una técnica auxiliar a las siete viejas herramientas que se considera adecuada para determinar las posibles causas de un problema o para encontrar soluciones a este. Se trata de una técnica basada en la sinergia de grupo que estimula la creatividad y, a través de la participación de todos los integrantes, permite la obtención de numerosas ideas sobre un determinado tema.

Para desarrollar la tormenta de ideas deben seguirse las siguientes fases:

- **Definición del problema** de manera clara y concisa.
- **Exposición de las ideas** (10-15 minutos). Los participantes deben intervenir en cada ronda, aportando una idea acerca del problema. Es importante apoyarse en cuestiones como las siguientes: ¿por qué ocurre el problema?, ¿cómo ocurre?, ¿dónde ocurre?, ¿cuántas veces?, ¿quién lo produce?, etc. El moderador anota las aportaciones de cada miembro del grupo, resumiéndolas y aclarándolas previamente.
- **Selección.** La tormenta de ideas se da por finalizada cuando no surgen más aportaciones.

En el proceso suelen generarse gran cantidad de ideas y deben seleccionarse aquellas que aporten más valor. La selección suele ser un proceso largo que se divide en dos fases principales: en primer lugar, se desprecian las peores ideas teniendo en cuenta criterios cualitativos, y, en segundo lugar, se realiza la evaluación cuantitativa en función de ensayos de las mejores ideas. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos es posible conseguir la solución más adecuada al problema planteado.

Las reglas de la tormenta de ideas son:

- Cada participante debe realizar una aportación por ronda y, si no se le ocurre nada, «pasa».
- Cada participante puede exponer libremente sus opiniones no estando permitidas las críticas ni los comentarios.
- Siempre debe respetarse el derecho de palabra.
- Las intervenciones deben ser breves.
- Los participantes pueden apoyarse en las ideas de los demás para hacer sus aportaciones.
- Deben hacerse tantas rondas como se considere necesario.
- Todas las ideas deben anotarse.
- Debe ser un proceso ágil. La velocidad no debe decaer en ningún momento.

- No debe hacerse una valoración objetiva hasta el final del proceso.
- Todo el grupo debe reflexionar sobre las ideas que se han expuesto.

El grupo de trabajo no ha de ser menor de 5 personas, pues no se generará el flujo de ideas necesario, ni superior a 12, pues entonces será difícil mantener la tensión y la concentración. Es conveniente distribuir las mesas en forma de U para mejorar la comunicación visual entre los participantes.

El moderador debe ser una persona con experiencia en tormentas de ideas, de modo que pueda guiar al grupo. Comenzará por explicar el tema y se asegurará de que todo el mundo comprende cuál es el fin de la reunión. Sus funciones son:

- Mantener el grupo enfocado sobre el tema sin permitir despistes.
- Mantener el flujo de las ideas de manera que, si se produce un paro, debe hacer preguntas que reaviven el ritmo.
- El moderador evitará la aparición de protagonismos o de antagonismos.

Existen variantes a la tormenta de ideas:

- Si el tema de partida no está muy claro o se quiere conseguir una mayor cohesión del grupo, puede haber una discusión previa de 10-15 minutos.
- La generación silenciosa de ideas. Se plantea el tema y luego cada miembro del grupo hace una lista en una hoja de papel durante 10 minutos. Cada miembro va leyendo una idea de su lista por turno hasta que se le acaban y dice «paso». Cuando todo el mundo dice «paso» se procede con la tormenta clásica.

## 4.2. LAS SIETE NUEVAS HERRAMIENTAS

En los años setenta, la Union of Japanese Scientists and Engineers (JUSE) llevó a cabo un estudio pormenorizado de las herramientas y técnicas de gestión con el propósito de seleccionar aquellas que pueden ser de mayor utilidad para la gestión de la calidad total. Estas siete nuevas herramientas trabajan fundamentalmente con ideas, a diferencia de las siete viejas herramientas que se apoyan fundamentalmente en datos numéricos, por lo que ambos tipos de herramientas pueden complementarse entre sí.

### Diagrama de afinidad

<b>¿Cuál es el objetivo?</b>	<p>Agrupar ideas que están relacionadas entre sí con la intención de obtener información clave durante la fase de planificación de mejora de la calidad.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite analizar grandes cantidades de información de manera eficaz.</li> <li>• Permite clasificar los datos teniendo en cuenta diferentes criterios.</li> <li>• Favorece el consenso de los grupos de trabajo.</li> <li>• Fomenta la creatividad y la aportación de ideas.</li> </ul>																								
<b>¿Cómo se representa?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar un equipo de trabajo.</li> <li>• Reunir las ideas o datos (tormenta de ideas, recopilación a través de encuestas a clientes, reclamaciones, etc.).</li> <li>• Transcribir todas las ideas a tarjetas.</li> <li>• Leer en alto todas las ideas aclarando aquellas cuestiones que se consideren necesarias.</li> <li>• Colocar todas las tarjetas en un panel de manera que todos los miembros del grupo puedan visualizarlas.</li> <li>• Agrupar aquellas tarjetas que tengan puntos comunes. Se recomienda no hacer más de 10 grupos y tener en cuenta las opiniones de todos los miembros del grupo.</li> <li>• Buscar un nombre adecuado para cada grupo. Puntuar el grupo que se considere más importante.</li> <li>• Revisar los grupos con detenimiento, discutiendo los resultados y haciendo los cambios que se consideren necesarios.</li> </ul>																								
<b>Ejemplo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Ambiente en el aula</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Características del aula</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Material didáctico</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Materia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Capacidad didáctica del profesorado</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Nivel de temperatura y humedad del aula</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Calidad del material didáctico proporcionado</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Manejo de TIC's</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Buen ambiente de trabajo</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Nivel de ruido</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Accesibilidad del material disponible en diferentes formatos (papel/ electrónico)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Asignatura fácil de asimilar</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Fomento del trabajo en grupo</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Iluminación natural</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Combinación de casos prácticos y teoría</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Metodología de evaluación: desarrollo de cuestiones cortas, tipos test, etc.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Cumplimiento del horario por profesorado y alumnado</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Movilidad de mesas y sillas</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Distribución de las horas lectivas</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Buena relación alumno-profesor</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ambiente en el aula	Características del aula	Material didáctico	Materia	Capacidad didáctica del profesorado	Nivel de temperatura y humedad del aula	Calidad del material didáctico proporcionado	Manejo de TIC's	Buen ambiente de trabajo	Nivel de ruido	Accesibilidad del material disponible en diferentes formatos (papel/ electrónico)	Asignatura fácil de asimilar	Fomento del trabajo en grupo	Iluminación natural	Combinación de casos prácticos y teoría	Metodología de evaluación: desarrollo de cuestiones cortas, tipos test, etc.	Cumplimiento del horario por profesorado y alumnado	Movilidad de mesas y sillas	Distribución de las horas lectivas		Buena relación alumno-profesor			
Ambiente en el aula	Características del aula	Material didáctico	Materia																						
Capacidad didáctica del profesorado	Nivel de temperatura y humedad del aula	Calidad del material didáctico proporcionado	Manejo de TIC's																						
Buen ambiente de trabajo	Nivel de ruido	Accesibilidad del material disponible en diferentes formatos (papel/ electrónico)	Asignatura fácil de asimilar																						
Fomento del trabajo en grupo	Iluminación natural	Combinación de casos prácticos y teoría	Metodología de evaluación: desarrollo de cuestiones cortas, tipos test, etc.																						
Cumplimiento del horario por profesorado y alumnado	Movilidad de mesas y sillas	Distribución de las horas lectivas																							
Buena relación alumno-profesor																									

### Diagrama de relaciones

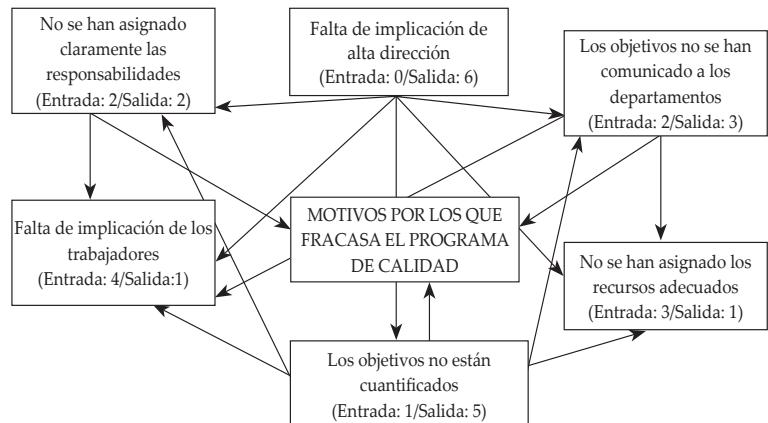
<p><b>¿Cuál es el objetivo?</b></p> <p>Identificar relaciones causales existentes entre distintos elementos. El diagrama de relaciones es útil en los casos en los que se pretenda identificar relaciones complejas de causa-efecto y está especialmente indicado cuando se pretende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir un programa de calidad total.</li> <li>• Establecer planes para reducir las reclamaciones de los clientes.</li> <li>• Establecer planes para mejorar la calidad de la fabricación y en los suministros.</li> </ul> <p>Inconvenientes del diagrama de relaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La evaluación de las relaciones causales es subjetiva y en ocasiones poco clara.</li> <li>• La elaboración del diagrama no aporta información sobre qué acciones deben tomarse para solventar el problema.</li> </ul>	<p><b>¿Cómo se representa?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar un equipo de trabajo.</li> <li>• Describir de manera clara el problema al que se pretende dar respuesta. Es aconsejable formular el problema como una pregunta abierta que genere el mayor número posible de respuestas.</li> <li>• Recoger las ideas en tarjetas individuales que después se colocarán en un panel para su visualización por todos los miembros del equipo. Si no se ha hecho previamente un diagrama causa-efecto, puede recurrirse a una tormenta de ideas.</li> <li>• Organizar los temas de manera que se demuestre de manera clara cuáles son las causas y cuáles los efectos (teniendo en cuenta que en ocasiones algunos elementos pueden ser causa de unos elementos y efecto de otros). Para organizar el diagrama puede recurrirse a:</li> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ordenación convergente en el centro. Se sitúa el problema principal en el centro y todas las relaciones alrededor (el número de tarjetas no debe ser superior a 15).</li> <li>– Ordenación direccional. Se emplea cuando las interrelaciones pueden representarse en una secuencia lógica o temporal hacia el problema principal.</li> <li>– Ordenación estándar. Se emplea cuando existe más de un problema principal.</li> <li>– Ordenación estructurada. Los problemas se estructuran por departamentos, áreas, secciones, etc.</li> </ul> </ul>
.../...	

.../...

**¿Cómo se representa?**

(cont.)

- Establecer las relaciones causales (causa-efecto).
- Analizar el diagrama de relaciones contando el número de entradas y salidas de cada una de las tarjetas:
  - Factores clave (elementos que más influyen o más influidos por el resto). Tarjetas con el mayor número de entradas y salidas.
  - Efectos clave. Tarjetas que tienen más flechas de entrada que de salida.
  - Conductores clave. Tarjetas con igual número de entradas y salidas.
  - Causas principales. Tarjetas con más flechas de salida que de entrada.

**Ejemplo**
**Causa principal**

**Diagrama de árbol o sistemático**
**¿Cuál es el objetivo?**

Identificar ideas y desarrollarlas en detalle. Está orientado a la definición de objetivos.

Son útiles para:

- Establecer e implantar un plan de dirección por objetivos.
- Introducir medidas correctoras para disminuir los rechazos en un proceso de producción.

.../...

.../...

**¿Cuál es el objetivo?**

(cont.)

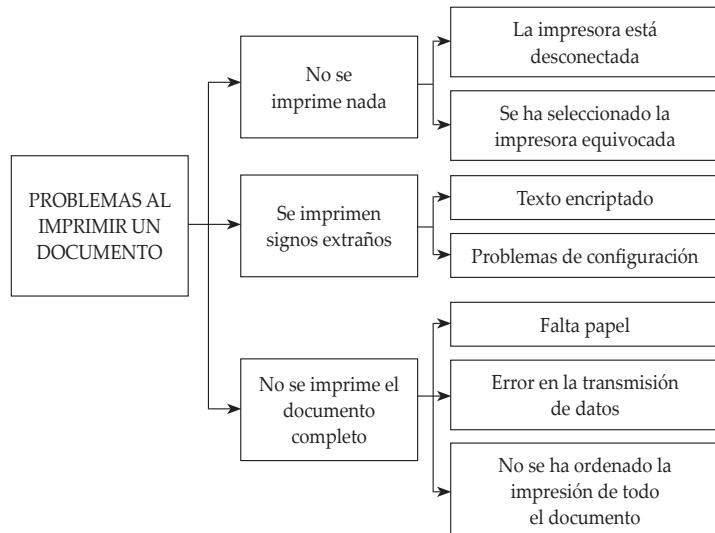
- Implementar métodos independientes para alcanzar simultáneamente un objetivo.

Los diagramas pueden utilizarse para:

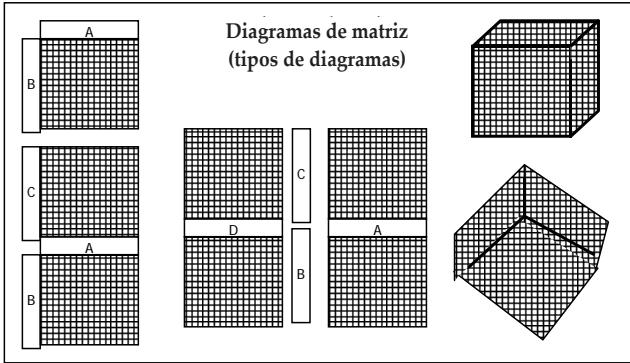
- Desarrollo de componentes: muestra los elementos que componen el plan en términos de objetivos parciales a conseguir.
- Desarrollo de medios: muestra los medios precisos para superar los obstáculos que pueden aparecer en la consecución de los objetivos.

**¿Cómo se representa?**

- Formar a un equipo de trabajo.
- Definir de manera clara el asunto, problema u objetivo.
- Realizar una tormenta de ideas y escribir en tarjetas las actividades, métodos o causas del tema tratado. Es aconsejable hacerse preguntas del tipo: ¿qué es necesario que suceda para que se consiga el objetivo?, ¿qué recursos son necesarios para alcanzar el objetivo?, etc.
- Hacer una valoración de las ideas aportadas teniendo en cuenta si es posible o no llevarlas a cabo.
- Iniciar la representación del diagrama colocando la tarjeta principal en la parte central izquierda y, a continuación, distribuir las tarjetas que den respuesta a la pregunta principal o que más puedan influir en ella, a su derecha.
- Tomar cada una de estas tarjetas como idea principal y continuar el proceso hasta que el desarrollo de la idea principal sea completo.

**Ejemplo**

### Diagrama matricial

<p><b>¿Cuál es el objetivo?</b></p>	<p>Representar el grado de relación existente entre diferentes pares de elementos que se representa en filas y columnas.</p> <p>Entre las aplicaciones posibles del diagrama matricial se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un nuevo producto.</li> <li>• Aclarar la relación entre los elementos del sistema de gestión de calidad y las funciones de las organizaciones de calidad.</li> <li>• Determinar la relación entre una serie de defectos y sus posibles causas.</li> <li>• Determinar la relación entre los elementos del sistema de calidad y los departamentos de la empresa.</li> </ul>
<p><b>¿Cómo se representa?</b></p>	<p>Para representar el diagrama matricial se siguen los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las series de elementos a analizar.</li> <li>• Determinar el tipo de matriz a aplicar dependiendo del objeto del análisis.</li> <li>• Analizar cada intersección indicando el grado de relación mediante símbolos.</li> <li>• Confirmar que existe coherencia entre las relaciones establecidas.</li> </ul> <p>Los tipos de matrices más empleados en calidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TIPO L: compara 2 series de factores.</li> <li>• TIPO T: compara 1 factor contra otros 2.</li> <li>• TIPO Y: compara 3 factores, teniendo en cuenta que 1 relación se asume por las otras 2.</li> <li>• TIPO X: compara 4 factores.</li> <li>• TIPO C: compara 3 factores de manera simultánea.</li> </ul> <div data-bbox="447 1225 1077 1588"> <p style="text-align: center;"><b>Diagramas de matriz (tipos de diagramas)</b></p>  </div>

.../...

.../...

Ejemplo		Gerente	Responsable de calidad	Jefe de compras y producción
		●	●	◆
Informar costes de calidad .....	●	●	◆	
Definición política de calidad .....	◆	●		●
Elaboración manual de calidad .....	●	◆		●
◆ Responsabilidad directa. ● Información cooperación.				

### Diagrama de priorización

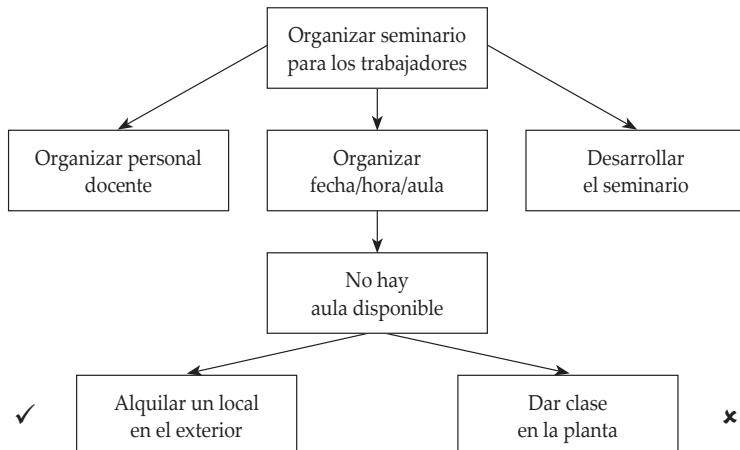
¿Cuál es el objetivo?	Priorizar una serie de soluciones a un problema dado en función de dos variables, comparando cada una de las alternativas con el resto.  Estas variables suelen ser el <b>beneficio</b> que se espera de la solución implantada y el <b>esfuerzo</b> que supone dicha implantación.
-----------------------	---

### Diagrama de proceso de decisión

¿Cuál es el objetivo?	Prever o identificar posibles desviaciones o problemas, buscando vías alternativas que permitan solucionar o minimizar el problema.  Mediante este diagrama es posible determinar qué proceso debe emplearse para la consecución de los resultados deseados, evaluando las etapas del proceso y los resultados posibles.
¿Cómo se representa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los momentos de decisión.</li> <li>• Formular preguntas.</li> <li>• Recopilar información útil.</li> <li>• Establecer el diagrama provisional.</li> <li>• Comprobar el diagrama provisional.</li> <li>• Establecer el diagrama definitivo.</li> </ul>

.../...

.../...

**Ejemplo****Diagrama de flechas**

<b>¿Cuál es el objetivo?</b>	<p>Mostrar las relaciones existentes entre distintas actividades mediante un gráfico en forma de red.</p> <p>Es útil para establecer planes de actuación e instrucciones simples de trabajo. No indica relaciones o limitaciones entre los elementos que constituyen el plan. El diagrama de flechas se usa como complemento del gráfico de Gantt.</p>
<b>¿Cómo se representa?</b>	<p>Para poder elaborar el diagrama de flechas es necesario conocer las actividades o tareas que van a desarrollarse, su secuencia y su duración.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un listado de las actividades que se requieren para desarrollar un proyecto.</li> <li>• Escribir cada actividad en una tarjeta.</li> <li>• Ordenar las tarjetas siguiendo una secuencia lógica de acuerdo con la prioridad asignada. Revisarlas y completar lo que se considere necesario.</li> <li>• Elaborar un diagrama con las tarjetas colocándolas en un panel.</li> <li>• Estimar los tiempos para cada actividad e indicarlos en el diagrama.</li> <li>• Interpretar el diagrama.</li> </ul>

.../...

.../...

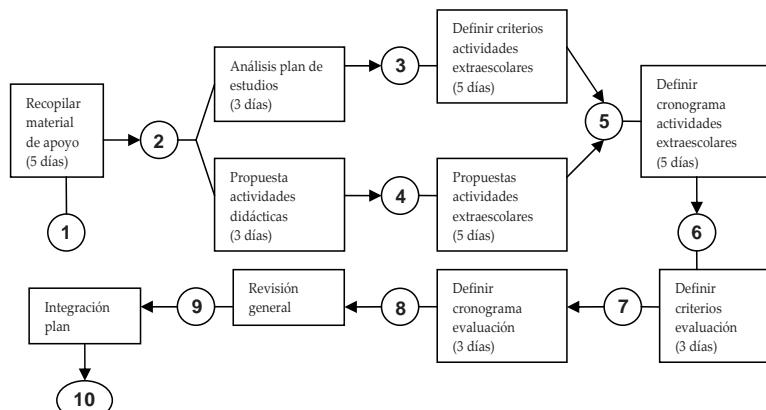
## ¿Cómo se representa?

(cont.)

Elemento	Símbolo	Descripción
Actividad	_____	Tareas o actividades que deben ser realizadas para completar el plan o proyecto. Debajo de cada tiempo se coloca el tiempo invertido.
Actividad falsa o ficticia	-----	Muestra una secuencia en las relaciones para combinar los tiempos de otras actividades.
Nodo	(1)	Diferencia la actividad precedente de la siguiente. El número interior indica la secuencia de actividades.
Decisión	◇ →	Decisión que debe tomarse en el momento de la ejecución. Del símbolo parten las alternativas que deben tomarse.

## Ejemplo

Elaboración de un plan de trabajo en un centro escolar:



## AA

## GLOSARIO DE LA UNIDAD

- Ciclo de Deming.
- Coste de calidad.
- Costes de conformidad.
- Costes de evaluación.
- Costes de fallos externos.
- Costes de fallos internos.
- Coste de no calidad.
- Costes de no conformidad.
- Costes de prevención.
- Costes directos.
- Costes indirectos o costes ocultos.
- Diagrama de afinidad.
- Diagrama de árbol.
- Diagrama de dispersión.
- Diagrama de flechas.
- Diagrama de flujo.
- Diagrama de Ishikawa.
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de priorización.
- Diagrama de relaciones.
- Diagrama matricial.
- Gráfico de control.
- Histograma.

- Hoja de control/verificación.
- Indicador compuesto.
- Indicador externo.
- Indicador interno.
- Indicador simple.



## ACTIVIDADES DE AUTOCOMPROBACIÓN

A partir del contenido de la presente Unidad didáctica, se propone la realización de las siguientes actividades de autocomprobación por parte del alumno, como ejercicio general de repaso y asimilación de la información básica proporcionada por el texto.

### Enunciado 1

¿En qué consiste el ciclo de Deming?

### Enunciado 2

¿Qué es un diagrama de flujo y cuál es su objetivo?

### Enunciado 3

¿Cuál es el objetivo y qué ventajas tienen los diagramas de afinidad?

## Solución 1

Este método (ciclo de Deming) también es conocido como ciclo PDCA o PHVA:

- **Planificar.** Analizar el problema existente y proponer soluciones.
- **Hacer.** Poner en marcha las soluciones propuestas.
- **Verificar.** Comprobar que las acciones propuestas son eficaces y que la causa que ha originado el problema ha desaparecido.
- **Actuar.** Instaurar los cambios y aplicarlos de forma sistemática.

## Solución 2

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de las diferentes etapas de un proceso y de las interacciones existentes entre ellas. Su objetivo es mejorar la comprensión del funcionamiento de un proceso, permitiendo un análisis pormenorizado del mismo y un mejor conocimiento de los clientes y proveedores en cada fase, lo que permitirá emprender acciones de mejora.

## Solución 3

El objetivo de los diagramas de afinidad es el siguiente: agrupar ideas que están relacionadas entre sí con la intención de obtener información clave durante la fase de planificación de mejora de la calidad.

Sus ventajas son las siguientes:

- Permite analizar grandes cantidades de información de manera eficaz.
- Permite clasificar los datos teniendo en cuenta diferentes criterios.
- Favorece el consenso de los grupos de trabajo.
- Fomenta la creatividad y la aportación de ideas.



## EJERCICIOS VOLUNTARIOS

Tras el estudio de esta Unidad didáctica, el estudiante puede hacer, por su cuenta, una serie de ejercicios voluntarios, como los siguientes:

1. ¿Qué tipos de indicadores hay?
2. ¿Qué es y cuál es el objetivo de los diagramas de Pareto?
3. ¿Cuál es el objetivo de los diagramas de proceso de decisión?



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Básica

CENTRO DE INICIATIVAS PROFESIONALES (CIP): *Fundamentos de calidad*, Madrid: Centro de Estudios Financieros (CEF), enero 2016.

*Norma UNE-EN ISO 9000:2005. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.*

*Norma UNE-EN ISO 9001:2008. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.*

### En la red

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR): [www.aenor.es](http://www.aenor.es).

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD (AEC): [www.aec.es](http://www.aec.es).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO): [www.iso.org](http://www.iso.org).