

**Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos**

**Departamento de Ingeniería Industrial**

**Herramientas para la Solución de Problemas  
Técnicas para Ingenieros Industriales II**

**Autores:**

**Dr. Lázaro Quintana Tápanes**

**MsC Ing. Evis Diéguez Matellán**

**MsC Ing. Ana M. Pérez Vicente**

**Ing. Jaime E. Nuñez Camacho**

**Matanzas 2005**

Esta monografía se ha confeccionado teniendo en cuenta las necesidades de los estudiantes de Ingeniería Industrial en los dos primeros años de la carrera y para aquellas otras personas interesadas en una primera aproximación a las técnicas básicas más utilizadas en la carrera de Ingeniería Industrial.

Para su mayor comprensión y utilidad el documento se ha dividido en tres partes, en cada una de ellas se agrupan técnicas que cumplen los mismos objetivos en cuanto al tratamiento de la información.

Esperamos que esta recopilación les sea útil y les ayude en sus trabajos e investigaciones tanto de pregrado como en el ejercicio de la profesión.

Los Autores

## Parte I

### 1.1. ¿Qué es un problema?

Según Ortega et al. (1997), Es aquella cuestión que se trata de resolver por medio de procedimientos científicos, Proposición dirigida a averiguar el modo de obtener un resultado, conociendo ciertos datos. Se denomina problema a toda situación en la que hay un planteamiento inicial y una exigencia que obliga a transformarlo, la vía para pasar de la situación o planteamiento inicial a la nueva situación exigida tiene que ser desconocida y la persona debe querer hacer la transformación. En cuanto a la solución del problema, esta puede permitir varias interpretaciones y por ende varias soluciones aceptables.

Es probable que sea necesario dar o imponer algunas condiciones o hipótesis adicionales (buscando optimizarlo), para poder llegar a una solución. En la mayoría de los casos exige consultar, indagar, comparar y su solución puede consumir mucho tiempo.

En resumen, se trata de un reto a la imaginación, a la creatividad, a la recursividad, al sentido común y al "ingenio".

### 1.2. ¿Qué es una situación problémica?

Según Rodino (1999), El desarrollo tanto científico como tecnológico de la humanidad es el resultado de la solución de situaciones problémicas de los seres humanos al tratar de adaptar y mejorar las condiciones de su entorno para tener un mejor nivel de vida.

Una situación problémica es aquella que no satisface ciertas necesidades del ser humano y que es necesario mejorar o resolver. En estas situaciones lo primero que se necesita es identificar el o los problemas, plantearlos en forma correcta y entendible y luego proceder a solucionarlos, mediante la utilización de ciertas herramientas. Es lo que ocurre en la mayoría de los casos en la vida real.

### 1.3. ¿Cómo enfocar un Problema?

Según Hernández (2000), Un enfoque es tratar de comprender que poseer problemas no es malo, se está en presencia de un problema cuando existe una diferencia entre lo que "ES" y lo que "DEBE SER", que siempre ha existido a lo largo de la historia y que ha servido de acicate para mejorar la vida humana en todos los sentidos y que parte del principio dialéctico de que las contradicciones generan el desarrollo.

Por lo que, al identificar un problema se está en presencia de una reserva de mejoramiento. Poner de manifiesto estas reservas de mejoramiento, identificarlas, priorizarlas y resolverlas, distinguiéndose los directivos cuando han logrado esta capacidad y el cambio mental correspondiente.

En el proceso de identificación de problemas, es aconsejable **despersonificar los problemas**, es decir, no buscar al responsable del problema, sino poner de manifiesto el hecho y las causas que lo originan, cohesionando así a todos y sus correspondientes esfuerzos para transformar la situación con la cual no se está conforme.

Asimismo y unido al enfoque de la Organización como proceso, los problemas se categorizan principalmente de acuerdo al proceso esencial y a la afectación que ellos producen, **evitándose de este modo la clasificación tradicional de "internos" y "externos"** y el culpar a otros (implicados externos al problema en cuestión) de deficiencias intrascendentes. Este enfoque proporciona principalmente centrarse en aspectos claves y lo más importante, ganar adeptos al proceso de mejoramiento que se pone en marcha.

Los Problemas ante un Entorno dominado por los Cambios y competitivo se caracterizan por:

- La duración del ciclo de vida de los problemas disminuye. Quedan sin vigencia rápidamente.
- La complejidad de los problemas aumenta.
- Paradoja: Más se tarda en resolver un problema que este en desaparecer.
- Para muchos problemas cuando se encuentran su solución, el problema ya no existe.
- Los problemas no aparecen aislados. Aparecen en una "madeja", en una gran confusión. Dificultad para resolverlos por lo que hay que desacoplarlos.

### 1.4. Importancia y necesidad de las herramientas

La relevancia de las herramientas viene dada de las mismas situaciones problémicas que a diario aparecen y como es lógico se hacen necesarias, abandonando los contextos lingüísticos que ellas generan, los ingenieros industriales o cualquier profesional, estarían impedido para actuar ante la aparición de una anomalía sin el uso de estas herramientas, la sencillez y el lenguaje utilizado hacen su fácil comprensión, de ahí que muchos autores recomiendan su aprendizaje en las organizaciones a

través de cursos impartidos a equipos de trabajo para lograr un buen efecto a la hora de aplicarlas. Cuanto mas se quiera lograr un mayor beneficio, llámese social, económico, etc., tanto mayor será el empleo de las herramientas, estando su uso supeditado a las necesidades de las organizaciones, disponiendo estas de un amplio abanico de opciones.

Desde que Jhon N. Warfield puso de manifiesto la necesidad de utilizar los elementos gráficos a finales de los años 50, se ha generalizado el empleo de muchos métodos gráficos, como las tradicionales 7 herramientas y otras que permiten tratar datos numéricos o lenguaje técnico.

Durante los años 70, la JUSE (The journal of undergraduate science and engineering) desarrolló una recopilación de técnicas y herramientas para ayudar a la dirección de las empresas en el tratamiento de datos numéricos y conceptuales, cuyo empleo permite aumentar la eficiencia a la hora de planificar nuevos proyectos y situaciones complejas o desconocidas.

## **1.5. Clasificación de las herramientas**

Existe un sin número de herramientas las cuales pueden dividirse en varias categorías a saber: para la definición del problema, para la recopilación de datos, para el análisis de los mismos, para el desarrollo de las soluciones, y técnicas para la investigación de las operaciones, la gestión y para proyectos de mejora continua.

### **1.5.1. Herramientas para la solución de problemas.**

Con frecuencia los ingenieros industriales son convocados a abordar situaciones para identificar problemas, de allí el empleo de técnicas y/o herramientas, que contribuyan a detectar las anomalías existentes en un sistema u organización.

Existe una gran cantidad de herramientas disponibles y que son utilizadas en los diferentes campos de la ingeniería industrial, las hay desde las muy sofisticadas y estructuradas que vienen del campo de la investigación de operaciones (modelos de decisión, simulación, programación lineal, teoría de colas, etc.), o de las estadísticas (inferencia, procesos estocásticos, diseños de experimentos, etc.) que requieren de un elevado nivel de conocimiento especializado hasta las que utilizaremos y recomendamos en el presente texto, que son sencillas, fáciles de manejar y a la vez muy potentes para lograr rigurosidad y sistematización en el mejoramiento de la calidad, procesos, producción, servicios, marketing, logística, etc.

Es de señalar, que el uso de las técnicas aquí recomendadas no sustituyen las arribas mencionadas, mas sofisticadas y necesarias para abordar problemas mas complejos en la organización y en el diseño de las operaciones de las empresas.

Se ha generalizado el empleo de muchos métodos gráficos, como las tradicionales 7 herramientas y otras que nos permiten tratar datos numéricos o lenguaje técnico (diagrama de flujo, causa-efecto, AMFE, 5 por qué, etc.).

El objetivo de la investigación es desarrollar una recopilación de herramientas para ayudar al tratamiento de datos numéricos y conceptuales, cuyo empleo permita aumentar la eficiencia a la hora de planificar nuevos proyectos y situaciones complejas o desconocidas.

El ama de casa posee ciertas herramientas básicas por medio de las cuales puede identificar y resolver problemas de calidad en su hogar, estas pueden ser algunas, tijeras, agujas, corta uñas y otros. Así también para la industria existen controles o registros que podrían llamarse “herramientas para asegurar la calidad de una fábrica”, esta son las siguientes:

- Hoja de control (Hoja de recogida de datos)
- Histograma
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de causa efecto
- Estratificación (Análisis por Estratificación)
- Diagrama de Dispersión
- Gráfica de Control

La experiencia de los especialistas en la aplicación de estos instrumentos o Herramientas Estadísticas señala que bien aplicadas y utilizando un método estandarizado de solución de problemas pueden ser capaces de resolver hasta el 95% de los problemas.

En la práctica estas herramientas requieren ser complementadas con otras técnicas cualitativas y no cuantitativas como son:

- La lluvia de ideas (Brainstorming)
- La Encuesta
- La Entrevista
- Diagrama de Flujo
- Matriz de Selección de Problemas, etc.

Hay personas que se inclinan por técnicas sofisticadas y tienden a menospreciar estas herramientas debido a que parecen simples y fáciles, pero la realidad es posible resolver la mayor parte de problemas de la organización con el uso combinado de estas herramientas en cualquier proceso de manufactura industrial. Estas herramientas sirven para:

- Detectar problemas
- Delimitar el área problemática
- Estimar factores que probablemente provoquen el problema
- Determinar si el efecto tomado como problema es verdadero o no
- Prevenir errores debido a omisión, rapidez o descuido
- Confirmar los efectos de mejora
- Detectar desfases

### **1.5.2. Herramientas para la gestión y mejora continua.**

Tratando de dar una dirección eficaz y eficiente a los diferentes procesos dados en las organizaciones, han aparecido diferentes herramientas que son catalogadas por algunos como filosofías, tal vez por las diferencias culturales de los lugares donde se han aplicado e inclusive volviéndose algunas veces un mito a la hora de su ejecución, otras ya han sido aceptadas como prácticas empresariales indispensables para tratar de sostener posiciones competitivas en los mercados globales. Herramientas como el benchmarking, JIT, POKA YOKE, kanban, kaisen, MRP, reingeniería, etc., son hoy día importantes para lograr la llamada Mejora Continua.

## **1.6. Vías para la Solución de problemas.**

En la búsqueda para la solución de problemas la Ruta de la Calidad es un procedimiento estándar muy utilizado. Se trata de una especie de recuento o representación de las actividades relacionadas con el Ciclo de Control de Calidad: *Planear, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA)*. *Consiste de los siete pasos siguientes:*

1. Definición del Problema.
2. Reconocimiento de las Características del Problema (Observación).
3. Búsqueda de las principales causas (Análisis).
4. Acciones para eliminar las causas (Acción).
5. Confirmación de la eficacia de la acción (Verificación).
6. Eliminación permanente de las causas (Estandarización).
7. Revisión de las actividades y planeación del trabajo futuro (Conclusiones).
8. Los tres primeros pasos corresponden a la acción de Planear, el cuarto paso a la acción de Hacer, el quinto paso a la acción de Verificar y el sexto paso a la acción de Actuar, del Círculo de Control de Calidad. Con el paso siete se inicia nuevamente este Círculo de Control.

### **1.6.1 Primer Paso: Definición del Problema.**

Este es el primer paso del procedimiento estandarizado de solución de problemas.

Debemos comenzar definiendo lo que entendemos por problema.

Para nuestro propósito el problema se define como el resultado no deseado de un trabajo, la desviación con respecto a un estándar o a una norma de funcionamiento, o la desviación con respecto al deber ser. En este sentido, la no satisfacción del Cliente, los resultados que no concuerdan con los objetivos o metas o todo aquello que se desvíe de las políticas, representa problemas para una organización.

Analizando esta definición podemos ver que para definir un problema se necesita en primer lugar conocer lo deseable, lo que quiere el Cliente, en dos palabras el "debe ser".

Esto nos lleva a reconocer la importancia de los objetivos y el compromiso de los directivos o de la Alta Gerencia para definir los objetivos.

Permitirá a ellos mismos, a los Mandos Medios, a los Supervisores y a los Operativos saber la dirección de la empresa y de esa manera definir sus problemas.

Las actividades que deben realizarse en este primer paso son:

- a) Toma de conocimiento de los lineamientos, los objetivos y las metas de la organización o área de estudio.
- b) Identificación de los problemas prioritarios, comparando los resultados obtenidos con lo previsto. Para ello puede utilizarse histogramas, gráficos de control o gráficos varios, así como el Diagrama de Pareto. Es recomendable usar una Matriz de Selección de Problemas, técnica que actualmente es muy utilizada para valorar y priorizar los problemas en función a factores tales como: importancia, frecuencia, costo, accesibilidad, entre otros.
- c) Selección de un problema de entre todos los muchos problemas que se hayan identificado. La elección de este problema debe estar en función de su importancia (debe ser mucho más importante que cualquier otro) y del objetivo de mejora que se tenga: la calidad, la disponibilidad, la seguridad, el ambiente de trabajo, del servicio, etc.
- d) Definición de los responsables de solucionar el problema. Puede ser una persona, un equipo de personas como por ejemplo un Equipo de Mejora o un Círculo de Calidad.
- e) Elaboración de un presupuesto para la mejora y un cronograma de actividades (Diagrama de Gantt) que nos permita planear lo que queremos o necesitamos en función del tiempo.

#### **1.6.2. Segundo Paso: Reconocimiento de las Características del Problema (Observación)**

- a) Análisis y comprensión del problema. Debe investigarse el tiempo, lugar y el contexto donde se presenta el problema así como los muchos puntos de vista para descubrir la variación del resultado.

En este punto se requiere la determinación de ciertos indicadores de medición del problema a fin de tener una explicación o evidencia más objetiva.

- b) Fijación de una meta cuantitativa de lo que se desea, a partir del punto anterior.

Las herramientas típicamente utilizadas en este paso son el Diagrama de Pareto y el Gráfico de Control.

#### **1.6.3. Tercer Paso: Búsqueda de las Principales Causas (Análisis)**

- a) Análisis minucioso de todas las posibles causas que pueden originar el problema, con la participación de todas las personas que intervienen en el problema. Es decir se plantea lo que se denomina las hipótesis de causas.
- b) Para ello se debe efectuar un diagrama de causa-efecto, utilizando la información obtenida en la observación. A partir de este Diagrama determinar las causas que parecen tener una alta prioridad de ser las principales.
- c) Someter a prueba las causas más probables (hipótesis de causas), a fin de verificar y concluir con la determinación de las causas que realmente tienen incidencia en el problema.

Esto exige a veces nueva información o nuevos experimentos. La herramienta utilizada para verificar las causas es básicamente la Hoja de Recogida de Datos. También se recomienda aplicar encuestas u otra herramienta dentro de un plan cuidadosamente diseñado.

#### **1.6.4. Cuarto Paso: Acciones para eliminar las causas (Acción)**

- a) Planteamiento de las alternativas de solución para eliminar las causas del problema. Es preciso distinguir aquí las soluciones que solamente constituyen remedios inmediatos de las que realmente eliminan los factores causales. Debe examinarse las ventajas y desventajas de cada alternativa diseñada, seleccionando aquella que sea más conveniente.
- b) Diseño de medidas para los efectos secundarios, en caso necesario.

Complementariamente a las herramientas expuestas en este paso se suele hacer uso del Diagrama denominado "COMO" para la formulación de las alternativas de solución, luego en el Diagrama Gantt programar la implantación.

#### **1.6.5. Quinto Paso: Confirmación de la eficacia de la acción (Verificación)**

- a) Comparación de los resultados obtenidos con la solución implantada con los obtenidos anteriormente, haciendo uso de histogramas, gráficos lineales gráficos de control o cualquier otra gráfica que resulte útil para este fin.
  - b) Medición del efecto en términos monetarios y comparar con el objetivo deseado.
- Esta es una fase típica de monitoreo de las mejoras implantadas.

#### **1.6.6. Sexto Paso: Eliminación permanente de las causas del problema (Estandarización)**

- a) Formalización de los nuevos estándares que reflejan la mejora en manuales de operación, procedimientos, especificaciones de nuevos límites de control, etc.
- b) Comunicación de los nuevos estándares a todos los que resulten involucrados.
- c) Capacitación y entrenamiento al personal.
- d) Diseño de un sistema de monitoreo para verificar la aplicación de los nuevos estándares.

#### **1.6.7. Séptimo Paso: Revisión de las actividades y planeación del trabajo futuro (Conclusiones)**

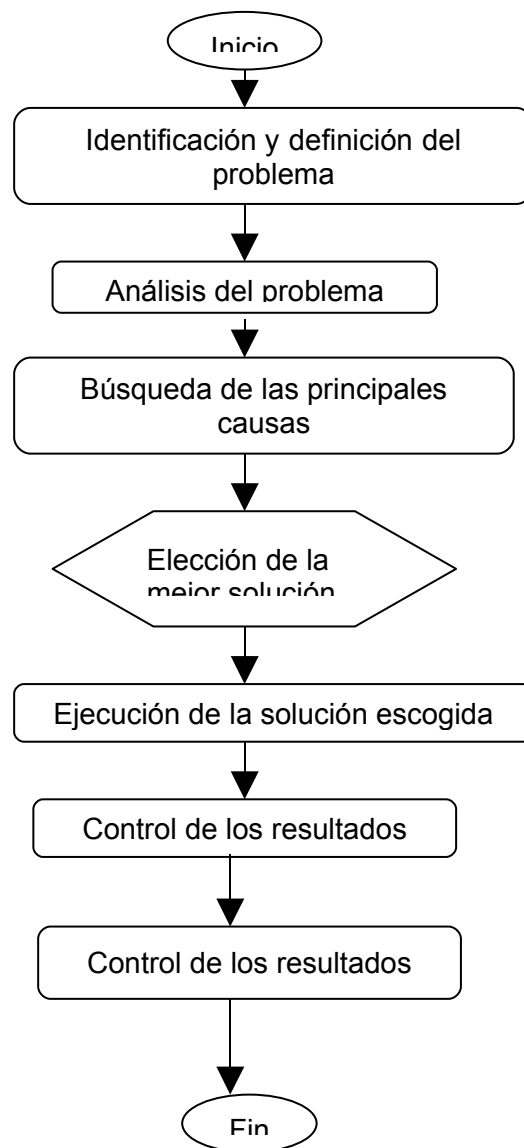
- a) Revisión de todo lo actuado, beneficios obtenidos, experimentos realizados, dificultades obtenidas, grado de participación de las personas involucradas, costos incurridos, herramientas utilizadas, etc.
- b) Preparación de una lista de los problemas no resueltos, incluyendo los nuevos problemas que hayan surgido.
- c) Definición del nuevo problema a resolver, y continuar en forma indefinida con el proceso de mejora de la calidad.

#### **1.7. Automatización de las herramientas**

Debido al adelanto científico técnico se han desarrollado *software* adecuados para ayudar a resolver problemas complejos que requerirían de gran tiempo si se efectuaran manualmente, es propósito de esta investigación mostrar algunos de los *software* empleados para resolver dichas situaciones.

#### **1.8. Conclusiones parciales**

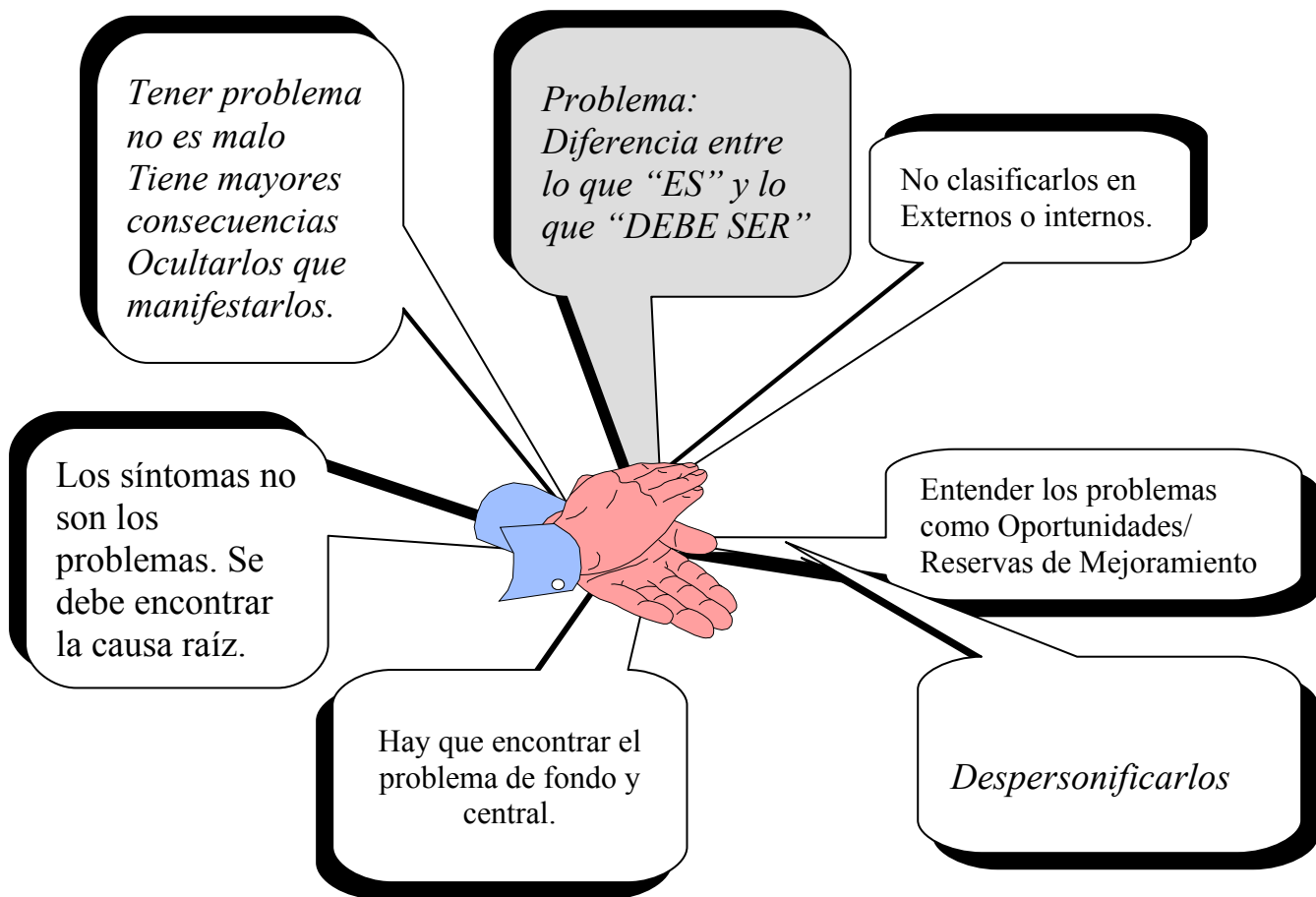
1. Seguir una técnica o metodología de forma concluyente sería arriesgado debido a las múltiples situaciones que se presentan en la vida diaria.
2. El uso de las herramientas de todo tipo (cualitativas, cuantitativas) se hacen indispensable a la hora de resolver problemas.
3. Si se quiere mejorar procesos, productos y organizaciones, se tienen que adquirir como hábito el uso de las herramientas.
4. para lograr un mejor efecto en su utilización se requiere que los miembros de cada organización conozcan su forma operativa



**Figura 1.2 El procedimiento para la solución de problemas**



Los elementos a tener en cuenta en este enfoque se resumen en la figura 1.1 que se muestra a continuación



**Figura 1.1. Enfoque sobre Problemas.** Fuente: Tomado de Hernández (2000)

## Parte II

Los ingenieros industriales utilizan una diversidad de herramientas que algunos autores denominan las 7 herramientas de la calidad, otros las 7 herramientas de la administración y la planeación o herramientas cuantitativas y cualitativas, etc. Independientemente del distintivo que se le de, en este capítulo se hace referencia a algunas de ellas, que ayudan a la identificación y solución de problemas sin que las mismas tenga una limitación en las diferentes áreas de la ingeniería industrial u otras especialidades, con un objetivo final que es el éxito de la organización

### **2.1 Lluvia de Ideas (Brainstorming)**

#### **Descripción:**

La Lluvia de Ideas (Brainstorming) es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado. Esta herramienta creada en el año 1941 por Alex Osborne, cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado de "lluvia de ideas" que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente."

#### **Aplicación:**

Se deberá utilizar la Lluvia de Ideas cuando exista la necesidad de:

- Liberar la creatividad de los equipos.
- Generar un número extenso de ideas.

- Involucrar a todos en el proceso.
- Identificar oportunidades para mejorar.

### **Tipos de lluvia de ideas**

#### **NO ESTRUCTURADO (Flujo libre)**

1. Escoger a alguien para que sea el facilitador y apunte las ideas.
2. Escribir en un papel o en un tablero una frase que represente el problema y el asunto de discusión.
3. Escribir cada idea en el menor número de palabras posible. Verificar con la persona que hizo la contribución cuando se esté repitiendo la idea. No interpretar o cambiar las ideas.
4. Establecer un tiempo límite – aproximadamente 25 minutos.
5. Fomentar la creatividad. Construir sobre las ideas de otros. Los miembros del grupo de Lluvia de Ideas y el facilitador nunca deben criticar las ideas.
6. Revisar la lista para verificar su comprensión.
7. Eliminar las duplicaciones, problemas no importantes y aspectos no negociables. Llegar a un consenso sobre los problemas que parecen redundantes o no importantes.

#### **ESTRUCTURADO (En círculo)**

Tiene las mismas metas que la Lluvia de Ideas No Estructurada. La diferencia consiste en que cada miembro del equipo presenta sus ideas en un formato ordenado (ej. de izquierda a derecha). No hay problema si un miembro del equipo cede su turno si no tiene una idea en ese instante.

#### **SILENCIOSA (lluvia de ideas escritas)**

Es similar a la Lluvia de Ideas, los participantes piensan las ideas pero registran en papel sus ideas en silencio. Cada participante pone su hoja en la mesa y la cambia por otra hoja de papel. Cada participante puede entonces agregar otras ideas relacionadas o pensar en nuevas ideas. Este proceso continúa por cerca de 30 minutos y permite a los participantes construir sobre las ideas de otros y evitar conflictos o intimidaciones por parte de los miembros dominantes.

#### **Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

Hacer una lista de las ideas que pueden ser criticadas, editadas por duplicación, y clasificadas de la más importante a la menos importante.

Soluciones creativas para problemas basados en las contribuciones hechas por todos los miembros del equipo.

#### **Relación con otras herramientas:**

La Lluvia de Ideas generalmente se relaciona con: Diagrama de Afinidad, Diagrama de Causa y Efecto, Análisis del Campo de Fuerzas, Diagrama de Interrelaciones, Hoja de Verificación Checklist para la Reunión de Datos, Multivotación, Técnica de Grupo Nominal.

## **2.2 Multivotación**

### **Descripción:**

La Multivotación es una técnica en grupo para reducir una larga lista de elementos a unos pocos manejables (generalmente de tres a cinco).

### **Aplicación:**

Utilizar la Multivotación cada vez que la técnica de Lluvia de Ideas o una técnica similar han producido una lista larga que necesita reducirse. También deberá utilizarse al final de un Diagrama de Causa y Efecto para seleccionar las primeras 3 a 5 “causas” a ser investigadas.

### **¿Cómo se utiliza?**

1. Revisar la lista; combinar los elementos similares, si es posible.
2. Asignar una letra a los elementos restantes.
3. Dar a cada miembro del equipo un número de votos igual al 20 por ciento del número de elementos en la lista. Se pueden suministrar “puntos” adhesivos a los participantes para pegar en el rotafolio al lado de los elementos que seleccionen. Los miembros del equipo pueden determinar cómo distribuir sus votos: uno por elemento; un número igual de votos a varios elementos; todos los votos a un elemento y sucesivamente.
4. Encerrar en un círculo los elementos que reciban el mayor número de votos.
5. Si todavía quedan más elementos de los deseados, se puede realizar una segunda ronda de votación. Utilizar únicamente los elementos señalados; Técnica similar (20%) a la anterior.

6. Repetir los pasos 4 y 5 hasta que la lista se reduzca de tres a cinco elementos.  
(Ver anexo #1)

#### **Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

Existen numerosas técnicas utilizadas en la Multivotación. Acabamos de utilizar una.

Otra técnica es la de darle a cada miembro del equipo 100 votos y permitirle al miembro del equipo tantos votos como quiera. El equipo puede optar seleccionar las 10 primeras opciones y hacer otra ronda de votación.

Diferente material de referencia tendrá diferentes técnicas. Seleccionar el método que sea apropiado para su equipo.

#### **Relación con otras Herramientas:**

La Multivotación generalmente se relaciona con: Lluvia de Ideas, Diagrama de Causa y Efecto, Análisis del Campo de Fuerzas, Matriz de Planeación de Acciones, Checklist para la Reunión de Datos, Diagrama de Afinidad

## **2.3 Recolección de Datos**

### **Descripción:**

Consiste en reunir datos y clasificar las informaciones según determinadas categorías de un evento o problema que se desee estudiar. Es importante recalcar que este instrumento se utiliza tanto para la identificación y análisis de problemas como de causas.

### **Aplicación:**

Una vez establecido el fenómeno que se requiere estudiar e identificadas las categorías que lo caracterizan, se registran los datos en una hoja indicando sus principales características observables.

*Una vez que se ha fijado las razones para recopilar los datos, es importante que se analice las siguientes cuestiones:*

- La información es cuantitativa o cualitativa.
- Cómo se recogerán los datos y en que tipo de documentos se hará.
- Cómo se utilizará la información recopilada.
- Cómo se analizará.
- Quién se encargará de recoger los datos.
- Con qué frecuencia se va a analizar.
- Dónde se va a efectuar.

### **Otros nombres**

- Hoja de recogida de datos, (Data Gathering Checklist)
- Hoja de registro
- Hoja de Verificación, (Check Sheet)
- Chequeo o Cotejo, (*Checklist*)

### **Procedimiento**

1. Identificar el elemento de seguimiento
2. Definir el alcance de los datos a recoger.
3. Fijar la periodicidad de los datos a recolectar.
4. Diseñar el formato de la hoja de recogida de datos, de acuerdo a la cantidad de información a escoger, dejando espacio para totalizar los datos, que permita conocer: las fechas de inicio y término, las probables interrupciones, las personas que recoge la información, la fuente etc. (Ver Anexo # 2)

### **Consejos para la Construcción / Interpretación:**

El objetivo(s) del equipo debe basarse en lo que la organización quiere cumplir (ej. el aspecto del problema que es más importante para la organización).

### **Relación con otras Herramientas:**

Un *Checklist* para la Definición de Problemas generalmente está relacionado con: Cuadrícula de Selección, *Checklist* para la Reunión de Datos, Análisis de Costo/ Beneficio.

Un Checklist para la Reunión de Datos normalmente se relaciona con: Lluvia de Ideas, Cuestionarios, Checklist para la Definición de Problemas, Multivotación, Diagrama de Causa y Efecto, Tablas de Control, Gráfica Pareto, Gráfica de Comportamiento, Histograma, Hoja de Revisión.

Una Hoja de Revisión generalmente se relaciona con: Gráfica de Pareto, Diagrama de Causa y Efecto, Histograma, Gráfica de Comportamiento, Gráficas de Control.

## 2.4 Histograma (Histogram)

### Descripción:

Una gráfica de la distribución de un conjunto de medidas. Un Histograma es un tipo especial de gráfica de barras que despliega la variabilidad dentro de un proceso. Un Histograma toma datos variables (tales como alturas, pesos, densidades, tiempo, temperaturas, etc.) y despliega su distribución. Los patrones inusuales o sospechosos pueden indicar que un proceso necesita investigación para determinar su grado de estabilidad.

### Aplicación:

Cuando se quiere comprender mejor el sistema, específicamente al:

Hacer seguimiento del desempeño actual del proceso.

Seleccionar el siguiente producto o servicio a mejorar.

Probar y evaluar las revisiones de procesos para mejorar.

Necesitar obtener una revisión rápida de la variabilidad dentro de un proceso.

Desde un sistema estable, se pueden hacer predicciones sobre el desempeño futuro del sistema. Un equipo para efectuar mejoras utiliza un Histograma para evaluar la situación actual del sistema y para estudiar resultados. La forma del Histograma y la información de estadísticas le ayudan al equipo a saber cómo mejorar el sistema. Después de que una acción por mejorar es tomada, el equipo continúa recogiendo datos y haciendo Histogramas para ver si la teoría ha funcionado.

### ¿Cómo se utiliza?

1. Después de la recolección de datos, contar el número de puntos de datos ( $n$ ) en su muestra.
2. Determinar el rango,  $R$ , para todo el conjunto de datos al restar el valor menor de los datos del mayor.
  3.  $R = \text{mayor valor} - \text{menor valor}$ .
4. Determinar el número de intervalos, denotados como  $K$ . Utilizar esta pauta: Esta gráfica es un método práctico únicamente. Esta determinará el número de barras que el Histograma tendrá a lo largo de su eje horizontal.
5. Determinar la extensión del intervalo,  $W$ . La fórmula es sencilla:  $W = R/K$ . Es útil y apropiada para aproximar  $W$  al número entero más cercano.
6. Construir los intervalos determinando el límite del intervalo, o los puntos finales. Tomar la medida individual más pequeña en el conjunto de datos. Utilizar este número o aproximarlo al siguiente número entero más bajo. Este se convierte en el punto final más bajo para el primer límite del intervalo. Ahora, se debe tomar este número y sumar la duración del intervalo. El siguiente límite de clase más bajo iniciaría en el número. El primer intervalo es el número más bajo y todo hasta, **pero sin incluir**, el número que empieza el próximo intervalo más alto. Esto hará que cada uno de los datos se ajuste en una y sola una, clase. Finalmente, sumar de forma consecutiva las clases, manteniendo el rango de todos los números.
7. Construir una tabla de frecuencias basada en los valores computados arriba (ej. número de clases, duración de las clases, límite de las clases). La tabla de frecuencia es realmente un Histograma en una forma tabular.
8. Trazar y marcar los ejes horizontal y vertical.
9. Dibujar las barras para representar el número de puntos de datos en cada intervalo. La altura de las barras deberá ser igual al número de puntos de datos en ese intervalo, según se mide en el eje vertical.
10. Poner título y fecha a la gráfica. Indicar el número total de puntos de datos y mostrar los valores nominales y límites (si es el caso). Quizás también se quiera agregar otras notas describiendo más a fondo el sujeto de las mediciones y las condiciones bajo las cuales se tomaron. Estas notas ayudan a otros a interpretar la tabla y sirven como un registro de la fuente de los datos.
11. Identificar y clasificar el patrón de variación; desarrollar una explicación lógica y pertinente del patrón. No olvidar la confirmación de las teorías por medio de la reunión de datos adicionales y de la observación.

### **Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

Si las causas de variación son comunes, el Histograma se distribuye normalmente (simétrico, forma de campana o uni-modal); pero otras posibilidades (particularmente para procesos fuera de control) es inclinarlo (a la izquierda o derecha) y/o bi-modal (con dos picos). (Ver Anexo #3)

### **Algunos conceptos claves para recordar:**

Los valores en un conjunto de datos casi siempre muestran variación. Es inevitable en el resultado de cualquier proceso, servicio administrativo o de manufactura. Es imposible mantener todos los factores en un estado constante todo el tiempo.

**La variación despliega un patrón.** Diferentes fenómenos tendrán variaciones diferentes, pero siempre hay algún patrón en la variación. Estos patrones de variación en los datos se llaman distribuciones. Existen tres características importantes en un Histograma: su centro, su extensión y su forma.

**Los patrones de variación son difíciles de ver en simples tablas de números.** Es fácil, por otro lado, concluir de forma errónea que los datos representan un “final cerrado” en un esfuerzo de solución de problemas.

Los patrones de variación son más fáciles de ver cuando los datos se resumen pictóricamente en un Histograma. (Ver anexo #3)

### **Relación con otras Herramientas:**

Un histograma generalmente se relaciona con: Hoja de Revisión, Gráfica de Comportamiento Gráficas de Control.

## **2.5 Gráfica de Pareto (Pareto Chart)**

### **Descripción:**

A principios del siglo XX, Vilfredo Pareto (1848-1923), un economista italiano, realizó un estudio sobre la riqueza y la pobreza. Descubrió que el 20% de las personas controlaba el 80% de la riqueza en Italia. Pareto observó muchas otras distribuciones similares en su estudio. A principios de los años 50, el Dr. Joseph Juran descubrió la evidencia para la regla de “80-20” en una gran variedad de situaciones. En particular, el fenómeno parecía existir sin excepción en problemas relacionados con la calidad. Una expresión común de la regla 80/20 es que “el ochenta por ciento de nuestro negocio proviene del 20% de nuestros clientes.”

Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. Una Gráfica Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas más significativos (las barras más largas en una Gráfica Pareto) servirá más para una mejora general que reducir los más pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos, entre 2 y 3 aspectos serán responsables por el 80% de los problemas.

### **Aplicación:**

Al identificar un producto o servicio para el análisis para mejorar calidad.

Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática.

Al identificar oportunidades para mejorar.

Al analizar las diferentes agrupaciones de datos (ej. por producto, segmento del mercado, área geográfica, etc.)

Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.

Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después).

Cuando los datos puedan clasificarse en categorías.

Cuando el rango de cada categoría es importante.

Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Este permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por la mayor parte del impacto negativo sobre la calidad. Si enfocamos nuestra atención en estos pocos vitales, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar la calidad.

Un equipo puede utilizar la Gráfica Pareto para varios propósitos durante un proyecto para lograr mejoras:

Para analizar las causas

Para estudiar los resultados

Para planear una mejoría continúa

Las Gráficas Pareto son especialmente valiosas como fotos de “antes y después” para demostrar qué progreso se ha logrado. Como tal, la Gráfica Pareto es una herramienta de análisis sencilla pero poderosa.

#### ¿Cómo se utiliza?

1. Seleccionar categorías lógicas para el tópico de análisis identificado (incluir el periodo de tiempo).
2. Reunir datos (ej. una hoja de revisión puede utilizarse para reunir los datos requeridos).
3. Ordenar los datos de la mayor categoría a la menor.
4. Totalizar los datos para todas las categorías.
5. Computarizar el porcentaje del total que cada categoría representa.
6. Trazar los ejes horizontales y verticales en papel para gráficas.
7. Trazar la escala de los ejes verticales izquierdos para frecuencia (de cero al total según se calculó arriba).
8. De izquierda a derecha, trazar una barra para cada categoría en orden descendiente. La “otra” categoría siempre será la última sin importar su valor.
9. Trazar la línea del porcentaje acumulativo que muestre la porción del total que cada categoría de problemas represente.
  - a. En el eje vertical derecho, opuesto a los datos brutos en el eje vertical izquierdo, registrar el 100% al frente del número total y el 50% en el punto medio. Llenar los porcentajes restantes llevados a escala.
10. Trazar la línea de porcentaje acumulativo.
  - a. Iniciando con la categoría más alta, colocar un punto en la esquina superior derecha de la barra.
  - b. Sumar el total de la siguiente categoría al primero y colocar un punto encima de la barra mostrando el porcentaje acumulativo. Conectar los puntos y registrar los totales restantes acumulativos hasta que se llegue al 100%.
11. Dar un título a la Gráfica, agregar la fecha(s) cuando se reunió la información y la fuente de los datos.
12. Analizar la Gráfica para determinar los “pocos vitales”. (Ver anexo # 4)

#### **Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

Una Gráfica Pareto es una gráfica de barras que enumera las categorías en orden descendiente de izquierda a derecha.

Un equipo puede utilizar una Gráfica Pareto para:

a. Analizar causas

b. Estudiar resultados y planear una continua mejora una “trampa” que hay que considerar al tratar de interpretar la Gráfica Pareto es que algunas veces los datos no indican una clara distinción entre las categorías.

Este problema se manifiesta en una de dos formas:

Todas las barras en una Gráfica Pareto son más o menos de la misma altura.

Se necesita más de la mitad de las categorías para sumar más del 60% del efecto de calidad.

En cualquiera de los casos, parece que el principio Pareto no aplica. Debido a que el principio Pareto se ha demostrado como válido en literalmente miles de situaciones, es muy poco probable que se haya encontrado una excepción. Es mucho más probable que simplemente no se haya seleccionado un desglose apropiado de las categorías. Se deberá tratar de estratificar los datos de una manera diferente y repetir el Análisis de Pareto. Es posible que los porcentajes nunca sean exactos, pero los equipos generalmente encuentran que la mayoría de los problemas viene de sólo unos pocos problemas cuidadosamente estratificados.

La interpretación de una Gráfica Pareto se puede definir completando las siguientes oraciones: “Existen (número) contribuyentes relacionados con (efecto). Pero estos (número) (enumerar los pocos vitales) corresponden a (número) % del total (efecto). Debemos procurar estas (número) categorías poco vitales ya que representan la mayor ganancia potencial para nuestros esfuerzos”.

#### **Relación con otras Herramientas:**

Una Gráfica Pareto generalmente se relaciona con: Diagrama de Cause y Efecto, Hoja de Revisión, Checklist para la Reunión de Datos, Matriz para la Planeación de Acciones

## **2.6 Gráfica de Comportamiento (Run Chart)**

### **Descripción:**

La Gráfica de Comportamiento se utiliza para estudiar los datos de procesos en cuanto a las tendencias o patrones a lo largo del tiempo.

Al registrar los puntos de datos en el orden en el cual ocurren, las Gráficas de Comportamiento ofrecen información visual de los cambios en el proceso. Estos puntos de datos pueden o no revelar una tendencia o patrón en el proceso

La Media del proceso es calculada y exhibida como una línea horizontal sólida en la Gráfica. En una Gráfica de Comportamiento, se esperaría que los puntos de datos variaran aleatoriamente hacia abajo y arriba de la Línea Media.

### **¿Cuándo se utiliza?**

1. Para establecer una línea base para mejorar.

Una Gráfica de Comportamiento permite comparar el desempeño histórico con el desempeño mejorado.

2. Para ver qué está pasando en el proceso.

Al hacer seguimiento a las mediciones consecutivas de los resultados de varios procesos en una Gráfica de Comportamiento, se obtiene una fotografía de cómo estos resultados varían en el tiempo.

3. Para enfocar los cambios importantes en un proceso.

Cuando se analiza un proceso, se quiere ignorar el comportamiento aceptable y normal del proceso y enfocar únicamente los cambios que alteran el proceso significativamente.

Una Gráfica de Comportamiento permite rastrear rápidamente los patrones anormales, tales como los comportamientos y las tendencias, lo cual es poco probable que sean causados por patrones aleatorios.

4. Para analizar los efectos de un cambio que se haya efectuado a un proceso.

Cuando se realizan cambios a un proceso, es importante observar y entender cómo el resultado ha sido afectado por los cambios que se han efectuado. Utilizar Gráficas de Comportamiento “antes” y “después” es una buena forma de aplicarlas.

### **¿Cómo se utiliza?**

1. Decidir qué se va a medir – Seleccionar el Proceso y/o los Resultados apropiados.

2. Establecer un marco de tiempo para medir – Cada hora, diariamente, semanalmente, etc. Determinar el período de tiempo a medir, cuantos días, semanas, meses, etc.

3. Trazar el eje vertical a la izquierda, el cual representa el valor medido. Indicar el número de ocurrencias esperadas, utilizando intervalos apropiados desde 0 hasta los valores más altos a la izquierda del eje vertical. Marcar el eje.

4. Trazar el eje horizontal en la base, el cual representa el tiempo o la secuencia. Indicar los límites de tiempo a lo ancho de la parte inferior del eje horizontal. Marcar el eje.

5. Marcar cada punto de datos en la Gráfica a medida que ocurran.

6. Conectar los puntos de los datos.

7. Calcular el Promedio Aritmético también conocido como la Media. En algunos casos usted querrá calcular la Mediana en vez de la Media. Un análisis sobre cómo calcular la Mediana se ofrece en la sección de consejos para la Construcción/ Interpretación de este módulo.

8. Marcar y exhibir la Gráfica.

9. Analizar los resultados. Buscar tendencias y comportamientos. Buscar una distribución uniforme de los puntos de datos alrededor de la línea central (Media). Buscar cualquier punto de datos exageradamente altos o bajos, que pueden indicar un problema anormal en el proceso.

### **Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

Calcular la Mediana. Existen dos formas de calcular la Mediana:

1. Para un número impar de puntos de datos:

a. Ordenar los puntos de los datos del más bajo al más alto.

b. Encontrar el valor que separa los datos en dos partes. Este valor será la Mediana.

2. Para un número par de puntos de datos:

a. Ordenar los datos de los puntos del más bajo al más alto.

- b. Dividir el número de puntos de datos en dos para encontrar el punto medio. Por ejemplo, si se tienen 24 puntos de datos, el punto medio sería 12 ( $24/2 = 12$ ).
- c. Encontrar el valor que ocupa el número 12 desde la parte inferior. Asumamos que este valor es 15.
- d. Localizar el valor encima de éste. Asumamos que este valor es 17.
- e. Sumar los dos valores anteriores ( $15 + 17 = 32$ ).
- f. Dividir la suma por 2 y la respuesta será la Mediana ( $32/2 = 16$ ).

**Consejos para la interpretación:**

La Gráfica de Comportamiento es una representación de puntos de datos a través del tiempo. Esta representación puede o no corresponder un patrón o tendencia.

Buscar comportamientos. Un comportamiento puede ser un punto de datos individual o una serie de puntos de datos consecutivos al mismo lado de la Línea Media (Promedio). Conociendo el número de comportamientos en una gráfica puede ayudar a determinar si el proceso está siendo influenciado por causas especiales. El número de puntos de datos en la muestra determina el número de puntos consecutivos que constituyen un comportamiento.

Buscar tendencias. Una tendencia es una serie de aumentos o disminuciones consecutivas. Una Gráfica de Comportamientos no debería tener ninguna tendencia exageradamente larga. Si la tiene, el proceso deberá ser investigado para determinar qué ha cambiado para que cause la tendencia. El número de puntos de datos en su muestra determina el número de puntos consecutivos que constituyen una tendencia.

Hacer que los datos permanezcan en orden. Los datos reunidos deberán permanecer y presentarse en el orden en el cual fueron reunidos.

**Relación con otras Herramientas:**

Una Gráfica de Comportamiento generalmente se relaciona con: Hoja de Verificación, Checklist para la Reunión de Datos, Gráficas de Control

**2.6.1 Testeo Estadístico**

- 1. Duración del Comportamiento: Un punto de datos individual o una serie consecutiva de puntos de datos en un mismo lado de la Media.
- 2. Número de Comportamientos: Un proceso que no está influenciado por causas especiales no tendrá demasiados comportamientos o muy pocos comportamientos. El número de comportamientos es hallado por simple conteo.
- 3. Tendencia(s): Aumentos o Disminuciones consecutivos. La Gráfica de Comportamiento no deberá tener ninguna serie exageradamente larga de aumentos o disminuciones consecutivos

**2.7 Gráfica de Radar (Diagrama de Araña)  
(Radar Chart or Spider Diagram)**

**Descripción:**

Una Gráfica de Radar, también conocida como un Diagrama de Araña, es una herramienta muy útil para mostrar visualmente las diferencias entre el estado actual y el estado ideal.

**Aplicación:**

Una Gráfica de Radar se utiliza para:

Presentar visualmente las diferencias existentes entre el estado actual y el estado ideal.

Captar las distintas percepciones de todos los miembros del equipo con respecto al desempeño del equipo o de la organización.

Mostrar los cambios en las fortalezas o debilidades del equipo o de la organización.

Presentar claramente las categorías importantes de desempeño.

**¿Cómo se utiliza?**

- 1. Conformar el equipo correcto.
- 2. Reunir o verificar los datos a representar.
- 3. Definir las categorías de calificación (normalmente de 5 a 10 categorías).
- 4. Construir la Gráfica de Radar en el rotafolio si no cuenta con una Gráfica de Radar pre-impresa: Dibujar un círculo en el rotafolio con tantos radios como categorías existan. Escribir cada título al final de cada radio alrededor del perímetro del círculo.



Numerar los radios de 0 (más bajo) hasta 10 (más alto) empezando con el cero en el centro del círculo y terminar con el 10 en el perímetro.

5. Calificar todas las categorías.

Cada miembro del equipo puede calificar en dónde siente que la organización o el equipo se encuentran en la actualidad.

Esto puede realizarse en silencio utilizando puntos adhesivos.

6. El equipo puede desarrollar un puntaje para el equipo ya sea por consenso o calculando un promedio de los puntajes individuales.

7. Definir la calificación del equipo para cada categoría.

8. Interpretar y utilizar los resultados para mejorar.

9. Indicar la fecha en la Gráfica de Radar.

(Ver anexo # 6)

#### **Consejos para la construcción/ interpretación:**

Un puntaje de vacíos puede ser sumado a cada categoría restando el puntaje del equipo del número más alto y registrando el puntaje de vacíos al lado de la categoría en el perímetro.

Una Gráfica de Radar puede utilizarse para ayudar a desarrollar un “Código de Comportamiento del Equipo” para un equipo para mejorar los procesos o para cualquier equipo. Las categorías pueden representar cómo el equipo quiere actuar como un equipo.

#### **Relación con otras herramientas:**

Una Gráfica de Radar está normalmente relacionada con: Diagrama de Afinidad, Lluvia de Ideas, Checklist para la Reunión de Datos, Análisis del Campo de Fuerzas

## **2.8 Diagrama de Distribución (Scatter Diagram)**

### **Descripción:**

Una herramienta de análisis que dibuja pares relacionados de variables para presentar un patrón de relación o de correlación. Cada conjunto de datos representa un factor diferente que puede ser cuantificado. Un conjunto de datos es dibujado en un eje horizontal (eje x) y el otro conjunto de datos se dibuja en el eje vertical (eje y). El resultado es un número de puntos que pueden ser analizados para determinar si existe una relación significativa también conocida como “correlación”) entre los dos conjuntos de datos.

### **Aplicación:**

Se debe utilizar un Diagrama de Distribución cuando se quiera:

Verificar si el desempeño de un factor está relacionado con otro factor.

Demostrar que un cambio en una condición afectará la otra.

### **Desarrollo:**

1. Reunir varios conjuntos de observaciones en pares, preferiblemente 25 ó más, los cuales se piensa que pueden estar relacionados.

2. Trazar los pares de datos desde el más bajo al más alto para cada conjunto de datos.

3. Construir los ejes verticales y horizontales de tal forma que el valor más alto y más bajo puedan trazarse.

4. Dibujar los datos colocando una marca en el punto correspondiente a cada par x-y

5. Marcar los ejes x - y, de tal manera que el Diagrama de Distribución tenga sentido para observadores futuros.

6. Colocar la fecha y la fuente de dónde los datos fueron recolectados.

### **Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

Organizar los datos en pares X y Y. La variable X es el número de días que la manzana lleva en el árbol mientras que la variable Y representa el peso de la manzana.

Encontrar los valores mayor y menor para cada conjunto de datos (Ver anexo # 7).

### **Variable Menor Mayor**

Días en el árbol (x) 50 74

Peso de la manzana (y) 4.4 6.6

Construir los ejes. En este caso, nuestro eje vertical debe cubrir desde 4.4 onzas hasta 6.6 onzas y nuestro eje horizontal debe cubrir de 50 a 74 días. Es una buena idea seleccionar los valores que están más allá de estos requisitos mínimos ya que se podrían realizar algunas estimaciones futuras.

Al examinar los Diagramas de Distribución es muy útil buscar tres elementos:

1. ¿Existe algún patrón o correlación entre las variables X y Y?
2. ¿La dirección es positiva o negativa?
3. La fortaleza de la correlación (una correlación fuerte muestra una relación lineal definitiva).

#### **Relación con otras Herramientas:**

Un Diagrama de Distribución generalmente se relacionado con: Diagrama de Causa y Efecto, Hoja de Verificación, Checklist para la Reunión de Datos

#### **Interpretación**

##### **1. Buscar Patrones**

a. Una banda delgada de puntos que se extiende desde la parte inferior izquierda hasta la parte superior derecha sugiere una correlación positiva. La correlación positiva significa que a medida que un factor aumenta el otro factor también lo hace. La correlación negativa significa que cuando un factor aumenta el otro disminuye, cuando cualquiera de estas condiciones está presente, es posible anticipar el valor aproximado de un factor si se conoce el valor del factor. Por ejemplo, existe una correlación positiva entre el peso de las manzanas y el tiempo que la manzana permanece en el árbol, lo que significa que el peso de la manzana aumenta entre más tiempo permanezca en el árbol. Si por ejemplo, solo sabemos el peso de la manzana, podemos estimar la cantidad de tiempo que permaneció en el árbol. Por el contrario, si solamente conocemos la cantidad de tiempo que la manzana estuvo pegada al árbol, podemos estimar su peso. Se debe observar que la correlación no garantiza la causa y el efecto

b. Un patrón circular sugiere que no existe correlación entre los dos factores que se están estudiando.

##### **2. Buscar puntos distantes**

a. Los puntos distantes son puntos que no caen en el patrón de otros. Pueden ser el resultado de errores de medición, o de cambios en el proceso. Los puntos distantes no deben ser descartados. Quizás se quiera investigar qué causó la situación.

## **2.9 Diagrama de Flujo (Flow Chart)**

#### **Descripción:**

Un Diagrama de Flujo es una representación pictórica de los pasos en un proceso, útil para determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado. El resultado puede ser un producto, un servicio, información o una combinación de los tres. Al examinar cómo los diferentes pasos en un proceso se relacionan entre sí, se puede descubrir con frecuencia las fuentes de problemas potenciales. Los Diagramas de Flujo se pueden aplicar a cualquier aspecto del proceso desde el flujo de materiales hasta los pasos para hacer la venta u ofrecer un producto. Los Diagramas de Flujo detallados describen la mayoría de los pasos en un proceso. Con frecuencia este nivel de detalle no es necesario, pero cuando se necesita, el equipo completo normalmente desarrollará una versión de arriba hacia abajo; luego grupos de trabajo más pequeños pueden agregar niveles de detalle según sea necesario durante el proyecto.

#### **Aplicación:**

Cuando un equipo necesita ver cómo funciona realmente un proceso completo. Este esfuerzo con frecuencia revela problemas potenciales tales como cuellos de botella en el sistema, pasos innecesarios y círculos de duplicación de trabajo. Algunas aplicaciones comunes son:

#### **Definición de proyectos:**

- Identificar oportunidades de cambios en el proceso.
- Desarrollar estimados de costos de mala calidad.
- Identificar organizaciones que deben estar representadas en el equipo.
- Desarrollar una base común de conocimiento para los nuevos miembros del equipo.
- Involucrar a trabajadores en los esfuerzos de resolución de problemas para reducir la resistencia futura al cambio.

#### **Identificación de las causas principales:**

- Desarrollar planes para reunir datos.
- Generar teorías sobre las causas principales.
- Discutir las formas de estratificar los datos para el análisis para identificar las causas principales.

- Examinar el tiempo requerido para las diferentes vías del proceso.

#### **Diseño de Soluciones:**

- Describir los cambios potenciales en el proceso y sus efectos potenciales.
- Identificar las organizaciones que serán afectadas por los cambios propuestos.

#### **Aplicación de soluciones:**

- Explicar a otros el proceso actual y la solución propuesta.
- Superar la resistencia al cambio demostrando cómo los cambios propuestos simplificarán el proceso.

#### **Control (Retener las Ganancias):**

- Revisar y establecer controles y monitorías al proceso.
- Auditar el proceso periódicamente para asegurar que se están siguiendo los nuevos procedimientos.
- Entrenar a nuevos empleados.

#### **¿Cómo se utiliza?**

La metodología para preparar un Diagrama de Flujo es:

1. Propósito – Analizar cómo se pretende utilizar el Diagrama de Flujo.

Exhibir esta hoja en la pared y consultarla en cualquier momento para verificar que su Diagrama de Flujo es apropiado para las aplicaciones que se pretenden.

2. Determinar el nivel de detalle requerido.

3. Definir los límites – Después de establecer los límites del proceso, enumerar los resultados y los clientes en el extremo derecho del diagrama.

4. Utilizar símbolos apropiados – Utilizando los símbolos apropiados para el Diagrama de Flujo, presentar las respuestas como los primeros pasos en el diagrama.

5. Hacer preguntas – Para cada *input*, haga preguntas como:

¿Quién recibe el *input*?

¿Qué es lo primero que se hace con el *input*?

6. Documentar – Documentar cada paso en la secuencia, empezando con el primer (o último) paso.

Para cada paso, hacer preguntas como:

¿Qué produce este paso?

¿Quién recibe este resultado?

¿Qué pasa después?

¿Alguno de los pasos requiere de *inputs* que actualmente no se muestran?

7. Completar – Continuar la construcción del diagrama hasta que se conecte todos los resultados (*outputs*) definidos en el extremo derecho del diagrama. Si se encuentra un segmento del proceso que es extraño para todos en el salón, se deberá tomar nota y continuar haciendo el diagrama.

8. Revisión – Preguntar:

· ¿Todos los flujos de información encajan en los *inputs* y *outputs* del proceso?

· ¿El diagrama muestra la naturaleza serial y paralela de los pasos?

· ¿El diagrama capta de forma exacta lo que realmente ocurrió – a diferencia de la forma cómo se piensa que las cosas deberían pasar o cómo fueron diseñadas originalmente?

9. Determinar oportunidades.

#### **Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

El Diagrama de Flujo final deberá actuar como un registro de cómo el proceso actual realmente opera. Indicar la fecha.

Aunque hay literalmente docenas de símbolos especializados utilizados para hacer Diagramas de Flujos, se utiliza con más frecuencia los siguientes:

Si un Diagrama de Flujo se construye de forma apropiada y refleja el proceso de la forma que realmente opera, todos los miembros del equipo poseerán un conocimiento común, exacto del funcionamiento del proceso. Adicionalmente, el equipo no necesita invertir el tiempo y la energía en observar el proceso físicamente cada vez que se quiera identificar problemas para trabajar, discutir teorías sobre las causas principales, examinar el impacto de las soluciones propuestas o discutir las formas para mantener las mejoras.

Los Diagramas de Flujo pueden ayudar a un equipo en su tarea de diagnóstico para lograr mejoras. Uno de sus usos es el de ayudar a un equipo a generar teorías sobre las posibles causas principales de

un problema. El Diagrama de Flujo se dibuja en una pared de la sala de reuniones. El equipo que investiga un problema redacta una descripción del problema en un pedazo pequeño de papel y lo pega en el Diagrama de Flujo en el punto en el proceso donde el problema se ha detectado. El equipo luego discute cada uno de los pasos en el proceso antes del punto donde el problema se ha detectado, y produce teorías sobre las cosas que podrían salir mal en el paso que causa el problema. El Diagrama de Flujo le ayuda al equipo a examinar cada paso del proceso de forma sistemática a medida que producen teorías sobre las posibles causas principales del problema.

Otro uso de un Diagrama de Flujo es el de ayudar a un equipo a identificar las formas apropiadas para separar los datos para su análisis. (Ver anexo # 8) Por ejemplo, considérese el problema de analizar los tiempos de reparación. Una rápida revisión del Diagrama de Flujo puede sugerir un número de grupos posibles que pueden explicar el tiempo que se necesita para hacer una reparación.

### **Preguntas útiles al crear su Diagrama de Flujo**

¿Qué es lo primero que ocurre?

¿Qué es lo siguiente que ocurre?

¿Qué es lo último que ocurre?

¿De dónde viene el (Servicio, Material)?

¿Cómo el (Servicio, Material) llega al proceso?

¿Quién toma las decisiones (si se necesita)?

¿Qué pasa si la decisión es “Sí”?

¿Qué pasa si la decisión es “No”?

¿Adónde va el (Producto, Servicio) de esta operación?

¿Qué revisiones/ verificaciones se realizan en el producto en cada parte del proceso?

¿Qué pasa si la revisión/ verificación no cumple con los requisitos?

#### **PRECAUCIÓN:**

Se debe tener cuidado al hacer la pregunta “Por Qué”:

- Podría poner a alguien a la defensiva
- Tratar de definir el estado “como es” (“as is”) y no el estado “debe ser” (“should be”)

### **Preguntas que pueden generarse después de completar un Diagrama de Flujo**

#### **PROPÓSITO:**

¿Qué se hace realmente?

¿Por qué la actividad es necesaria?

¿Qué otra cosa se podría o se debería hacer?

#### **LUGAR:**

¿Dónde se lleva a cabo?

¿Por qué se lleva a cabo en ese lugar en particular?

#### **SECUENCIA:**

¿Cuándo se hace?

¿Por qué se hace en ese momento en particular?

¿Cuándo se podría o debería hacer?

#### **GENTE:**

¿Quién lo hace?

¿Por qué lo hace esa persona?

¿Quién más podría o debería hacerlo?

#### **MÉTODO:**

¿Cómo se hace?

¿De qué otra forma se podría o debería hacer?

#### **Relación con otras Herramientas:**

Los Diagramas de Flujo de Procesos generalmente se relacionan con:

- Mapa de Relaciones
- Mapa de Proceso Interfuncional (Cross-Functional).

## **2.10 Diagrama de Causa y Efecto (Cause & Effect Diagram)**

### **Descripción:**

Un diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru Ishikawa en

Tokio. Algunas veces es denominado *Diagrama Ishikawa* o *Diagrama Espina de Pescado* por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

### **Aplicación:**

El Diagrama de Causa y Efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del Diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

El Diagrama de Causa y Efecto se debe utilizar cuando se pueda contestar “sí” a una o a las dos preguntas siguientes:

1. ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?
2. ¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema?

Con frecuencia, las personas vinculadas de cerca al problema que es objeto de estudio se han formado opiniones sobre cuáles son las causas del problema. Estas opiniones pueden estar en conflicto o fallar al expresar la causa principales. El uso de un Diagrama de Causa y Efecto hace posible reunir todas estas ideas para su estudio desde diferentes puntos de vista.

El desarrollo y uso de Diagramas de Causa y Efecto son más efectivos *después* de que el proceso ha sido descrito y el problema esté bien definido. Para ese momento, los miembros del equipo tendrán una idea acertada de qué factores se deben incluir en el Diagrama.

Los Diagramas de Causa y Efecto también pueden ser utilizados para otros propósitos diferentes al análisis de la causa principal. El formato de la herramienta se presta para la planeación. Por ejemplo, un grupo podría realizar una lluvia de ideas de las “causas” de un evento exitoso, tal como un seminario, una conferencia o una boda. Como resultado, producirían una lista detallada agrupada en una categoría principal de cosas para hacer y para incluir para un evento exitoso.

El Diagrama de Causa y Efecto no ofrece una respuesta a una pregunta, como lo hacen otras herramientas. Herramientas como el Análisis de Pareto, Diagramas Scatter, e Histogramas, pueden ser utilizadas para analizar datos estadísticamente. (**Nota:** consultar la descripción de la **Gráfica de Pareto, Diagrama Scatter, e Histograma**). En el momento de generar el Diagrama de Causa y Efecto, normalmente se ignora si estas causas son o no responsables de los efectos. Por otra parte, un Diagrama de Causa y Efecto bien preparado es un vehículo para ayudar a los equipos a tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido.

### **¿Cómo se utiliza?**

1. Identificar el problema. El problema (el efecto generalmente está en la forma de una característica de calidad) es algo que queremos mejorar o controlar.

El problema deberá ser específico y concreto: incumplimiento con las citas para instalación, cantidades inexacta en la facturación, errores técnicos en las cuentas de proveedores, errores de proveedores. Esto causará que el número de elementos en el Diagrama sea muy alto (consultar la ilustración).

2. Registrar la frase que resume el problema. Escribir el problema identificado en la parte extrema derecha del papel y dejar espacio para el resto del Diagrama hacia la izquierda. Dibujar una caja alrededor de la frase que identifica el problema (algo que se denomina algunas veces como la cabeza del pescado).

3. Dibujar y marcar las espinas principales. Las espinas principales representan el *input* principal/ categorías de recursos o factores causales. No existen reglas sobre qué categorías o causas se deben utilizar, pero las más comunes utilizadas por los equipos son los materiales, métodos, máquinas, personas, y/o el medio. Dibujar una caja alrededor de cada título. El título de un grupo para su Diagrama de Causa y Efecto puede ser diferente a los títulos tradicionales; esta flexibilidad es apropiada y se invita a considerarla.

4. Realizar una lluvia de ideas de las causas del problema. Este es el paso más importante en la construcción de un Diagrama de Causa y Efecto. Las ideas generadas en este paso guiarán la selección de las causas de raíz. Es importante que solamente causas, y no soluciones del problema sean identificadas. Para asegurar que su equipo está al nivel apropiado de profundidad, se deberá hacer

continuamente la pregunta Por Qué para cada una de las causas iniciales mencionadas. (Ver el módulo de los Cinco Por Qués). Si surge una idea que se ajuste mejor en otra categoría, no discuta la categoría, simplemente escriba la idea. El propósito de la herramienta es estimular ideas, no desarrollar una lista que esté perfectamente clasificada. (**Nota:** Consultar la descripción de **Lluvia de Ideas**).

5. Identificar los candidatos para la “causa más probable”. Las causas seleccionadas por el equipo son opiniones y deben ser verificadas con más datos. Todas las causas en el Diagrama no necesariamente están relacionadas de cerca con el problema; el equipo deberá reducir su análisis a las causas más probables. Encerrar en un círculo la causa(s) más probable seleccionada por el equipo o marcarla con un asterisco.

6. Cuando las ideas ya no puedan ser identificadas, se deberá analizar más a fondo el Diagrama para identificar métodos adicionales para la recolección de datos. (Ver anexo # 9)

#### **Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

Se debe recordar que los Diagramas de Causa y Efecto únicamente identifican causas posibles. Aun cuando todos estén de acuerdo en estas causas posibles, solamente los datos apuntarán a las causas.

El Diagrama de Causa y Efecto es una forma gráfica de exhibir gran información de causas en un espacio compacto. El uso del Diagrama ayuda a los equipos a pasar de opiniones a teorías comprobables.

#### **Relación con otras Herramientas:**

Un Diagrama de Causa y Efecto normalmente se relaciona con: Lluvia de Ideas, Diagrama de Interrelaciones, Gráfica de Pareto, Multivotación, Técnica de Grupo Nominal, Diagrama de Afinidad, Cinco Por Qués

## **2.11 Cuadrícula de Selección (Selection Grid)**

### **Descripción:**

Una Cuadrícula de Selección es una herramienta que nos ayuda a escoger:

Un proceso para mejorar, Un problema para resolver, Una oportunidad para aprovechar, Problemas a atender

### **Aplicación:**

Cuando existe una necesidad de tomar la decisión sobre una oportunidad, proceso, o problema que debe atenderse.

### **¿Cómo se utiliza?**

1. Cada miembro del equipo da su opinión sobre la oportunidad que se está discutiendo.

2. La calificación indicada por cada miembro es presentada, seguida por una discusión en grupo empezando por los miembros del equipo que dieron la calificación más alta y la más baja explicando porqué calificaron de esa manera.

3. Después de que la discusión para cada categoría haya terminado, el grupo tiene la oportunidad de volver a votar con base a la información suministrada.

Nota: Esta herramienta puede ser utilizada con una escala de calificación numérica. Normalmente, las categorías Impacto en el Cliente, Impacto Financiero, Capacidad para Efectuar Cambios, Soporte de la Gerencia y Nivel de Compromiso del Equipo tienen más peso al establecer la prioridad de los problemas. El Equipo decide hasta dónde las 5 categorías restantes deben ser consideradas en el proceso de establecer prioridades. (Ver anexo # 10)

### **Relación con otras Herramientas:**

Una Cuadrícula de Selección se relaciona normalmente con: Checklist para la Definición de Problemas, Análisis de Costo / Beneficio, Los Cinco Por Qués, El Análisis de Requisitos

## **2.12. Cinco Por Qués (Five Whys)**

### **Descripción:**

Los Cinco Por Qués es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema. Durante esta fase, los miembros del equipo pueden sentir que tienen suficientes respuestas a sus preguntas. Esto podría resultar en la falla de un equipo en identificar las causas principales más probables del problema debido a que el equipo ha fallado en buscar con suficiente profundidad. La técnica requiere que el equipo pregunte “Por Qué” al menos cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil para el equipo responder al “Por Qué”, la causa más probable habrá sido identificada.

**Aplicación:**

Para identificar las causas principales más probables de un problema.

**¿Cómo se utiliza?**

1. Realizar una sesión de Lluvia de Ideas normalmente utilizando el modelo del Diagrama de Causa y Efecto.
2. Una vez que las causas probables hayan sido identificadas, empezar a preguntar “¿Por qué es así?” o “¿Por qué está pasando esto?”
3. Continuar preguntando Por Qué al menos cinco veces. Esto reta al equipo a buscar a fondo y no conformarse con causas ya “probadas y ciertas”.
4. Habrá ocasiones en las que se podrá ir más allá de las cinco veces preguntando Por Qué para poder obtener las causas principales.
5. Durante este tiempo se debe tener cuidado de **NO** empezar a preguntar “Quién”. Se debe recordar que el equipo está interesado en el Proceso y no en las personas involucradas.

**Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

Esta técnica se utiliza mejor en equipos pequeños (4 a 8 personas). El facilitador deberá conocer la dinámica del equipo y las relaciones entre los miembros del equipo. Durante los Cinco Por Qué, existe la posibilidad de que muchas preguntas de Por Qué, Por Qué, etc. podrían causar molestia entre algunos de los miembros del equipo. (Ver anexo # 11)

**Relación con otras herramientas:**

La técnica de los Cinco Por Qué se relaciona con frecuencia con: Diagrama de Causa y Efecto

**2.13 Análisis del Campo de Fuerzas (Force Field Analysis)****Descripción:**

El Análisis del Campo de Fuerzas es una herramienta que es utilizada para ayudar a facilitar el cambio. El Análisis del Campo de Fuerzas ve el cambio como fuerzas diferentes que compiten entre sí. Existen dos fuerzas con las que trabajaremos aquí. Las **Fuerzas Impulsoras (Driving Forces)**, las cuales facilitan el cambio y las **Fuerzas Restrictivas (Restraining Forces)**, las cuales evitan que el cambio ocurra. Esta herramienta se enfoca en la identificación de estas fuerzas y en relacionarlas con el cambio potencial.

**Aplicación:**

El Análisis del Campo de Fuerzas se puede utilizar en cualquier momento que se espere un cambio significativo. El Análisis del Campo de Fuerzas nos ayuda a determinar hasta dónde el cambio puede ser difícil. El Análisis del Campo de Fuerzas nos permite ver los factores que contribuyen al éxito o fracaso de la solución propuesta.

**¿Cómo se utiliza?**

1. Definir el cambio deseado.
2. Hacer Lluvia de Ideas de las fuerzas impulsoras
3. Hacer Lluvia de ideas de las fuerzas restrictivas
4. Clasificar en orden de prioridad las fuerzas impulsoras
5. Clasificar en orden de prioridad las fuerzas restrictivas
6. Enumerar las acciones a tomar.

**Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

1. El Análisis del Campo de Fuerzas le da la oportunidad a un equipo de ver un cambio propuesto desde ambas posiciones; favor y en contra.
2. Se convierte en un punto de inicio para acciones a tomar.
3. Una lista de acciones requeridas es el resultado del Análisis de Campo de Fuerzas.
4. Las acciones tomadas están generalmente minimizando el impacto de las fuerzas restrictivas y maximizando el impacto de las fuerzas impulsoras. (Ver anexo # 12)

**Relación con otras Herramientas:**

El Análisis del Campo de Fuerzas generalmente se relaciona con: Lluvia de Ideas, Multivotación, Técnica Nominal de Grupo, Matriz de Planeación de Acciones, Diagrama de Causa y Efecto, Diagrama de Interrelaciones.

## 2.14 Diagrama de Procesos

### Descripción:

Es un diagrama en el cual se registran las actividades que se ejecutan realizar un trabajo o producir un producto o servicio.

Los diagramas de proceso permiten de manera grafica:

1. Velar excesivas situaciones de demora, almacenamiento o transporte.
2. La combinación de actividades, operación-inspección, operación-transporte, inspección-transporte.
3. Actividades simultáneas.

### Símbolos empleados

**Operación.** Indica las fases del proceso, métodos o procedimientos en el cual la pieza, materia o producto se modifica de forma o contenido, física o químicamente.

En el trabajo administrativo se dice que hay operación, cuando se da o se recibe una orden o información, se llena un formato o cuando se hacen planes o cálculos.

**Inspección:** Indica que se verifica algún atributo de la calidad o cantidad o ambos, sin que modifique la materia o insumo objeto de transformación.

**Transporte:** Indica el movimiento del objeto de análisis (trabajador, material y equipos) de un lugar a otro.

**Deposito provisional o espera:** Indica demora en el lugar de los hechos, por ejemplo material que espera entre dos operaciones sucesivas o para ser transportado o por la espera del complemento del lote de transferencia, igualmente abandono momentáneo de cualquier objeto hasta que se necesite.

**Almacenamiento:** Indica deposito de un objeto para cuya movilización o uso se requiera un orden o autorización.

**Actividades combinadas:** Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades; por ejemplo un círculo dentro de un cuadrado representa actividades combinadas de operación e inspección.

**Tipos de diagrama de Procesos:** El diagrama tiene tres bases posibles las cuales no deben ser mezcladas.

1. del operario: diagrama de lo hace la persona que trabaja.
2. del material: diagrama de cómo se procesa el material.
3. del equipo: maquinaria: diagrama de cómo se emplea.

### Consejos para la Construcción/ Interpretación:

Las actividades que figuran en el diagrama deben recogerse por observación directa. Los flujos gramas no deberán hacerse de memoria, deben llevar el nombre del producto, material o equipo representado, trabajo o proceso que se realice, indicando claramente el punto de partida o de termino y si el método es el utilizado o proyectado, lugar en que se efectúa la operación, nombre del observador y de la persona que aprueba el diagrama, fecha del estudio, clave de los símbolos empleados, resumen de la distancia y el tiempo por tipo de actividad.

## 2.15 Gráficos de control (Control Charts)

### Descripción:

Un gráfico de control es una herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso. Permite distinguir entre las causas de variación. Todo proceso tendrá variaciones, pudiendo estas agruparse en:

Causas aleatorias de variación. Son causas desconocidas y con poca significación, debidas al azar y presentes en todo proceso.

Causas específicas (imputables o asignables). Normalmente no deben estar presentes en el proceso. Provocan variaciones significativas.

Las causas aleatorias son de difícil identificación y eliminación. Las causas específicas sí pueden ser descubiertas y eliminadas, para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.

Los gráficos de control fueron ideados por Shewhart durante el desarrollo del control estadístico de la calidad. Han tenido una gran difusión siendo ampliamente utilizados en el control de procesos industriales. Sin embargo, con la reformulación del concepto de Calidad y su extensión a las empresas



de servicios y a las unidades administrativas y auxiliares, se han convertido en métodos de control aplicables a procesos llevados a cabo en estos ámbitos. (Ver anexo # 14)

Existen diferentes tipos de gráficos de control:

De datos por variables. Que a su vez pueden ser de media y rango, mediana y rango, y valores medidos individuales.

De datos por atributos. Del estilo aceptable / inaceptable, sí / no.

**VENTAJAS:** Permite distinguir entre causas aleatorias y específicas de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección. Los gráficos de control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas, así como para estimar la capacidad del proceso.

**UTILIDADES:** Ayudan a la mejora de procesos, de forma que se comporten de manera uniforme y previsible para una mayor calidad, menores costes y mayor eficacia. Proporcionan un lenguaje común para el análisis del rendimiento del proceso

## 2.16 El Método Delphi (Delphi Method)

### Descripción.

Métodos de expertos: Se basan en la consulta a personas que tienen grandes conocimientos sobre el entorno en el que la organización desarrolla su labor. Estas personas exponen sus ideas y finalmente se redacta un informe en el que se indican cuáles son, en su opinión, las posibles alternativas que se tendrán en el futuro.

Métodos de expertos: Dentro de los métodos generales de prospectiva cabe destacar aquellos que se basan en la consulta a expertos, que reciben la denominación de métodos de expertos.

Los métodos de expertos utilizan como fuente de información un grupo de personas a las que se supone un conocimiento elevado de la materia que se va a tratar. Estos métodos se emplean cuando se da alguna de las siguientes condiciones:

No existen datos históricos con los que trabajar. Un caso típico de esta situación es la previsión de implantación de nuevas tecnologías.

El impacto de los factores externos tiene más influencia en la evolución que el de los internos. Así, la aparición de una legislación favorable y reguladora y el apoyo por parte de algunas empresas a determinadas tecnologías pueden provocar un gran desarrollo de éstas que de otra manera hubiese sido más lento.

Los métodos de expertos tienen las siguientes ventajas:

La información disponible está siempre más contrastada que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más versado en el tema. Esta afirmación se basa en la idea de que varias cabezas son mejor que una.

El número de factores que es considerado por un grupo es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por una sola persona. Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el tema debatido desde su área de conocimiento.

Sin embargo, estos métodos también presentan inconvenientes, como son:

La desinformación que presenta el grupo como mínimo tan grande como la que presenta cada individuo aislado. Se supone que la falta de información de unos participantes es solventada con la que aportan otros, aunque no se puede asegurar que esto suceda.

La presión social que el grupo ejerce sobre sus participantes puede provocar acuerdos con la mayoría, aunque la opinión de ésta sea errónea. Así, un experto puede renunciar a la defensa de su opinión ante la persistencia del grupo en rechazarla, el grupo hace de su supervivencia un fin, esto provoca que se tienda a conseguir un acuerdo en lugar de producir una buena previsión.

En estos grupos hay veces que el argumento que triunfa es el más citado, en lugar de ser el más válido. Estos grupos son vulnerables a la posición y personalidad de algunos de los individuos. Una persona con dotes de comunicador puede convencer al resto de individuos, aunque su opinión no sea la más acertada. Esta situación se puede dar también cuando uno de los expertos ocupa un alto cargo en la organización, ya que sus subordinados no le rebatirán sus argumentos con fuerza.

Puede existir un sesgo común a todos los participantes en función de su procedencia o su cultura, lo que daría lugar a la no aparición en el debate de aspectos influyentes en la evolución. Este problema se suele evitar con una correcta elección de los participantes.

El método de expertos ideal sería aquel que extrajese los beneficios de la interacción directa y eliminase sus inconvenientes. Esta intenta ser la filosofía de la metodología Delphi.

### **Características**

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos. Este método presenta tres características fundamentales:

**Anonimato:** Durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:

Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.

Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.

El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.

**Iteración y realimentación controlada:** La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.

**Respuesta del grupo en forma estadística:** La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido. (Ver anexo # 15)

En la realización de un Delphi aparece una terminología específica:

**Circulación:** Es cada uno de los sucesivos cuestionarios que se presenta al grupo de expertos.

**Cuestionario:** El cuestionario es el documento que se envía a los expertos. No es sólo un documento que contiene una lista de preguntas, sino que es el documento con el que se consigue que los expertos interactúen, ya que en él se presentarán los resultados de anteriores circulaciones.

**Panel:** Es el conjunto de expertos que toma parte en el Delphi.

**Moderador:** Es la persona responsable de recoger las respuestas del panel y preparar los cuestionarios.

**Fases:** Antes de iniciar un Delphi se realizan una serie de tareas previas, como son:

Delimitar el contexto y el horizonte temporal en el que se desea realizar la previsión sobre el tema en estudio.

### **Consejos para la Construcción/ Interpretación:**

Seleccionar el panel de expertos y conseguir su compromiso de colaboración. Las personas que sean elegidas no sólo deben ser grandes conocedores del tema sobre el que se realiza el estudio, sino que deben presentar una pluralidad en sus planteamientos. Esta pluralidad debe evitar la aparición de sesgos en la información disponible en el panel.

Explicar a los expertos en qué consiste el método. Con esto se pretende conseguir la obtención de previsiones fiables, pues van los expertos van a conocer en todo momento cuál es el objetivo de la cada una de los procesos que requiere la metodología.

En un Delphi clásico se pueden distinguir cuatro circulaciones o fases:

#### **Primera circulación**

El primer cuestionario es desestructurado, no existe un guión prefijado, sino que se pide a los expertos que establezcan cuáles son los eventos y tendencias más importantes que van a suceder en el futuro referentes al área en estudio. Cuando los cuestionarios son devueltos, éste realiza una labor de síntesis y selección, obteniéndose un conjunto manejable de eventos, en el que cada uno está definido de la forma más clara posible. Este conjunto formará el cuestionario de la segunda circulación.

#### **Segunda circulación**

Los expertos reciben el cuestionario con los sucesos y se les pregunta por la fecha de ocurrencia. Una vez contestados, los cuestionarios son devueltos al moderador, que realiza un análisis estadístico de las

previsiones de cada evento. El análisis se centra en el cálculo de la mediana (año en que hay un 50% de expertos que piensan que va a suceder en ese año o antes), el primer cuartil o cuartil inferior (en el que se produce lo mismo para el 25% de los expertos) y tercer cuartil o cuartil superior (para el 75%). El moderador confecciona el cuestionario de la tercera circulación que comprende la lista de eventos y los estadísticos calculados para cada evento.

#### Tercera circulación

Los expertos reciben el tercer cuestionario y se les solicita que realicen nuevas previsiones. Si se reafirman en su previsión anterior y ésta queda fuera de los márgenes entre los cuartiles inferior y superior, deben dar una explicación del motivo por el que creen que su previsión es correcta y la del resto del panel no. Estos argumentos se realimentarán al panel en la siguiente circulación. Al ser estos comentarios anónimos, los expertos pueden expresarse con total libertad, no estando sometidos a los problemas que aparecen en las reuniones cara a cara.

Cuando el moderador recibe las respuestas, realiza de nuevo el análisis estadístico y, además, organiza los argumentos dados por los expertos cuyas previsiones se salen de los márgenes intercuartiles. El cuestionario de la cuarta circulación va a contener el análisis estadístico y el resumen de los argumentos.

#### Cuarta circulación

Se solicita a los expertos que hagan nuevas previsiones, teniendo en cuenta las explicaciones dadas por los expertos. Se pide a todos los expertos que den su opinión en relación con las discrepancias que han surgido en el cuestionario. Cuando el moderador recibe los cuestionarios, realiza un nuevo análisis y sintetiza los argumentos utilizados por los expertos.

Teóricamente, ya habría terminado el Delphi, quedando tan sólo la elaboración de un informe en el que se indicarían las fechas calculadas a partir del análisis de las respuestas de los expertos y los comentarios realizados por los panelistas. Sin embargo, si no se hubiese llegado a un consenso, existiendo posturas muy distantes, el moderador debería confrontar los distintos argumentos para averiguar si se ha cometido algún error en el proceso.

#### Relación con otras herramientas:

El método Delphi se relaciona con: Gráfica de Pareto, Diagrama de Causa y Efecto, diagrama de afinidad, tormenta de ideas.

## 2.17 El Método del panel de Experto o Método del Coeficiente de Kendall

### DESCRIPCION:

Este método consiste en unificar los criterios de un grupo de especialistas con conocimientos de la problemática sometida a estudio, de manera que cada interrogante del panel vaya ponderado según el orden de importancia que cada cual entienda a criterio propio y así determinar la nomenclatura de las características o causas en cuestión. Para ello se requiere de un procedimiento matemático que se basa en la suma de la puntuación para cada característica que será:

$$\sum_{i=1}^m A_i \qquad \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m A_{ij}$$

Se halla el factor de concordancia (T) a través de la fórmula siguiente:

$$T = \frac{1}{K} \left( \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m A_{ij} \right)$$

Las características o causas se seleccionan mediante el criterio que plantea que serán seleccionados los índices que cumplan la siguiente condición:

$$\sum_{i=1}^m A_i \leq T$$

Además para recoger los índices según criterios gráficos y analíticos señalados anteriormente, debe cumplirse que:

$W \geq 0.5$ , lo que equivale a decir, que existe concordancia de criterios entre todos los miembros que conforman el panel de experto, por lo que el estudio realizado es confiable.

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

$$\Delta = \left( \sum_{i=1}^m A_i - T \right)$$
$$\Delta^2 = \sum_{i=1}^m (A_i - T)^2$$
$$W = \frac{12 \sum \Delta^2}{m^2 (k^3 - k)}$$

Donde:

$A_{ij}$ : Ponderación de la característica o causas  $i$ , según el experto  $j$ .

$K$ : Número de índices.

$m$ : Número de expertos.

$T$ : Factor de concordancia.

$W$ : Coeficiente de concordancia.

#### **Aplicación:**

Para priorizar las características o causas principales un problema de los cuales se derivan otros. Este es uno de los mejores métodos para cuando los expertos tienen la misma especialidad y se aplica siguiendo un proceso iterativo, de aproximaciones sucesivas.

De acuerdo con este método, se trata de perfeccionar el enfoque colectivo, mediante la crítica recíproca de las opiniones de los especialistas pero de forma aislada, sin contacto entre ellos y manteniendo el anonimato de las opiniones o argumentaciones al defender las ideas.

#### **¿Cómo se utiliza?**

1. Determinar un grupo de expertos por conocimiento o experiencia.
2. Realizar la votación de cada experto para priorizar las causas o características.
3. determinar las prioridades y el índice de concordancia.
4. enfocar el estudio hacia esas prioridades determinadas por el método de Kendall.

#### **Consejos para la construcción/ interpretación:**

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es la validación del conocimiento de los expertos para lograr una alta confiabilidad y concordancia del estudio.

Los expertos no deben de exceder de 13 y en un mínimo de 7 expertos

#### **Relación con otras herramientas:**

El método Kendall se relaciona con: Gráfica de Pareto, Diagrama de Causa y Efecto, Matriz de Planeación de Acciones, diagrama de afinidad, tormenta de ideas.

## **2.18. ENCUESTA.**

### **Descripción:**

Es un método de recogida de datos por medio de preguntas, cuyas respuestas se obtienen en forma escrita u oral, es decir, es un método que estudia determinados hechos o fenómenos por medio de lo que los sujetos expresan sobre ellos. Debe ser realizada solo cuando estén definidos claramente los objetivos para los que se elabora y las condiciones de su aplicación. **Ver tabla 1**

### **Ficha técnica de una encuesta.**

Determinación Universo: Elementos sobre los que se desea obtener información.

Tamaño de la muestra.

Unidad muestral: Unidad sobre la que se solicita información.

Ámbito: Lugar obtención de información

Fecha: DD/ MM/AA.

## **2.19 INSTRUMENTO SERVQUAL**

Los estudios formales de calidad del servicio tienen su inicio con los trabajos de Parasuraman, Zeithaml, Berry (1985), en los cuales se destaca que los servicios presentan una mayor problemática para su estudio, pues poseen tres características que los diferencian ampliamente de los productos: Intangibilidad, heterogeneidad e inseparabilidad. En función de lo anterior Parasuraman y Zeithaml

suponen que al cliente le es más fácil de evaluar la calidad del servicio que la calidad de los productos, la percepción de la calidad del servicio es el resultado de una comparación del cliente con el desempeño actual del servicio y Las evaluaciones del servicio no se hacen solamente a la entrega de éste, sino también en proceso de su realización.

Servqual es una técnica de investigación comercial que permite realizar una medición del nivel de calidad de cualquier empresa de servicios. Conocer qué expectativas tienen los clientes y cómo ellos aprecian el servicio; también posibilita segmentar el mercado, saber cuán preparados se está para satisfacer un segmento de mercado determinado y así buscar el posicionamiento de la entidad en su orientación hacia el mercado. Además, diagnostica de manera global el proceso de servicio objeto de estudio. Es un instrumento resumido de escala múltiple con un alto nivel de fiabilidad y validez, que las empresas pueden utilizar para comprender mejor las expectativas y percepciones que tienen los clientes respecto a un servicio. Suministra un esquema básico basado en formato de representación de las expectativas y percepciones que incluyen declaraciones para cada uno de los cinco criterios sobre la calidad del servicio (elementos tangibles, fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad, empatía). Cuando se considera necesario este esquema se puede adaptar o complementar para añadirles las características específicas que respondan a las necesidades de investigación de una empresa.

El modelo SERVQUAL parte de diez dimensiones o atributos aunque se reducen a cinco: tangibilidad, confiabilidad, capacidad de respuesta, competencia/profesionalismo, cortesía, credibilidad, seguridad, accesibilidad, comunicación, entendimiento del cliente.

**Tangibilidad:** apariencia de las instalaciones físicas, equipo, personal, materiales visuales e impresos.

**Confiabilidad:** habilidad del personal para realizar el servicio prometido de forma fiable y cuidadosa.

**Capacidad de respuesta:** disposición y voluntad para ayudar a los usuarios y proporcionar un servicio rápido.

**Competencia/profesionalismo:** conocimiento y habilidades mostradas para realizar el servicio.

**Cortesía:** atención, respeto, consideración y amabilidad del personal de contacto.

**Credibilidad:** veracidad, creencia, responsabilidad, honestidad del proveedor del servicio.

**Seguridad:** libre de peligro, riesgo o dudas.

**Accesibilidad:** acercamiento y fácil de contactar.

**Comunicación:** escuchar al cliente y entender sus comentarios. Mantener al cliente en un lenguaje que pueda entender.

**Entendimiento del cliente:** haciendo un esfuerzo para conocer al cliente y sus necesidades.

El modelo SERVQUAL cuenta con varias diferencias o Gaps para evaluar la calidad, las cuales originalmente eran cinco, pero dada la importancia que ha ido alcanzando el análisis de la satisfacción del cliente interno fue desarrollado por profesores de la Universidad de Matanzas (Quiza, Vigil y Valls), un cuestionario con el objetivo de medir la satisfacción del colectivo de trabajadores, que tiene en cuenta el salario, las condiciones laborales, la participación en la toma de decisiones, trato y relaciones, comunicación y liderazgo. El aporte consiste en dos nuevas diferencias, que son:

**Diferencia 6:** Compara las percepciones con las expectativas del cliente interno.

**Diferencia 7:** Compara la percepción de los directivos de las expectativas del cliente interno con las verdaderas expectativas de los trabajadores o subordinados

**Diferencia 1:** Discrepancia entre las expectativas de los clientes y las percepciones que tienen los directivos de dichas expectativas.

**Diferencia 2:** Discrepancia entre las percepciones de los directivos y las especificaciones o normas de calidad según las expectativas del cliente.

**Diferencia 3:** Analiza la correspondencia entre los estándares fijados y el nivel de prestación (se le hace al cliente interno en contacto con el cliente externo).

**Diferencia 4:** Discrepancia entre el servicio prometido y el servicio real prestado. Es la percepción que tiene el cliente interno de las falsas promesas, puesto es el que más cerca está del cliente externo.

**Diferencia 5:** Se basa en una encuesta que permite evaluar la calidad de servicio de forma objetiva, se le realiza a los clientes externos. Este cuestionario cuenta con 22 ítems distribuidos en los 5 atributos o dimensiones; que de manera general definen la calidad de cualquier proceso de servicios, se hace una encuesta inicial para medir expectativas y una final para obtener las percepciones. (Ver anexo # 16 análisis de las diferencias)

**Análisis de la Zona de Tolerancia**

Para cualquier atributo de servicio, las expectativas del cliente contienen un abanico de colores, no hay un nivel perfecto. Tienen un nivel ideal de expectativas, que es lo que se llama servicio Deseado, que es lo que esperan. La mayoría de los clientes son personas razonables y están dispuestos a ser flexibles, es decir, a tolerar, hasta cierto punto, deficiencias. Este punto es lo que se llama Servicio Adecuado, es el nivel mínimo aceptable para el cliente y justo entre el servicio Deseado y el Servicio Adecuado, se tiene la zona de tolerancia.

## 1.20 Diagrama de Afinidad (Affinity Diagram)

### Descripción:

Un Diagrama de Afinidad es una forma de organizar la información reunida en sesiones de Lluvia de Ideas. Está diseñado para reunir hechos, opiniones e ideas sobre áreas que se encuentran en un estado de desorganización. El Diagrama de Afinidad ayuda a agrupar aquellos elementos que están relacionados de forma natural. Como resultado, cada grupo se une alrededor de un tema o concepto clave. El uso de un Diagrama de Afinidad es un proceso creativo que produce consenso por medio de la clasificación que hace el equipo en vez de una discusión. El Diagrama fue creado por Kawakita Jiro y también es conocido como el método KJ.

### Aplicación:

Se debe utilizar un Diagrama de Afinidad cuando:

- El problema es complejo o difícil de entender.
- El problema parece estar desorganizado.
- El problema requiere de la participación y soporte de todo el equipo/grupo.
- Se quiere determinar los temas claves de un gran número de ideas y problemas.

### ¿Cómo se utiliza?

1. Armar el equipo correcto

El líder del equipo o el facilitador asignado es normalmente responsable por dirigir al equipo a través de todos los pasos para hacer el Diagrama de Afinidad.

2. Establecer el problema

El equipo o grupo deberá inicialmente determinar el problema a atender. Es de gran ayuda determinar el problema en la forma de una pregunta.

3. Hacer Lluvia de ideas/Reunir Datos

Los datos pueden reunirse en una sección tradicional de Lluvia de Ideas además de los datos reunidos por observación directa, entrevistas y otro material de referencia.

4. Transferir datos a notas Post It

Los datos reunidos son desglosados en frases independientes con un solo significado evidente y solo una frase registrada en un Post It.

5. Reunir los Post Its en grupos similares

Los Post It deberán colocarse en una pared o rotafolio de tal manera que todos los Post It puedan verse fácilmente. Luego, en silencio, los miembros del equipo agrupan los Post It en grupos similares. Los Post It que sean similares se consideran de “afinidad mutua.”

6. Crear una tarjeta de título para cada agrupación

Los Post It deberán leerse y revisarse una vez más con el fin de verificar si han sido agrupados de forma apropiada. Asignar un nombre a cada grupo de Post It por medio de una discusión en grupo. Este título deberá transmitir el significado de los Post It en muy pocas palabras. Este proceso se repite hasta que todos los grupos tengan un nombre. Cualquier Post It individual que no parezca encajar en ningún grupo puede incluirse en un grupo de “Misceláneos.”

7. Dibujar el Diagrama de Afinidad terminado, después que los grupos estén ordenados, se deben pegar los Post Its en una hoja de rotafolio. Las tarjetas de los títulos se deberán colocar en la parte superior del grupo.

8. Discusión, El equipo o grupo deberá discutir la relación de los grupos y sus elementos correspondientes con el problema. (Ver anexo # 17)

### Relación con otras herramientas:

Un Diagrama de Afinidad generalmente se relaciona con:

- Lluvia de Ideas

- Diagrama de interrelaciones
- Diagrama de Árbol
- Diagrama de Causa y Efecto

### 1.21 Diagrama de Interrelaciones (Interrelationship Digraph)

#### Descripción

Un Diagrama de Interrelaciones presenta las relaciones entre factores/problemas. Toma la idea principal o problema y presenta la conexión entre los ítems relacionados. Al utilizarlo se demuestra que cada ítem puede ser conectado con más de un ítem diferente a la vez. Permite el pensamiento multi-direccional.

#### Aplicación:

- Para comprender y aclarar las interrelaciones entre los diferentes puntos de un problema complejo.
- Para identificar puntos claves para mayor investigación

#### ¿Cómo se utiliza?

1. Reunir al equipo apropiado.
2. Determinar el problema o el asunto clave a solucionar.
3. Utilizar una herramienta de generación de ideas tal como la Lluvia de Ideas para producir ideas.
4. Reunir ideas o tarjetas o notas Post-it y colocarlas en la superficie de trabajo (generalmente dos hojas de rotafolio pegadas hacen una superficie ideal de trabajo) en un patrón circular. Marcar con una letra o número cada tarjeta/Post-it.
5. Buscar relaciones entre cada una y todas las ideas. Determinar qué otras tarjetas/ Post-Its están influenciadas por esta tarjeta. Dibujar flechas que salgan de la tarjeta/ Post-it que influyeran a otras tarjetas y flechas hacia las tarjetas que estén influenciadas por otras tarjetas.
6. Evitar las flechas de doble vía. Hacer una determinación en cuanto a qué ítem es una mayor influencia.
7. Debajo de cada tarjeta/ Post-it, totalizar todas las flechas que entran y salen de cada tarjeta. Luego se podrán identificar las causas/impulsos principales (flechas salientes con más frecuencia) y los efectos/ resultados claves (flechas entrantes con mas frecuencia).
8. Identificar las tarjetas/ Post-It que son causas o efectos mayores al utilizar casillas dobles o en negrilla.
9. Por consenso, identificar las tarjetas/ Post-It que sólo tienen pocas flechas hacia adentro o afuera pero todavía pueden ser un ítem o causa clave (ver anexo # 18 la caja rota del termostato en el ejemplo).

#### Consejos para la Construcción / Interpretación:

- Utilizar el sentido común al seleccionar los puntos a enfocar. Los puntos con totales muy cercanos deben ser revisados cuidadosamente pero al final, se trata de una apreciación, no una ciencia.
- “Las herramientas no solucionan los problemas, las personas sí.”

#### Relación con otras Herramientas:

Un Diagrama de Interrelaciones generalmente se relaciona con:

- Diagrama de Afinidad
- Diagrama de Causa y Efecto
- Diagrama de Árbol
- Cuadrícula de Selección
- Lluvia de Ideas

### 1.22 Mapa de Procesos

El mapa de procesos impulsa a la organización a poseer una visión más allá de sus límites geográficos y funcionales, mostrando cómo sus actividades están relacionadas con los clientes externos, proveedores y grupos de interés, dando la oportunidad de mejorar la coordinación entre los elementos claves.

Los mapas de proceso son de gran utilidad para el entendimiento rápido de los procesos que desarrolla una empresa.

Según Marrero (2003), Los Mapas de Procesos se pueden dividir en dos: los Mapas de Procesos Generales y los Específicos.

En el Mapa de Procesos general es aquel donde se reflejen todos los procesos que tienen lugar en las organizaciones clasificándolos en diferentes categorías. Zaratiegui (1999) propone clasificar los procesos en tres categorías: Procesos Estratégicos, Operativos u Operacionales y Procesos de Soporte. Zaratiegui propone además la representación de las interrelaciones que se establecen entre los procesos en un esquema que quedaría aproximadamente como el que aparece en (Anexo #19), Como se puede apreciar Zaratiegui representa fundamentalmente las relaciones que se establecen entre los procesos operativos pero no considera las relaciones que de hecho existen entre los procesos de las diferentes categorías así como entre los procesos de soporte. Una vez representados los procesos recomienda centrar la atención en los procesos operativos y dentro de una misma categoría establece procesos prioritarios y secundarios (son los que apoyan la realización de los prioritarios), aunque se le puede señalar que en los procesos secundarios muchas veces incluye acciones simples que no cumplen los requisitos para ser definidas como procesos.

### Conclusiones

1. Las herramientas para solución de problemas constituyen una valiosa dinámica de desarrollo y mejora de los procesos de las organizaciones por lo que el uso es de vital necesidad en las organizaciones modernas.
2. La fácil operatividad posibilita su uso en cualquier nivel de las organizaciones.

### Bibliografía

1. Amozarrain, M. (1999). La gestión por procesos. Editorial Mondragón Corporación Cooperativa, España.
2. Amozarrain, M.(2000).Instrumento para la Evaluación. [www.es/amosarrain/reder.htm](http://www.es/amosarrain/reder.htm)
3. Chase, R. et al (2003). Administración de producción y operaciones (8ªEd.) McGraw-Hill, México.
4. Christopher, Martín *et al.* (1994): *Marketing Relacional*, Díaz de Santos, Madrid.
5. CROSS, Kelvin F., *et al.* (1995): *Corporate Renaissance, the Art of Reengineering*,
6. El Método Delphi. [www.upaz.edu.uy/informes/delphi/metodo.htm](http://www.upaz.edu.uy/informes/delphi/metodo.htm)
7. Evans, R. y Lindsay, W. (2000). La Administración y Control de la Calidad (4ªEd.) Internacional Thomson Editores, México.
8. Gómez, L. (1991) Mejoramiento Continuo de Calidad y Productividad (1ª Ed.) Editorial Nuevos Tiempos, Venezuela.
9. Hammer, M. & Champy, J. (1993). Reengineering the corporation: A manifesto for business revolution. Harper Business, Nueva York.
10. Hernández Domínguez, J. y Socas Robayna, M.. Modelos de competencia para la resolución de problemas basados en los sistemas de representación de matemáticas. Seminario Nacional Sobre Lenguaje y Matemáticas.
11. Ishikawa, K. (1985): *Guía de control de calidad*, UNIPUB, Nueva York.
12. Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (1999). Cuadro de Mando Integral (The Balanced Scorecard) (3ª Ed.). Ediciones Gestión 2000, S.A., Barcelona.
13. Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (2001). Cómo utilizar el cuadro de mando integral. Ediciones Gestión 2000, S.A., Barcelona.



14. Kaplan, Robert S. y Norton, David P.(1997): *Cuadro de mando integral (The Balanced Score board)*, Gestión 2000,1997, Barcelona. Blasckwell Publishers, Cambridge, MA
15. Krajewski, L. J. & Ritzman, L. P. (2000). *Administración de Operaciones. Estrategia y análisis (5ª Ed.)*. Editorial Pearson Educación, México.
16. León Lefcovich, M *Estrategia Kaizen* <http://www.monografias.com>
17. López, C. (2002). *Benchmarking: Sin la integración del personal no hay cambio.* <http://www.gestiopolis.com>.
18. Mapas de Procesos, [www.bureauveritas.es/formacion/catalogo/tecnicas](http://www.bureauveritas.es/formacion/catalogo/tecnicas)
19. Ortega Cuenca, P et al (1997) *La resolución de problemas en las clases de matemáticas ilustrada: una red de problemas que prepara algunas situaciones típicas de cálculo*. VI Simposio Internacional en Educación Matemática, Elfriede Wenzel burger. Ciudad de México, México.
20. Rodino, Juan. (1999) *Hacia una Teoría de la Didáctica de la Matemática*. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. España..
21. Scholtes, Peter R. (1993): *The Team Handbook, 22th*, De. Joiner Ass. Inc. Madison USA.
22. Sitio web <http://robotiker.com>
23. Sitio web <http://www.calidad.org>
24. Sitio web <http://www.monografias.com>
25. Sitio web [www.femeval.es/Info.asp](http://www.femeval.es/Info.asp) *La Gestión por Procesos y la Satisfacción del Cliente en la Norma ISO 9001 del 2000*
26. Sitio web : <http://www.aiteco.com>
27. Stasiowski, Frank A. y BURNSTEIN, David (1994): *Total Quality Project Management for the Design Firm*. John Wiley & Sons, Nueva York.
28. Stoner, J. (1995). *Administración (5ª Ed.)*. McGraw-Hill, México,
29. Vázquez, R. M.(s.a.) *Benchmarking en el INFONAVIT* <http://www.monografias.com>
30. Zaratiegui, J. R. (1999). *La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa*. Economía Industrial, Vol. VI, No.330. España. pp.81-88.
31. Zaratiegui, J. R. (1999). *La gestión por procesos: Su papel e importancia.* [www.mcyt.es/asp/publicaciones/revista/num330/12jrza~1.pdf](http://www.mcyt.es/asp/publicaciones/revista/num330/12jrza~1.pdf)