



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ANÁLISIS DE APLICABILIDAD
DE DIFERENTES TÉCNICAS
DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A:

ASAEL GASPAR LÓPEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS



Primero quiero dar gracias a Dios por darme la oportunidad de culminar mis estudios, de tener el apoyo incondicional de mi Familia y por haber puesto en mi camino a tanta gente que me ha brindado su amistad.

Doy gracias a mis Padres por habernos dado el sostén económico y el ejemplo de perseverancia y las buenas costumbres que práctico día con día.

A mi hermano por su amistad, apoyo en la escuela y en la vida.

A todos los amigos que he encontrado a lo largo de mi vida y que de una forma han hecho que esto sea posible. Sus nombres están escritos en mi corazón ya que aquí no cabrían. A mis amigos de la Secundaría, a mis amigos del CCH, a mis amigos de la Universidad, a mis amigos del trabajo, a mis amigos del movimiento, a mis amigos del gimnasio, a mis amigos de la vida. Y a los conocidos también.

A los profesores que han colaborado en esta formación que he recibido, quedo infinitamente agradecido por haberme regalado el más preciado tesoro.

A Rosa Laura por brindarme su amor incondicional y creer en mí y en una promesa que pronto llegará. Te amo.

De problemas y soluciones

En la realidad, no existen los problemas; en el vacío, aislados, unidimensionales. Sino las situaciones problemáticas, compuestas de varios hechos (más que datos), consecuencia a su vez de una serie de causas. Y a su vez las soluciones son la eliminación de estas situaciones problemáticas. Por lo tanto la solución esta en función del grado de satisfacción que la persona tiene el problema.



Índice

Prologo

Agradecimientos

Comentario

Capítulo 1

Introducción	- - - - -	1
Objetivos	- - - - -	3
Justificación del tema	- - - - -	4

Capítulo 2

Clasificación de los problemas	- - - - -	5
Metodología de detección y clasificación de situaciones a resolver-	- - - - -	8
Correspondencia de los problemas	- - - - -	12

Capítulo 3

Método científico	- - - - -	13
Análisis	- - - - -	14
Tormenta de ideas	- - - - -	15
Análisis	- - - - -	16
Método de hacer preguntas	- - - - -	17
Análisis	- - - - -	18
Método Dephi	- - - - -	19
Análisis	- - - - -	20
Método de la empatía	- - - - -	20
Análisis	- - - - -	20
Método del pensamiento lateral	- - - - -	21
Seis sombreros	- - - - -	21
Palabras aleatorias	- - - - -	22
Hacer estratales	- - - - -	23
Pensar en el futuro	- - - - -	24
Reversión del problema	- - - - -	24
Alternativas	- - - - -	26
Análisis	- - - - -	26
Método análisis morfológico	- - - - -	27
Análisis	- - - - -	29
Método de la biónica	- - - - -	29
Análisis	- - - - -	31
Diagrama de flor de loto	- - - - -	31
Análisis	- - - - -	34



Ruta de calidad	- - - - -	34
Análisis	- - - - -	38
Círculos de calidad	- - - - -	38
Análisis	- - - - -	40
8 disciplinas globales	- - - - -	41
Análisis	- - - - -	42
Metodología TRIZ	- - - - -	43
Análisis	- - - - -	47
Seis sigma	- - - - -	48
Análisis	- - - - -	52
Metodología de distribución	- - - - -	53
Análisis	- - - - -	59
Capítulo 4		
Estrategia para la selección de una metodología	- - - - -	60
Problemas en general en una empresa	- - - - -	60
Problemas de equipo e infraestructura	- - - - -	60
Problemas de personal	- - - - -	61
Problemas económicos	- - - - -	63
Problemas de distribución de espacio	- - - - -	65
Accidentes	- - - - -	65
Problemas exteriores	- - - - -	65
Problemas de calidad	- - - - -	67
Ejemplos prácticos	- - - - -	68
Capítulo 5		
Conclusión	- - - - -	73
Bibliografía	- - - - -	74
Apéndice	- - - - -	76
Parámetros y principios de la metodología TRIZ	- - - - -	76
Principios para inventar o innovar de la metodología TRIZ	- - - - -	78
Matriz de contradicciones de la metodología TRIZ	- - - - -	80
Diagrama de Gant	- - - - -	86
Hoja de recogida de datos	- - - - -	88
Diagrama de Pareto	- - - - -	89
Histograma	- - - - -	90
Diagrama de causa y efecto	- - - - -	90
Diagrama de dispersión	- - - - -	91
Grafico de control	- - - - -	92
Diagrama de flujo	- - - - -	93
Programa de calidad 5's + 1 Conclusión	- - - - -	93



Prologo

La presente Tesis es el resultado de varios años de estudio y formación en la Facultad de Química, hacia el final de la carrera empecé a preguntarme el tema de mi tesis. Pregunté en varios lugares y con varios profesores, finalmente llegué con el profesor Alejandro Anaya Durand, quien me presento el tema de la solución de problemas en esos días yo estaba lleno de ellos. Y una tesis que me permitía conocer varias metodologías para resolver problemas, me pareció una buena idea. Sin embargo muchos de mis problemas, la mayoría académicos, hicieron que tardara en presentarla más de un año. Durante este tiempo recurrí a varias de las metodologías para resolver mis problemas. A continuación mencionare algunos de ellos.

Planteo esto por que creo que son síntomas que muchas personas padecen, no sólo en la escuela sino en la vida diaria, espero a alguien le sirva y tome conciencia de que los problemas no se resuelven solos y que la falta de planeación y administración de tiempo en algún proyecto o tarea a seguir conlleva a perdidas de tiempo, perdida de motivación, salidas falsas y vicios de tiempo perdido (TV, radio, libros, juegos, proyectos pequeños sin sentido, préstamo de ayuda a terceros, fiestas, descansos innecesarios, entre otros).

Adeudo de materias, está basado en el error de comenzar a resolver problemas cuando aún quedan problemas anteriores sin resolver, comencé a invertir tiempo en la presente Tesis, mientras que aún tenia dos materias sin pasar, esto me llevo a que el día que tenia que presentar estas materias yo estaba más preocupado por la tesis y no me prepare lo suficiente y no logré pasar una de ellas, lo cual degeneró en la espera de un semestre para volver a presentarla.

Tramites olvidados, no cabe duda que una parte importante de resolver problemas es la documentación, y una vez más no tomé conciencia de la cantidad de trámites que implica presentar una tesis, y dejé pasar el tiempo y cuando empecé a realizar dichos tramites vi que no es tan rápido y sencillo, y que hay tramites que pude haber realizado con tiempo.

Estos problemas no logré evitar que crecieran y me llevarán a una perdida de tiempo demasiado grande, lo que si hice fue resolverlos tarde pero los resolví. La materia que debía la prepare con ayuda de la profesora Claudia García Aranda a quien estoy muy agradecido por su tiempo prestado y la paciencia para explicarme todo un semestre en poco más de un mes. Y el problema de los trámites burocráticos lo resolví haciendo una lista de todo lo que tenía que hacer y poco a poco los fui realizando.

Con respecto a la tesis y las diferentes metodologías que revisé y analicé, me sirvió de mucho haber tenido bastante tiempo para revisar, corregir y aumentar el contenido. Estoy en deuda con mi asesor por haberme tenido paciencia y haber creído en mí, así como sus expertos consejos y aclaración de dudas a lo largo de la realización de la tesis. En el primer capítulo muestro una introducción acerca de la solución de problemas a lo largo del tiempo, una clasificación, así como una metodología propia para detectar los problemas. En el segundo capítulo hago un resumen de las metodologías que estudié así como un análisis de cada una de ellas. En el tercer capítulo muestro una forma de aplicación de varias de estas metodologías de acuerdo al tipo de problema que se puede presentar en una empresa.



Espero sea de utilidad el trabajo que he realizado para sociedad y en general para los ingenieros que están para resolver problemas. No me queda más que dar algunos consejos cuando se te presente un problema o varios a la vez ó ya tengas problemas y no sepas como resolverlos ó cuando no sabes que tienes problemas.

Un problema en si no existe, lo que existe son situaciones personales o sociales.

Las soluciones son el grado de satisfacción con respecto a las situaciones de un individuo o sociedad. La situación puede desaparecer, cambiar o sustituirse, en algunos casos es posible sacar provecho de estas situaciones.

Identifica cuales son los problemas que tienes, a continuación haz una lista de ellos en forma prioritaria¹, identifica que necesitas para resolverlos y si necesitas algún método o sólo tienes que empezar a resolverlo.

Los problemas no se resuelven solos. Puedes recibir ayuda pero no confíes mucho en ello, las persona tienen sus propios problemas.

Si ya tienes suficientes problemas no te ofrezcas a resolver problemas ajenos. Y si lo haces trata de poner prioridades a tus propios problemas.

Trabaja en tus problemas de forma ordenada, siguiendo paso a paso lo que tienes que hacer y no empieces otra cosa hasta que no estés satisfecho con el resultado de tu solución. Los descansos son necesarios y productivos, siempre y cuando no abuses de ellos evita actividades que cubran más tiempo que el determinado a descansar, el tiempo es tan fácil de perder y nunca se encuentra de nuevo.

Si la solución del problema esta fuera de tu alcance no pierdas tiempo tratando de resolverlo tú solo, pide ayuda o rectifica si en verdad vale la pena o si hay otras soluciones. Los problemas nunca presentan una sola solución.

En la industria un problema siempre esta asociado con el dinero, y la solución siempre implica un costo. La solución no puede ser más costosa que el problema.

Asael Gaspar López.

¹ Capítulo 2 metodologías de detección de problemas.



Introducción

Los inicios de la solución de problemas

La resolución de problemas (cuestiones) es una materia que a lo largo de la historia ha seguido al hombre, es la clave trascendental en su desarrollo, desde que el hombre fue conciente de su entorno aparecieron diferentes cuestiones una de las más trascendentales fue la supervivencia, esta cuestión más bien fue resuelta por instinto. Otra cuestión fue el entorno que los rodea, la cual se resolvió por observación y consecuencias azarosas como el descubrimiento del fuego, la identificación de alimentos y animales peligrosos. Una cuestión en particular fue la comunicación la cual se resolvió por constante perfeccionamiento, a partir de la comunicación surgió el intercambio de ideas y los problemas por primera vez fueron resueltos en forma grupal. Esto no garantizó una mejor solución de los problemas, ya que se asimila a una tormenta de ideas pero sin seguimiento y donde la mejor idea fue la propuesta por el que más grita. Esto generó las pruebas y los errores. Llegaron grandes ideas como el descubrimiento de la rueda, el plano inclinado la palanca, el uso de pieles, el descubrimiento de cómo hacer fuego, los utensilios y armas, entre otros. Todos ellos por la percepción y la imitación del entorno. Posteriormente la agricultura (que requirió de varias de las formas anteriores de solución de problemas), se llegó a una discusión trascendental en la que los clanes se dividieron en sedentarios y los que prefirieron seguir una vida nómada, cada una de estas genera un progreso diferente y por ello una nueva serie de cuestiones, por un lado la mejora de la agricultura y los nuevos hábitos sedentarios. Por otro lado el desarrollo de nuevas y mejores armas y problemas de migración.

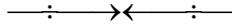
Las matemáticas en la solución de problemas

Las matemáticas que tienen como razón principal de su existencia la solución de problemas, iniciada por las primeras culturas (egipcios y babilonios) que tomaban para resolver meros problemas prácticos, que a su vez eran traducidos en fórmulas de las cuales se tomaban como dogma y no se cuestionaban sobre su lógica. En el siglo VI antes de Cristo, Pitágoras asimiló durante 20 años los principios conocidos desde La India hasta Inglaterra, y fundó la primera escuela de matemáticas en Crotona al sur de Italia, la Hermandad Pitagórica (aproximadamente 600 alumnos en los que se incluían hombres y mujeres), se solucionaban problemas mediante la aplicación de los números y las operaciones entre estos, se planteó el teorema de Pitágoras, la teoría de los números, descubrió la proporción numérica responsable de la armonía musical. Pitágoras descubrió por primera vez la base matemática que rige un proceso físico. Desde entonces los científicos, han buscado los principios matemáticos que gobiernan cada proceso físico. Con lo cual han logrado resolver una gran gama de problemas y han generado otros tantos.

La solución de estos problemas se basa en principios fundamentales que no requieren de demostración, axiomas, de los cuales se lleva a la solución de los primeros problemas que son los teoremas, los cuales tienen una única solución y que son demostrados a partir de pasos lógicos basándose en los axiomas, siendo la demostración el ente matemático que se ocupa de resolver problemas.



A partir de los teoremas, axiomas y demostraciones llegamos a la solución de problemas generando conceptos y definiciones que son soluciones generales a los problemas planteados, para la optimización de tiempo en la solución de problemas existen las formulas que sintetizan las ideas y definiciones mencionadas y llevan a un resultado rápido del problema, otra manera es la metodología que es la sucesión de pasos lógicos (ideas y formulas) que lleva a la solución de problemas específicos de forma clara y directa.





Objetivos

La presente tesis tiene dos objetivos generales, acotados a problemas de productividad en diferentes empresas de manera general.

- Se analizarán y vincularán las diferentes metodologías existentes a manera de guía para solucionar problemas.
- Lograr que la presente tesis sea una guía para seleccionar una metodología, para cada problema particular, así como dar una breve introducción sobre la metodología y que el lector pueda a partir de esta tesis comenzar a solucionar su problema.

Objetivos particulares

- ⊗ Se dará una introducción a la solución de problemas
- ⊗ Se hará una clasificación de los problemas
- ⊗ Se realizará una metodología para detección de problemas, que incluirá una breve guía para dar una solución inmediata al problema, para evitar que el problema crezca.
- ⊗ Se estudiarán las diferentes metodologías y se realizará un resumen de cada una en forma explícita de los pasos a seguir, el tiempo necesario, recursos.
- ⊗ Se analizará cada metodología de forma breve explicando su factibilidad principales problemas que se pueden resolver con cada metodología así como la vinculación que se pueda dar con las otras metodologías aquí tratadas.
- ⊗ Se hará una guía de los principales problemas existentes en una empresa y de las posibles metodologías que el lector puede aplicar de manera inmediata

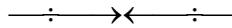




Justificación del tema

La tesis esta basada en uno de los principales problemas que a México y varias partes del mundo le atañen desde siempre. La mayoría de los problemas hoy en día se resuelven por métodos intuitivos y en ocasiones por costosas empresas que se dedican a dar soluciones, aún así no siempre se tienen los mejores resultados ya que cuando queremos resolver el problema no sabemos por donde empezar, que hacer, cual es la raíz del problema y empezamos a resolver los síntomas mas visibles y casi nunca buscamos el origen de estos problemas. En cambio las empresas constituidas, tienen la capacidad de llegar a la raíz del problema de buscar metodologías o efectuar sus procesos propios, esto tiene sus inconvenientes, como no saber como se resolvió el problema, tener costos elevados, o simplemente no plantear bien el problema y obtener soluciones inadecuadas.

Hoy en día se cuenta con varias y diversas metodologías para atacar un problema, algunas mas elaboradas, otras sencillas cuestionamientos y la presente tesis ayudará a que el lector pueda escoger alguna o hacer combinaciones, para poder adecuar la solución al problema particular.





Clasificación de problemas

Existen varias formas de clasificar un problema ya sea por la dificultad de que este presente, el tiempo de solución que requiere, la naturaleza del mismo, entre otras, aquí trataremos de clasificarlos primero de acuerdo al grado de complejidad que estos presenten.

Escala de complejidad de problemas 1 al 10 siendo los problemas de nivel 10 los más difíciles de resolver.

Nivel 1

Corresponde a problemas didácticos de solución conocida, a los que solo basta efectuar algunos cálculos matemáticos, en general cualquier persona esta habituada a resolver este tipo de problemas, el tiempo de solución de estos esta en función de la habilidad matemática de cada persona, en una película “ π el orden del caos” un tipo resuelve operaciones matemáticas de memoria mientras que una niña las verifica usando un calculadora, para fines prácticos cualquier método es correcto, sin embargo si se quiere resolver problemas más complejos es preciso ejercitar la mente y resolver estos problemas frecuentemente sin necesidad de calculadoras, pero también es útil tener habilidad para manejar este y otro tipo de maquinas que nos faciliten la solución de problemas.

Nivel 2

Corresponde a los problemas de situaciones, en las que además de proponer las matemáticas hay que buscar información para resolver el problema, el lote de producto terminado cuesta 20 dólares cuanto vale un cargamento de 25 lotes en pesos mexicanos, aquí el resultado esta en función de la conversión de peso a dólares la cual esta en constante cambio. Otro ejemplo sería calcular la transferencia de calor de un intercambiador de calor de ciertas dimensiones. Aquí además hay que buscar problemas iterativos de solución conocida, problemas que se estudian con fines didácticos la solución se conoce generalmente tienen varias soluciones y de acuerdo a ciertas especificaciones del problema una de ellas es mejor que las demás, se comparan los diferentes métodos de aproximación que existen en si métodos numéricos, tales como, Newton - Raspón, Jacobi, Gauss – Seidel, relajación.¹ se hacen varias suposiciones que en problemas reales no siempre se pueden obviar o excluir. También corresponde a aquellos en los que se deben realizar varios experimentos para corroborar estadísticamente la solución del problema en cuestión, muchas veces esta investigación requiere más tiempo del necesario debido a que no se sabe bien cual será el resultado o no se sigue un procedimiento lógico. Y se puede llegar a una conclusión errónea por no tener un método correcto o la precisión adecuada, estos pequeños detalles en la industria genera pérdidas por demás costosas para la empresa. Un proceso mal optimizado, un control de calidad inadecuado.

¹ Métodos numéricos, Consultar Bibliografía



Nivel 3

Corresponde a problemas iterativos de solución conocida pero no hay un camino a seguir o bien hay varios caminos, en general este tipo de problemas se resuelven por aproximación, en estos problemas se conoce bien lo que se quiere pero no hay una forma de llegar al resultado en un solo paso. De hecho puede requerir millones de cálculos, por ejemplo en matemáticas la solución a polinomio de grados muy altos ya es necesario buscar métodos que nos lleven a una aproximación buena en un tiempo razonable. Para estos problemas se puede diseñar un programa que realice las aproximaciones mediante métodos numéricos o algún sistema que mediante búsqueda encuentre una solución óptima.

Nivel 4

Problemas de proyecto suelen ser iterativos de solución desconocida (ya que hay muchas posibilidades) y de complejidad muy elevada, firmas de ingeniería con frecuencia se enfrentan a este tipo de problemas, en donde se tiene una meta específica y se desea llegar a ella ocupando la menor cantidad de recursos, tiempo, dinero y personal. Además se busca una solución óptima en cuanto a calidad, con frecuencia estos problemas son desglosados en problemas más pequeños y repartidos entre un grupo de trabajo, que involucra las diferentes ramas de la ingeniería. Frecuentemente no se sabe que metodología o procedimiento seguir, se aplican técnicas que minimizan en rango de búsqueda y se crean una serie de pruebas para optimizar la solución. Se trabaja contra tiempo estos problemas ya que una solución tardía implica mayor cantidad de recursos y menor ganancia. Ejemplo, diseño de un prototipo de avión, creación, implementación o reestructuración de un proceso, diseño de una presa.

Nivel 5

Problemas de inventiva y creatividad, son aquellos en los que ya se ha definido el problema, como una necesidad o una oportunidad de mejorar algo, ya sea en objeto (un automóvil) un proceso (proceso de enlatado) o una situación (desorden laboral), en todos estos casos se sabe muy bien que es lo que se necesita pero las ideas no llegan (aquí es donde entran varias de las metodologías a tratar). También pueden requerir soluciones inmediatas o se tiene un plan a futuro y se puede destinar cierto capital a la investigación.

Nivel 6

Problemas desconocidos, existe una serie de manifestaciones que hacen pensar que no todo va bien pero no se sabe cuál es el problema. Estos problemas surgen muy a menudo en plantas o empresas que ya están en operación y por diferentes razones no se le a podido dar mantenimiento o seguimiento a algunas situaciones que surgen, y con el tiempo generan situaciones mayores en las que se desconoce su origen y en ocasiones la gravedad del problema, lo primero en estos casos es detectar el origen del problema y los sectores afectados hasta el momento, así como la gravedad del problema. Se sugiere un sondeo por la empresa cada mes para verificar y antelar ciertas situaciones, a parte del mantenimiento. Los indicios de que existe un problema de este tipo son manifestaciones como: Las ventas han bajado con respecto al año pasado. Los empleados se muestran apáticos o de mal



humor, existe una serie de quejas de parte del cliente, ha surgido uno o más accidentes, los proveedores han cambiado sus sistemas (entrega, pago, distribución), hay rumores en la empresa.

Nivel 7

Problemas económicos, son todos aquellos que tienen que ver con el dinero, los podemos resumir en generar los mayores dividendos e invertir o gastar lo menos posible, si bien hay mucha diferencia en un gasto y una inversión también podemos decir que a fin de cuentas es dinero que sale del bolsillo y no se puede justificar una inversión que no se pueda solventar en cierto plazo. Se asemeja a los problemas iterativos ya que las posibilidades son ilimitadas con la diferencia que no se puede estar haciendo varias pruebas y más si cada prueba genera costos, y además podemos decir que los patrones que mueven las economías nunca son exactos y en ocasiones la precisión de los cálculos difiere mucho de lo real. Como premisa muchas veces es preferible un negocio que genere ganancias rápidas y con pocos riesgos a aquellos que generan grandes ganancias a largo plazo y con muchos riesgos.

Nivel 8

Se conocen todos los síntomas el problema está perfectamente detectado pero no hay precedentes de un problema parecido y no se sabe como resolverlo ni se tiene certeza de que exista una solución estos varían de gravedad de acuerdo a la persona o grupo. Por ejemplo el problema de enfermedades como el cáncer o el SIDA, problemas sociales como la pobreza, injusticia social, los prejuicios de la sociedad anterior actual y posterior, para algunos lo que no debería de ser también, lo es como el amor, la ira la venganza y otros conceptos abstractos, pero intrínsecos en la vida cotidiana.

Problemas de origen diverso

Son problemas que no se tratan de forma específica pero pueden entrar en cualquiera de los niveles anteriores, como son problemas de espacio, problemas de comunicación, problemas de tiempo, problemas con terceros. Entre otros.





Metodología de detección de situaciones a resolver

Comenzaremos por definir que un problema es más bien una situación, propia de la persona o personas involucradas, que se desea resolver. En la vida fuera de los libros y las teorías solo hay situaciones que se desean resolver. En la vida no hay problemas de $(12 \div 10) \cdot (20)$, en lugar de eso existen situaciones como la docena de huevos cuesta 10 pesos ¿Cuántos huevos puedo comprar con 20 pesos? La abstracción de las situaciones es lo que nosotros llamamos problemas y no necesariamente un problema es un problema para todos o ni siquiera se sabe realmente cual es el problema que se tiene, mucho menos cual es la solución o como afrontarlo.

Existencia de una situación

Para determinar un problema es preciso detectar la situación a la que se quiere dar solución, ya sea situación a mejorar, a eliminar o cambiar, el primer paso es saber si la situación que se quiere resolver es un problema o no, o si esa situación es parte de una situación mayor. En una analogía podemos decir que hay que llevar al paciente con el doctor y preguntarle que le duele. No necesariamente un estornudo es señal de gripa, pueden deberse a otro tipo de malestar. A continuación se muestran una serie de pasos para detectar una situación y que hacer cuando la situación se ha detectado.

Indicios de un problema

Aparición de efectos, en muchas ocasiones no sabemos que una situación esta por manifestarse o que se está manifestando. Las situaciones siempre existen por una corresponsabilidad de efectos y cuando uno o unos de estos se manifiestan o se vuelven intolerables al interesado, se expresa como un problema, pero la manifestación de los problemas no es el primer efecto algunas veces es consecuencia de efectos en cadena o de la repetición de un efecto o el cambio de perspectiva del efecto. Por ejemplo efectos en cadena: Analogía de la novela “ensayo sobre la ceguera” de José Saramago, una persona se queda ciega en medio del trafico, en esta situación solo la interpreta como problema la persona que se queda ciega, el automóvil del ciego no avanza esta situación ahora afecta a los vehículos cercanos, la ceguera es contagiosa afecta a las personas que han estado en contacto con el primer ciego, más gente empieza a quedarse ciega, ahora es ya problema de seguridad social. Y así consecutivamente lo que inicio con una persona ciega lo comenzó a contagiar a los demás, otro caso sería una fuga que en ocasiones no nos damos cuenta hasta que los efectos comienzan a crecer y se hacen visibles en muchas ocasiones los efectos son tan lentos e imperceptibles que por generaciones pasa desapercibida la situación. Hasta que punto se debe considerar un problema, es importante en la industria¹ revisar constantemente los recursos de la empresa (humanos, tecnológicos, y financieros), cuando una situación es indicio de perdidas o deterioro de los recursos de la empresa esta debe ser considerada como una situación a resolver, se convierte en problema.

¹ La revisión y prevención es una cultura que puede ser llevada a cualquier nivel y aplicada en cualquier situación



Hay un aviso directo o indirecto, esto es, alguien o algo manifiesta que hay una situación, (se está quemando la bodega, una maquina esta haciendo un ruido extraño, hay una necesidad de espacio, los clientes están pidiendo más del producto, Etc.)

Se busca una situación, una persona o personas, o maquina busca una situación (que hay en el fondo del mar, cuantos alumnos asisten a clase regularmente, cual es el nivel de aprendizaje en México, quien compra mis productos, etc.), la búsqueda de situaciones es originada por otras partiendo de una premisa y algo que se espera encontrar.

La situación ya se conoce, son problemas que ya están planteados y estudiados, y en ocasiones resueltos (El SIDA, la pobreza en el mundo, 2+2, la planta no puede producir más, la reacción de polimerización, entre otras) aquí cabe decir que además de conocerse la situación la solución también ya esta planteada en algún momento y sólo basta buscarla, estas son situaciones que o bien se ofrecen a los alumnos con fin didáctico o se presenta la situación y se sabe que ya hay soluciones. Pero también están las que se conoce la situación se sabe que se quiere resolver, pero no hay medios de resolverlo (dinero, tiempo, herramientas, personal, o simplemente la solución esta fuera de nuestro alcance¹).

Pronta solución

Cuando una situación se conoce, es primordial saber de cuanto tiempo se cuenta para dar una solución al problema o si requiere de una solución inmediata o peor aún el problema esta agravándose a cada instante y la solución debe ser lo más pronto posible y precisa.

Caso 1 el problema esta agravándose a cada instante y requiere una solución precisa, esto no quiere decir que se resuelva con lo primero que se nos ocurra². Los pasos a seguir son

Aplicar un sistema de paro³ deteniendo de forma parcial los efectos del problema, esto es para ganar tiempo y poder tomar una decisión más acertada y que resuelva el problema de raíz. (Se esta quemando la bodega, actuar según el plan de prevención de incendios. El precio del dólar esta subiendo a cada instante, se cambia las operaciones monetarias a una moneda de precio constante, hay una huelga y se pierde dinero cada día, acordar un arreglo con el sindicato de tal forma que se trabaje y se analice el descontento, etc.).

Caso 2 toma de decisiones inmediata, aquí se requiere de una análisis mental inmediato de la situación y posibles consecuencias. Se toma la mejor decisión basado sen la experiencia si se duda de la solución es mejor pedir ayuda, que agravar la situación. (El cliente quiere saber si el precio de una cotización será respetado por 6 meses, se ha derramado ácido sulfúrico sobre el piso, hay intrusos en la planta) la posibles soluciones son no el precio está en función de el precio del petróleo o respetamos el precio pero el transporte del producto corre por cuenta del cliente. Sonar la alarma de incendio, llamar a la policía. Todos estos casos dependen de la situación, el lugar la experiencia que se tenga en ciertas situaciones, en caso contrario al igual que el caso 1, lo primero es ganar tiempo y poder encontrar una

1 No todos los problemas nos corresponden o nos corresponden en parte, cuando se tenga una situación es prudente saber si la solución es de nuestro interés. Discutible.

2 Se puede hacer de esta forma pero, solo es recomendable para personas que ya están familiarizadas con problemas parecidos.

3 Se recomienda siempre tener sistemas de prevención en casos de...



solución adecuada. Eso lo tengo que consultar con mi superior (precio fijo). Aislar la zona del derrame mientras llegan los expertos. En caso necesario estar fuera del alcance de los intrusos mientras llega la policía.

Caso 3 hay tiempo disponible, lo primero es saber cuanto tiempo y seguir una metodología de solución de problemas. Si la situación lo requiere, elaborar un informe del avance del problema o incluso una minuta de la situación, contactar al personal que será necesario, hacer una simulación del problema, atacarlo de varias maneras. De esto se vera en los siguientes capítulos.

Grados de libertad de un problema

Dentro de la industria y muchos lugares más existe una forma de saber de antemano como y que podemos cambiar para obtener mejores resultados, esto es los grados de libertad de un sistema, por ejemplo si queremos cambiar un sistema y sus grados de libertad son negativos, tal como esta no podemos hacer ningún cambio, más bien hay que rediseñar el sistema a manera de que tengamos más ecuaciones que variables.

“En el diseño de procesos para la separación física de componentes por mecanismos en los que intervienen transferencias de calor y materia, la primera etapa consiste generalmente en la especificación de las condiciones del proceso o variables independientes”¹. En un proceso fisico se refiere a la cantidad de variables que intervienen en un proceso especifico, como: temperatura, presión, viscosidad, componentes, flujo, Etc. Y se emplea la siguiente ecuación.

$$NGL = NV - Nec$$

Donde NGL son los grados de libertad, NV las variables del proceso y Nec las ecuaciones de las que disponemos para resolver las variables. Es indispensable saber cuales son las variables que afectan el proceso o bien cuales son las que queremos cambiar, haciendo el problema tan preciso y elaborado ó sencillo y con una precisión suficiente.

Ejemplo una separación súbita (tipo flash) de una mezcla multicomponente en un tanque que tiene como producto dos fases de equilibrio fisico, sin reacción.

Definición de variables

Flujo molares: F, V, L

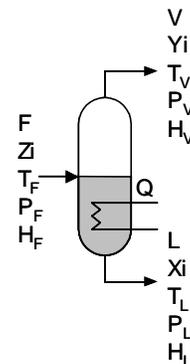
Fracciones molares del componente i: Zi, Yi, Xi, i = 1, 2,... C componentes

Temperaturas: TF, TV, TL

Presiones: PF, PV, PL

Calor: Q

Entalpías: HF, HV, HL



¹ [Kwauk, Mooson (1956) AIChE J., 2, 240-248]



Ecuaciones de equilibrio físico, conservación de masa y energía

$$F = V + L \quad (1 \text{ Ec}) \quad \text{total} = \text{Nec} = 2C + 6$$

$$F Z_i = V Y_i + L X_i \quad (C-1 \text{ Ec})$$

$i = 1, 2, \dots, C$ componentes

$$F H_F + Q = V H_V + L H_L \quad (1 \text{ Ec})$$

$$Y_i = K_i X_i \quad (C \text{ Ec})$$

$$T_V = T_L \quad (1 \text{ Ec})$$

$$P_V = P_L \quad (1 \text{ Ec})$$

Listado de conjunto de variables	total = NV = 3C + 10
F V L 3	
Z _i Y _i X _i 3C	
TF TV TL 3	
PF PV PL 3	
Q	NGL = (3C + 10) – (2C + 6)
	NGL = C + 4

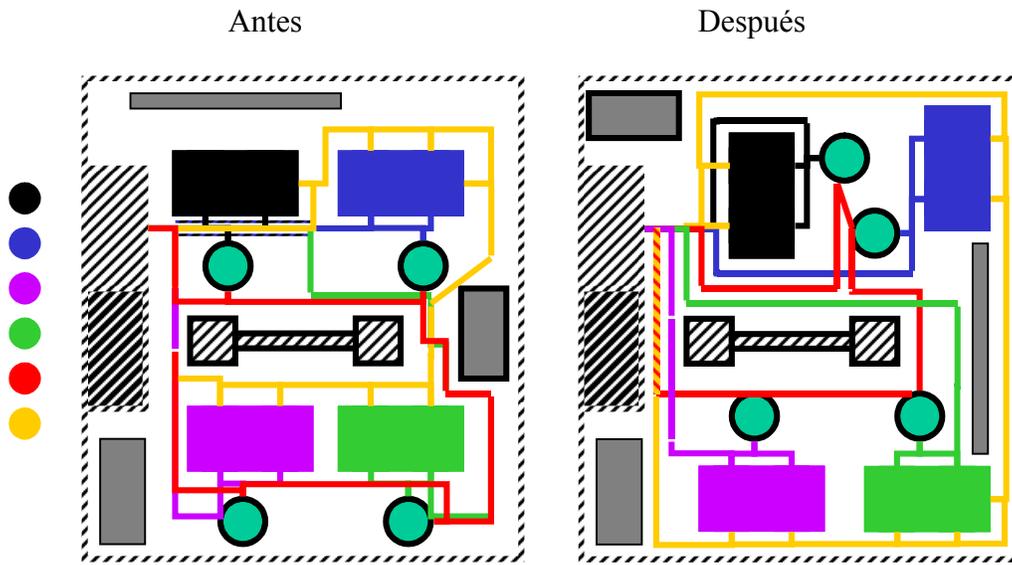
Esto nos dice que las variables que podemos cambiar en el sistema son $C + 4$ y para un flash isotérmico, se especifican como: $C = F, Z_1, Z_2, \dots, Z_{C-1}; TF; PF; TV$ ó TL y PV ó PL .

El número de grados de libertad puede ser aplicado a cualquier problema si sabemos definir las variables y planteamos ecuaciones acordes a las variables definidas.

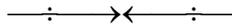
Ejemplo, una empresa tiene un problema de tráfico de personal, hay muy poco espacio entre los trabajadores y esto ha originado descontentos, algunos accidentes y una baja en la productividad de la empresa. Usando los grados de libertad seguiremos los siguientes pasos, definición de las variables, definición de las soluciones como ecuaciones y especificaciones de las variables libres.

Los grados de libertad están en función del objetivo, por ejemplo aquí el objetivo es un tránsito de personal óptimo, siendo los grados de libertad el espacio libre, las variables que entran en juego son el personal, las trayectorias que siguen el personal dentro de la empresa, la posición del inmueble (el equipo fijo no entra en las variables).

Las ecuaciones serían, los tipos de arreglos que se pueden hacer moviendo equipo, diseñando trayectorias para evitar cruzarse. Una forma práctica de utilizar los grados de libertad es realizar modelos a escala en computadora o en papel, de las dimensiones del inmueble y las trayectorias que sigue cada persona.



Aquí podemos ver una forma de utilizar los grados de libertad ya sea en un problema de diseño o en un problema de espacio el punto es saber encontrar las variables y las formas en que podemos resolver dicho problema.



Correspondencia de problemas

Determinar si está al alcance la solución, no todos los problemas los podemos resolver ya sea porque no tenemos el conocimiento, el tiempo, las herramientas o la ayuda. Es estos casos se debe saber a quien dirigir la responsabilidad, a quien pedir ayuda o a quien delegar el problema. (El incendio a crecido y no solo son una cajas también se esta quemando el inmueble y extintor ya no es suficiente, es hora de llamar a los bomberos. En cambio de moneda para la operaciones es preciso consultar a un experto en la materia, hay un desperfecto en el sistema y no tengo tiempo de revisar todas las computadoras para eso llamo un especialista que se encargue del problema) Cuando de inicio se pretende parar el problema, también alternativamente hay que estar pensando en que se va a hacer cuando se haya detenido o si no se detienen los efectos, no esperar a ver que pasa, cuando se está en problemas contra tiempo, constantemente se están pensando alternativas hasta que hay el tiempo suficiente para poder aplicar alguna metodología de solución de problemas. Se verá en los siguientes capítulos varias alternativas de metodologías a seguir y en que casos es pertinente usar cada una las ventajas y desventajas.

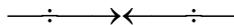




Análisis de las técnicas para la solución de problemas

Existen varias metodologías de análisis y solución de problemas, algunas más exitosas o más de moda que otras, algunas con más herramientas que otras o con una forma más estructurada de realizarse (se refiere a los pasos intermedios de cada una de sus etapas).

A continuación se hará una síntesis de estas metodologías así como sus principales características. Y posterior análisis de aplicabilidad.



Método científico

En el método científico se conjugan la inducción y la deducción; es decir, se da el pensamiento reflexivo. En el proceso de pensar reflexivo se dan cinco etapas para resolver un problema.

- Percepción de una dificultad: El individuo encuentra algún problema que le preocupa y se halla sin medios para llegar al fin deseado, con dificultad para determinar el carácter de un objeto o no puede explicar un acontecimiento inesperado. En esta etapa el individuo debe elegir un tema de investigación. El individuo debe considerar los siguientes factores.
 - Debe presentar interés y agrado por el tema a tratar.
 - Se debe tener la capacidad para desarrollarlo.
 - Se debe contar con tiempo necesario para realizar el proyecto.
 - Verificar si se cuenta con los recursos necesarios como materiales, equipo, equipo para procesar datos, encuestadores, investigadores, viajes, Etc.
 - Relaciones varias, como bibliografía acceso a instituciones privadas, acceso a archivos privados, quienes colaboran y en que condiciones.
 - Verificar la utilidad del proyecto, en caso de una empresa carácter económico, en caso de una institución carácter educativo, ampliación del conocimiento y de formación.
 - Buscar la originalidad, del tema, enfoque o aplicabilidad que se de al proyecto.
- Identificación y definición de la dificultad: El individuo efectúa observaciones que le permiten definir su dificultad con mayor precisión. A partir de estas observaciones se plantean los objetivos, se delimita el problema y se plantea el problema.
 - Objetivos: El objetivo debe contener lo que se pretende lograr en forma clara y concisa. Objetivo general, lo que se pretende realizar con la investigación; Objetivos específicos, indican lo que se pretende realizar encada una de las etapas de la investigación¹.

¹ deben ser tomado en cuenta para verificación del avance del proyecto. Por ejemplo un diagrama de Gant.



- Delimitación del problema, unido a este paso tenemos la justificación. Se comienza por ver si el tema es de tipo exploratorio, descriptivo, predictivo o experimental. Esta basado en los recursos y tiempo disponibles.
 - Planteamiento del problema, todo problema aparece a raíz de una dificultad, que se origina a partir de una necesidad, en la cual aparecen dificultades sin resolver.¹ Todo problema debe llevar un título que exprese de forma clara y precisa el problema. Para plantear el problema antes se debe describir en torno a la realidad, presentar lo elementos del problema en base a la naturaleza y dimensiones del mismo. Finalmente la formulación que cuenta de un marco teórico y los antecedentes del problema. se forma un cuerpo lógico que estructure el problema tomando en cuenta todos los detalles.
- Soluciones propuestas para el problema: Hipótesis. A partir del estudio de hechos, el individuo formula conjeturas acerca de las posibles soluciones del problema; esto es, formula una o varias hipótesis. Tales hipótesis deben establecer las variables a estudiar, establecer relaciones entre variables, estar basadas en hechos ya probados, existen varios tipos de hipótesis de acuerdo a cada tratadista y tema estudiado. Si bien la hipótesis no siempre es verdadera debe marcar una guía para el esclarecimiento del problema.
 - Deducción de las consecuencias de las soluciones propuestas: El individuo llega a la conclusión que si cada hipótesis es verdadera, le seguirán ciertas consecuencias.
 - Verificación de las hipótesis mediante la acción: El individuo pone a prueba cada una de las hipótesis, buscando hechos observables que permitan confirmar si las consecuencias que deberían seguir se producen o no. Con este procedimiento puede determinar cual de las hipótesis concuerda con los hechos observables y así hallar la solución más confiable para su problema.

Análisis del método científico

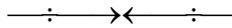
Según Ander Egg en su libro, introducción a las técnicas de investigación social, el método científico; es fáctico, tiene una referencia empírica; trasciende los hechos, va más allá de la experiencia; es auto correctivo ya que va rechazando y ajustando las conclusiones hipotéticas no tomándolas como infalibles y finales; es objetivo, evita la distorsión de los hechos por el investigador y se concreta a el tratamiento basado en leyes y axiomas.

Tiene un tiempo de ejecución generalmente alto ya que va ligado a los problemas de investigación de temas nuevos, más sin embargo los resultados van siendo concretos y perfeccionados conforme avanza el proyecto, pudiendo ser analizados en todo momento, además de que los resultados son comprobables y reproducibles. Tiene sus limitaciones en la toma de decisiones pronta ya que solo puede formular hipótesis del problema en cuestión y siempre debe de comprobarlas antes de efectuar un veredicto final. Fácil adaptación de

¹ Arias Galicia, Fernando, introducción al a técnica de investigación en ciencias de la administración y del comportamiento, Ed Trillas, México, Pág. 39



otras técnicas en su formato. Por ejemplo en la formulación de hipótesis puede aplicarse la metodología de tormenta de ideas ó alguna otra.



Método de tormenta de ideas

Metodología diseñada por Alex Osborn en 1954, es útil para atacar problemas específicos, la cual se basa en generar un banco de respuestas a un problema específico, a partir de un grupo de personas, y discriminar hasta encontrar la mejor. Siendo las reglas.

- Tratar las ideas de forma objetiva sin ninguna crítica, dejando la evaluación para después.
- Pensar libremente sin ninguna censura hacia nuestras ideas, dejar que la información se procese sola y expresar lo primero que viene a la mente.
- Generar una gran cantidad de respuestas en un tiempo corto, parece que las ideas obvias, habituales, gastadas, impracticables vienen primero a la mente, de forma que es probable que las primeras 20 o 25 ideas no sean frescas ni creativas, cuanto más larga sea la lista, más habrá que escoger, adaptar o combinar.
- Se deben combinar las ideas propuestas por otros integrantes de manera que se replanteen o surjan nuevas ideas a partir de ideas ya planteadas con anterioridad.

Procedimiento

- Se escoge un secretario, que lleve nota de todas las ideas de preferencia en una pizarra y un moderador que evite que el caos sea total, viendo que se sigan las reglas específicas.
- Mantener un ambiente relajado y alegre, antes de iniciar se puede hacer un ejercicio de calentamiento, por ejemplo resolver como sacar a un perro enojado.
- Limitar la sesión a unos 20 minutos.
- Pasar en limpio la sesión y sacar copias.
- Al día siguiente o dejando pasar un tiempo razonable (un cafecito) se evalúan las ideas y se comienza a descartar las no realizables (no necesariamente las ideas locas).
- Se analiza cual sería la mejor opción y cuales se pueden desarrollar en otra ocasión o se ejecutan a largo plazo.

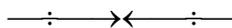
Esta metodología ha sido probada de muchas maneras y para una gran variedad de casos específicos. Siendo el resultado una gran gama de posibilidades. Por ejemplo las siguientes variantes.



- Stop and Go brainstorming:
Se realiza la sesión siguiendo las reglas pero recogiendo las ideas cada 5 minutos y descansando otros 5 minutos se vuelve a generar un banco de ideas y así repitiendo los pasos hasta quedar en común acuerdo.
- Tormenta de ideas secuencial:
Es el mismo esquema pero el moderador pide a un participante que exponga sus ideas y luego con otro y otro, y volviendo a empezar hasta agotar el tiempo.
- Tormenta de ideas individual:
Utilizando los mismos lineamientos pero en forma individual, llegando a recoger mas ideas pero la combinación de estas generalmente es pobre. Sin embargo una tormenta de ideas en una situación crítica es muy útil y puede apoyarse en los acontecimientos que estén sucediendo, agudizando los sentidos visuales y auditivo.
- Método phillips 66:
Una variante para grandes grupos de participantes, se dividen en pequeños grupos de 6 y durante 6 minutos para generar ideas y después se comparten con el resto del grupo se repite el periodo de 6 minutos para combinar las ideas. Y aquí si es recomendable evaluar al día siguiente ya que la cantidad de ideas generada puede ser muy grande, cada equipo de trabajo evalúa las propuestas y da sus resultados al día siguiente poniéndose de acuerdo los representantes de cada grupo.
- Tormenta de ideas anónima:
Generalmente esta variante se hace con fichas para cada participante, pero bien se puede hacer, publicando el problema y recogiendo respuestas en urnas y crear un grupo evaluador.
- Entre otros como:
El método – SIL, el método 635, bloc de notas colectivo ó brainwriting¹.

Análisis del método tormenta de ideas

Alex Osborn menciona. El Brainstorming es útil para atacar problemas específicos (más que los generales) y allí donde hace falta una colección de ideas buenas, nuevas y frescas. Carente de formato para realizar las soluciones, más bien es una técnica para generar ideas y despertar la imaginación ya que omite los pasos a seguir cuando la idea ha surgido, esta limitada a la capacidad de los participantes no pudiendo solucionar problemas complejos o fuera del alcance de lo que los participantes conocen. Es una metodología que bien puede ser combinada con otras que contengan más formato, de hecho en la parte de generación de ideas lleva la vanguardia y puede complementar cualquier otro método.



¹ Inventada por Horst Geschka en el Batelle institute



El método de hacer preguntas

Este método en si es uno de los más básicos que no necesita experiencia de ningún tipo, incluso encontramos a mayor número de usuarios en los niños, cabe decir que el método requiere forzosamente del conocimiento de lo que se esta preguntando.

Método de las seis preguntas, por Chic Thompson

Chic nos plantea que para llegar a la raíz de un problema es necesario preguntar ¿Por qué? Cinco veces y aquí viene a la mente el recuerdo de un chiquillo con su paleta en mano preguntando ¿Por qué?, ¿Por qué?, ¿Por qué?, ¿Por qué?, ... sin embargo es una forma muy sana de saber el porque, esta sucediendo algo, de raíz. Ejemplo

- ¿Por qué se paró la máquina? Se quemó un fusible por una sobrecarga.
- ¿Por qué hubo, una sobre carga? No había suficiente lubricación en los vedamientos.
- ¿Por qué no había suficiente lubricación? La bomba no estaba bombeando lo suficiente.
- ¿Por qué no se estaba bombeando suficiente lubricante? El eje de la bomba estaba vibrando como resultado de la abrasión.
- ¿Por qué había abrasión? No había filtro, lo que permitía el paso de partículas a la bomba.
- La instalación de un filtro resolvió el problema.

El Qué de Alex Osborn

Planteo las siguientes preguntas en la solución de problemas:

- ¿Qué adaptar?
- ¿Qué modificar?
- ¿Qué sustituir?
- ¿Qué agrandar/aumentar?
- ¿Qué minimizar/eliminar?
- ¿Qué reestructurar?
- ¿Qué reversar/invertir?



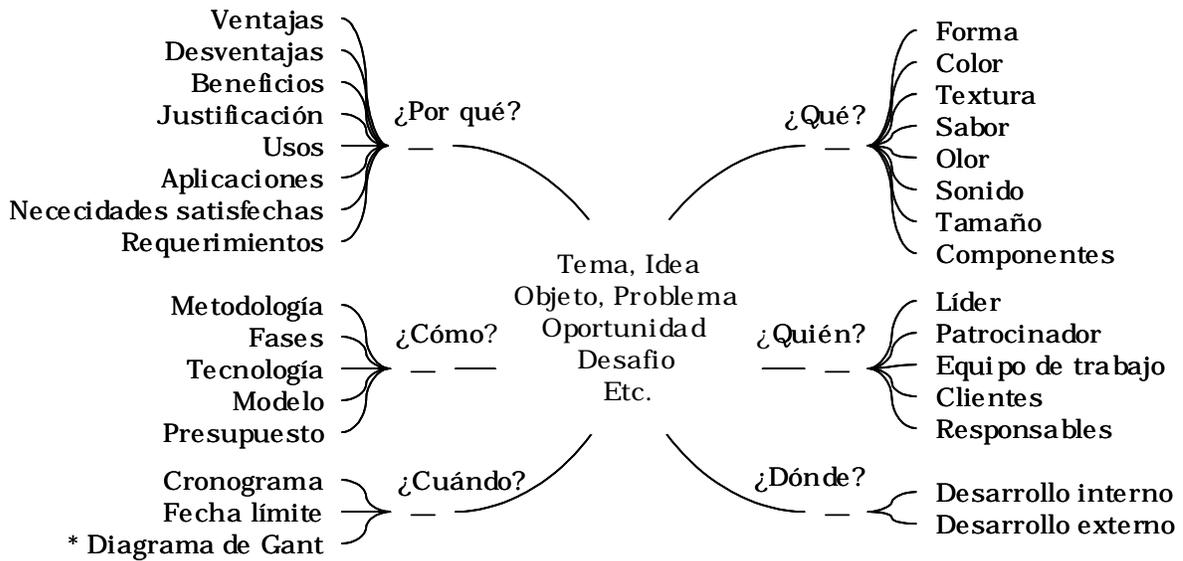
- ¿Qué combinar?

Las seis preguntas universales

Seis honrados servidores me enseñaron cuanto sé, sus nombres son cómo, cuándo, dónde, qué, quién y por qué.

Rudyard Kipling

En el Dibujo 3.1 se muestra un mapa mental de estas preguntas que en esencia cuestionan cualquier situación.



* El diagrama de Gant se muestra en el apéndice

Dibujo 3.1 mapa mental de las seis preguntas

Análisis del método de hacer preguntas

Método que empieza con: el ¿qué?, ¿qué esta pasando? (definición del problema); ¿por qué esta pasando? (aplicando las cinco preguntas); ¿cómo lo voy a resolver?, esta es la parte crucial en donde podemos implantar las otras metodologías como la propuesta por Alex o bien delegar el problema; ¿quién? decisión sobre quien o quienes lo realizarán; ¿cuándo?, surge con la premisa de que existe tiempo para planear y poner una fecha; ¿dónde?, lugar en que se llevará a cavo. Metodología aplicable a problemas preferentemente complejos, solo marca la pauta de lo que se deber hacer y en que orden el resto queda a merced de quien lo realiza y las capacidades que tenga para enfrentar dicha situación. Fácilmente adaptable con otras metodologías.





Método Delphi

Esta técnica fue desarrollada en la corporación RAND en los años 50 como una forma de recoger la opinión de un grupo de expertos para hacer predicciones sobre el daño potencial de un ataque con bombas atómicas. Además de ser útil para la predicción tecnológica, también lo es para aflorar y juzgar componentes de temas confusos. La mayor contrapartida de los formularios de Delphi es la elevada carga administrativa, pero el método ha sido incorporado con éxito en algunos sistemas informatizados de resolución de problemas.

Se compone de entre 2 y 5 cuestionarios sucesivos a un grupo de entre 15 y 25 personas (a veces hasta a 100) escogidos bien como expertos en el tema objeto de la investigación (si el objetivo del ejercicio es recoger la opinión de expertos sobre un tema) o bien como personas directamente implicadas en algún tema.

Típicamente, funciona así:

- Se nombra el grupo, se puede incentivar para aceptar el considerable compromiso que implica participar.
- Se desarrolla, envía y recibe el cuestionario inicial. Las respuestas son en forma de una lista de frases separadas o párrafos cortos, más que texto continuo.
- Se desarrolla, envía y recibe el segundo cuestionario. Éste se crea a la luz de las respuestas al primero. Una forma de hacerlo sería:
 - Pegar todas las respuestas al primer cuestionario en una única lista anónima (usando los textos originales de forma que los participantes reconozcan sus propias contribuciones).
 - Pedir a los encuestados que: (a) añadan cualquier elemento que les sugiera la lista combinada, y (b) que puntúen cada uno de los elementos (por ejemplo, en una escala de cinco puntos de importancia, prioridad, factibilidad, relevancia, validez).
- Un Delphi breve podría acabar en este punto, pero uno más extenso podría continuar más rondas.
- Ya que los miembros del grupo han sido escogidos por sus conocimientos y/o implicación directa, seguramente tendrán bastante interés en el resultado por lo que, normalmente, a cada uno se le envía un informe resumen y una carta de agradecimiento al final del proyecto.

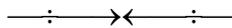
Cuando se utiliza el método Delphi para tratar un problema único y bien definido, tal como su uso original de estimar los niveles de daño de una guerra nuclear, el resultado se puede resumir fácilmente. Pero cuando se usa para aflorar y priorizar preocupaciones, el resultado puede ser bastante extenso. Un grupo de 20 miembros puede generar fácilmente de 15 a 20



asuntos cada uno, puede que 200 o 300 elementos diferentes, por lo que, puede ser necesario algún tipo de análisis convergente post-Delphi.

Análisis del método Delphi

Esta técnica fue diseñada para problemas que tengan un fin común a los participantes cabe destacar que son problemas complejos, que deben ser resueltos por personas muy preparadas en el tema y con experiencia suficiente, puede llegar a ser costosa en cuanto a honorarios (si los participantes no tienen algún interés en el tema). Pero se tiene una solución más específica, puede llegar a ser la solución ideal ya que las ventajas y desventajas han sido analizadas por los expertos, puntualizando incluso como debe llevarse a cabo dicha solución con que, quien, donde y cuando. Poco adaptable con otras metodologías ya que el grueso de las ideas lo realizan los expertos en el tema.



Método de la empatía

La empatía (Del griego *εμπάθεια*, que significa simpatizar, sentir en común) describe la capacidad de una persona de vivenciar la manera en que siente otra persona y de compartir sus sentimientos, lo cual puede llevar a una mejor comprensión de su comportamiento o de su forma de tomar decisiones. Es la habilidad para entender las necesidades, sentimientos y problemas de los demás, poniéndose en su lugar, y responder correctamente a sus reacciones emocionales.

Esta técnica consiste en ponerse en lugar del otro, implicado en el problema, considerar la situación desde su punto de vista, o bien, si hay varios, representar una escena que reúna los diferentes personajes implicados en el problema.

Es una de las raras técnicas que puede hacer aparecer una solución – con clara conciencia del Eureka¹ – en algunos minutos. Otras técnicas producen mucho material y a menudo hay que esperar a su convergencia para ver aparecer una de las ideas como una posible respuesta al problema planteado.

Una cierta dosis de imaginación es necesaria para inventar la escena que deberán representar los protagonistas. El tiempo de preparación no es tiempo perdido.

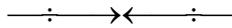
Análisis del método de la empatía

Esta técnica más que método va ligado a fomentar la creatividad del individuo siendo los límites de la técnica los mismos que los de los participantes y la solución de problemas específicos y concretos, careciendo de forma estructurada, puede ser un buen complemento para otros métodos. Carece de estructuración lógica y el éxito que se obtiene está ligado al problema que se pretende solucionar. Muy eficaz en problemas cotidianos que no requieren

¹ Eureka palabra utilizada por Arquímedes, indica la realización de un descubrimiento.
ciencianet.com/eureka.html



grandes soluciones. Además como señala Daniel Goleman¹ esta ligada a conocimientos sobre inteligencia emocional.



Método del pensamiento lateral

Edward de Bono² escribió en "Serious Creativity", cómo llegó a estar él interesado en un tipo de pensamiento que los computadores no pueden realizar: pensamiento creativo y perceptivo. La definición en el Consiste Oxford Dictionary dice: "buscar la solución de un problema mediante métodos no ortodoxos o aparentemente ilógicos".

El pensamiento lateral tiene que ver con moverse a los lados al resolver un problema para ensayar diferentes percepciones, diferentes conceptos y diferentes puntos de vista. El término cubre una variedad de métodos incluidas provocaciones que nos llevan fuera de nuestra línea cotidiana de pensamiento. El pensamiento lateral se consigue cortando al través patrones en un sistema auto-organizado y tiene mucho que ver con la percepción.

Al igual que otros métodos este también tiene algunas variantes por ejemplo:

Los Seis Sombreros del Pensamiento

Hay seis sombreros metafóricos y el participante puede ponerse y quitarse estos sombreros para indicar el tipo de pensamiento que está utilizando. La acción de ponerse y quitarse el sombrero es esencial. Los sombreros nunca deben ser utilizados para categorizar a los individuos, aunque su comportamiento parezca inducirnos a hacerlo. Cuando se realiza en grupo, todos los participantes deben utilizar el mismo sombrero al mismo tiempo.

- Pensamiento con el Sombrero Blanco. Este tiene que ver con hechos, cifras, necesidades y ausencias de información. Dejemos los argumentos y propuestas y miremos los datos y las cifras.
- Pensamiento con el Sombrero Rojo. Este tiene que ver con intuición, sentimientos y emociones. El sombrero rojo le permite al participante exponer una intuición sin tener que justificarla. El sombrero rojo autoriza plenamente al participante para que exponga sus sentimientos sobre el asunto sin tener que justificarlo o explicarlo.
- Pensamiento con el Sombrero Negro. Este es el sombrero del juicio y la cautela. El sombrero negro se utiliza para señalar por qué una sugerencia no encaja en los hechos, la experiencia disponible, el sistema utilizado, o la política que se está siguiendo. El sombrero negro debe ser siempre lógico.
- Pensamiento con el Sombrero Amarillo. Tiene que ver con la lógica positiva. Por qué algo va a funcionar y por qué ofrecerá beneficios. Debe ser utilizado para mirar

¹ Inteligencia emocional, Daniel Goleman, ver bibliografía

² Serious Creativity, de Bono Edward, ver bibliografía



adelante hacia los resultados de una acción propuesta, pero también puede utilizarse para encontrar algo de valor en lo que ya ha ocurrido.

- Pensamiento con el Sombrero Verde. Este es el sombrero de la creatividad, alternativas, propuestas, lo que es interesante, estímulos y cambios.
- Pensamiento con el Sombrero Azul. Este es el sombrero de la vista global y del control del proceso. No se enfoca en el asunto propiamente dicho sino en el pensamiento acerca del asunto. En términos técnicos, el sombrero azul tiene que ver con el meta-conocimiento.

El método promueve mayor intercambio de ideas entre más personas. En el mundo de Bono se "separa el ego del desempeño". Cualquiera es capaz de contribuir a la exploración sin afectar el ego de los demás puesto que todos están utilizando el sombrero amarillo o cualquiera otro. El sistema de los seis sombreros fomenta el desempeño más bien que la defensa del ego. Las personas pueden contribuir bajo cualquier sombrero aunque inicialmente hayan sustentado un punto de vista opuesto.

La clave es que cada sombrero es una dirección de pensamiento en vez de ser una etiqueta de pensamiento. La justificación teórica para utilizar los Seis Sombreros del Pensamiento es que:

- Fomenta el pensamiento paralelo.
- Fomenta el pensamiento en toda amplitud.
- Separa el ego del desempeño.

El libro "Six Thinking Hats" (de Bono, 1985), explica el sistema, aunque ha tenido algunas actualizaciones y cambios en la ejecución del método.

Palabras aleatorias

Otra variante de Edward de Bono, es una poderosa técnica de pensamiento lateral que es muy fácil de utilizar. Es por mucho la más simple de todas las técnicas de creatividad y es ampliamente utilizada por la gente que necesita crear nuevas ideas (por ejemplo, para nuevos productos).

Los eventos "iluminadores" nos permiten penetrar en nuestros patrones de pensamiento en punto diferente. La asociación de una palabra aplicada a una situación "fuera de contexto" genera nuevas conexiones en nuestra mente, produciendo con frecuencia un efecto "Eureka" instantáneo, una idea o intuición.

La forma de aplicar este método es de un sin fin de maneras siempre siguiendo dos principios. Escoger una palabra de forma aleatoria y asociarla al problema. Esto estimulara ver el problema de otra perspectiva.



Por ejemplo: llene una bolsa con palabras y escoja una, habrá un libro y escoja una palabra, haga una baraja de sus héroes y de cómo ellos resolverían el problema, pidiéndole a un niño una palabra, etc.

Hacer estratales

Un estratal es una serie de enunciados paralelos que se consideran como una totalidad. No es necesario que los enunciados tengan entre sí conexión alguna. Tampoco se pretende entenderlos. No se intenta abarcar todo los aspectos ni ser descriptivo. No se intenta ser analítico. Así como se usa una palabra al azar simplemente porque uno quiere usarla, los diferentes enunciados se colocan juntos en un estratal simplemente porque se desea colocarlos juntos de ese modo. El propósito de un estratal es la sensibilización de la mente para que puedan aparecer ideas nuevas.

Un estratal podría constar de cualquier número de líneas de texto, pero para su formalización se ha establecido que las líneas sean cinco. Cinco es suficiente para tener cierta riqueza de posibilidades, pero no tanto como para que no se pueda considerar el estratal como un todo. Cada línea debe ser una frase o enunciado, no una sola palabra.

Un ejemplo: Un estratal sobre la cerveza:

- Bebida consumida principalmente por hombres.
- Fácil de consumir, fácil de beber.
- Difícil establecer diferencias entre marcas.
- Casi siempre comprada por mujeres en los supermercados.
- Valor de mercado de los nuevos consumidores o de las ocasiones de consumo.

De aquí surge la idea de vincular ciertos tipos de cerveza a ciertos tipos de comida. Por ejemplo, establecer que con el pollo debe beberse un tipo de cerveza y que con pescado y marisco hay que beber otro. Detrás de esto está el concepto de desarrollar el mercado de la "cerveza con comida", que ofrece la ventaja de abrir el mercado femenino.

Un estratal es un proceso reflexivo. Uno lo confecciona y después lo lee una y otra vez hasta que empiezan a perfilarse algunas ideas. Evidentemente no tiene sentido si elaboramos un estratal amoldándolo a una idea prefijada.

Confeccionar estratales requiere práctica, ya que se tiende a comprender y, por lo tanto, a vincular los enunciados entre sí, hecho que hay que evitar porque lo que tiene valor es precisamente su cualidad aleatoria y arbitraria. Cuanto más inconexas sean las capas del estratal, más amplia será la sensibilización.



Pensar en el futuro

El procedimiento de este método es el siguiente:

- Escribe una definición de tu problema en la forma "Como conseguir que ..."
- Usa la fantasía: imagina que es el futuro y que el problema está resuelto, que todas las ideas se han implementado con éxito.
- Lista cada una de las personas que han sido beneficiadas por el éxito.
- Lista cada una de las personas que han sido perjudicadas.
- Lista la gente de apoyo que están ayudando.
- Usa la fantasía e incluye expertos del presente o del pasado de tu empresa o de otras compañías u organizaciones.
- A continuación, lista otros expertos o héroes, vivos, históricos o mitológicos, que te gustaría que estuvieran ayudándote.
- Ahora, por cada una de las personas listadas, escribe específicamente, pero sin evaluarlo, cual sería su aportación exclusiva en el futuro para ayudar a implementar una solución de éxito para tu problema. Empieza cada frase con el nombre de la persona.
- Finalmente, usa cada actividad listada como una idea disparadora para hacer saltar nuevas ideas para resolver tu problema tal y como existe hoy en día.
- Fuerza combinaciones entre estas ideas disparadoras y la definición del problema que has hecho al principio.

Ayuda como complemento de varios métodos ya que estimula la creatividad y pronostica escenarios adversos y prósperos, así como posibles complicaciones en la solución planteada. Además nos hace cambiar la máscara y el escenario con que resolvemos el problema.

Método de reversión del problema

De: "What a Great Idea" por Charles Thompson. Una forma creativa de ver los problemas desde otro punto de vista.

El método

- Declare su problema al revés.
- Cambie una oración afirmativa en negativa.



-
- Trate de definir lo que algo no es.
 - Exprese lo que todos los demás no están haciendo.
 - Utilice la brújula "Que pasa si..."
 - Cambie la dirección o ubicación de su perspectiva.
 - Invierta resultados.
 - Cambie una derrota en victoria o una victoria en derrota.

Ejemplos de aplicación:

- Declare su problema al revés:
Por ejemplo, si tiene el problema de bajar un gato, cuestiónese como subir donde esta el gato.
- Haga la oración negativa:
Por ejemplo, si está enfrentándose con problemas de Servicio al Cliente, haga una lista de todas las formas como pudiera hacer el servicio al cliente pésimo. Se sorprenderá agradablemente de algunas deas ideas que puede proponer.
- Haga lo que todos los demás no hacen:
Por ejemplo, *Apple Computer* hizo lo que IBM no había hecho. Los japoneses hicieron carros pequeños y eficientes en el consumo del combustible.
- La brújula "Que pasa si...":
El autor tiene una lista de pares de acciones opuestas que pueden ser aplicadas a un problema. Sencillamente pregúntese "Qué pasa si..." y utilice cada uno de esos opuestos. Una pequeña muestra:
 - Estirarlo/Encogerlo.
 - Congelarlo/Fundirlo.
 - Personalizarlo/Despersonalizarlo.
 - ...
- Cambie la dirección o ubicación de su perspectiva. Cambio físico de perspectiva, por medio de caminar al rededor o hacer algo diferente.
- Invierta resultados. Si usted quiere aumentar las ventas, piense qué tendría que hacer para que disminuyeran.
- Cambie una derrota en victoria o una victoria en derrota. Si algo resulta mal, piense en los aspectos positivos de la situación. Si perdí todos los archivos de mi computador,



¿qué cosa buena puedo sacar de la situación? ¿Tal vez podría pasar más tiempo con mi familia?, ¡Quién sabe!

Esta metodología es muy útil en la estimulación de los sentidos activando la mente y poniéndola a trabajar de forma distinta y por tanto explorando nuevas ideas. Se limita a esto generar ideas, carece de formato, es de fácil acoplamiento con otras metodologías y también puede complementarse.

Metodología de alternativas

Consiste como su nombre lo dice en buscar siempre alternativas pero no solo cuando existe un problema o cuando el problema no puede resolverse sino también cuando las cosas marchan bien, siempre estar innovando si bien esta no es un metodología como tal ya que carece por completo de pasos a seguir, los japoneses lo aplican muy bien en sus empresas constantemente preguntándose. ¿Hay otra manera?, ¿Cuáles son las alternativas?, y ¿Qué más puede hacerse? Planteando que entre mayor sea el número de alternativas. Hay mejor probabilidad de encontrar la óptima, además plantan que debe existir un tiempo límite ya que la mejor opción no sirve si llega demasiado tarde.

“Se cuenta que en cierta ocasión un profesor de física, pidió de tarea que explicasen como determinar la altura de un edificio usando un barómetro. A lo que un alumno respondió que se amarrase y se dejara caer de la azotea y se mediera la cuerda, el profesor externo que no era la manera en que quería se resolviese y le dio una segunda oportunidad y al día siguiente el alumno entrego más de 15 alternativas diferentes y muy ingeniosas, pero exceptuando la que el profesor quería, argumentando que a el se le había enseñado a pensar. El estudiante se llamaba Niels Bohr, físico danés, premio Nóbel de Física en 1922.”

Está sencilla metodología si se quiere de evasión del problema, es una puerta que muchas veces esta presente pero nos da miedo abrirla. ¿Por qué trabajar? si podemos robar, ¿por qué reparar? y no desechar y comprar uno nuevo, ¿por qué no usar la garantía?

Un tanto como las otras metodologías con la diferencia de que las otras se empeñan en buscar una solución a un problema específico y aquí además existe la posibilidad de buscar alternativas, aún cuando estas deriven en otro problema muy diferente por resolver, en lugar de resolver el problema e igualmente pueden ser aplicadas las técnicas de creatividad existentes.

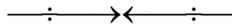
Análisis de metodologías de pensamiento lateral

Estas metodologías están basadas en desarrollar la creatividad del lector, existen más metodologías pero se han expuesto las más conocidas y representativas de esta corriente. Son de aplicación sencilla, no muy elaborada, fácil de adaptar a otras metodologías. La aplicación de ellas no presenta costos elevados ni grandes perdidas de tiempo, incluso pueden ser adoptadas como parte de una rutina diaria, en empresas que necesitan estar constantemente cambiando y adaptándose a los constantes cambios del mercado. Hacen surgir soluciones novedosas y difíciles de creer, en ocasiones, antes de poner las ideas en practica se debe seguir un proceso de selección de ideas ya que genera más soluciones de



las que se requieren y hay que escoger la mejor solución. Carecen de forma ya que no hay un procedimiento establecido a seguir, son más bien adaptables a cada situación y a otras metodologías en forma. Requieren el conocimiento específico del problema ya que carecen de métodos para detectar problemas. Tampoco sugieren la forma en que se debe poner en marcha las ideas que de ella surjan. En combinación con otras metodologías ofrecen muy buenos resultados.

Además fomentan la convivencia entre los empleados o personas que integran los grupos de discusión. Llegando a hacer cotidiana la práctica de estas metodologías. Y fomentan el ejercicio de la mente y su buena salud.



Análisis morfológico

El Análisis Morfológico es un método analítico-combinatorio creado en 1969 por Fritz Zwicky, astrónomo del *California Institute of Technology* (Caltech).

Su objetivo es resolver problemas mediante el análisis de las partes que lo componen. Se basa en la concepción que cualquier objeto de nuestro pensamiento está compuesto o integrado por un cierto número de elementos y en la consideración que estos tienen identidad propia y pueden ser aislados. Por tanto, parte de una lista de atributos para generar nuevas posibilidades.

El método tiene 3 etapas claramente diferenciadas:

- El análisis.
- La combinación.
- La búsqueda morfológica.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Escoger el problema a resolver, situación u objeto a mejorar, etc.
- Analizar que atributos (o elementos, o parámetros) lo componen.
- Los atributos pueden referirse a partes físicas, procesos, funciones, aspectos estéticos, etc.
- Es conveniente seleccionar los atributos relevantes. Michalko propone la pregunta "¿Sin este atributo, el problema continuaría existiendo?" para determinar si es relevante o no.
- Analizar las variantes o alternativas posibles de cada atributo.



- Combinar, haciendo todas las combinaciones posibles, cogiendo cada vez una variante de cada atributo. El número total de combinaciones posibles se denomina "producto morfológico".
- Supongamos que en el paso 2 hemos encontrado 3 atributos: A, B y C.
- Supongamos que el atributo A tiene 3 variantes (A1, A2 y A3), el B también tiene 3, (B1, B2 y B3) y el C tiene 2 (C1 y C2).
- El producto morfológico es el conjunto de todas las combinaciones posibles = $3 \times 3 \times 2 = 18$. En nuestro ejemplo son las combinaciones de la tabla 3.1.

Tabla 3.1

A1-B1-C1	A1-B1-C2	A1-B2-C1	A1-B2-C2	A1-B3-C1	A1-B3-C2
A2-B1-C1	A2-B1-C2	A2-B2-C1	A2-B2-C2	A2-B3-C1	A2-B3-C2
A3-B1-C1	A3-B1-C2	A3-B2-C1	A3-B2-C2	A3-B3-C1	A3-B3-C2

- Búsqueda morfológica, que consiste en analizar combinaciones y ver sus posibilidades creativas. Se puede hacer de dos maneras:
- Al azar: Se escoge al azar una variante de cada atributo. Una manera de hacerlo es disponer tantos recipientes como atributos y en cada uno poner papelitos con sus variantes. Se coge un papelito de cada recipiente y se analiza la combinación. Después se vuelven a poner los papelitos en su recipiente de origen y se repite la operación.
- Por enumeración ordenada: Consiste en enumerar todas las combinaciones posibles, tal como hemos hecho en el punto 4, y analizarlas todas sistemáticamente.
- Si el número de variantes es elevado, el número de combinaciones puede volverse inmanejable. Una simplificación que suele hacerse es eliminar aquellas combinaciones parciales de dos o más variantes que se consideren inviables y en consecuencia, eliminar todas las que de ellas se derivarían.

Ejemplo

Nuestro objetivo de mejorar un libro de texto. ¿Cuáles son los atributos actuales de un libro de texto?

En la tabla 3.2 hemos puesto los atributos de un libro en las cabeceras de las columnas, y debajo hemos listado algunas variantes:

Tabla 3.2

Medida forma	Encuadernación	Tapa	Páginas	Coste	Imágenes



Pequeña	Carpesaro	Dura	Grandes	Barato	Fotos
Grande	Cosido	Papel	Pequeñas	Caro	Dibujos
Alargada	Espiral	Plástico	Satinadas	Dos precios	De colores
Redonda	A la izquierda	Ninguna	Gruesas	Normal	Hologramas
Muy pequeña	Por arriba	Delgada	Cantos redondeados	Por fascículos	Simbólicas

Haciéndolo al azar podríamos escoger la combinación 1-2-3-4-5-1, que resulta ser: medida pequeña, cosido, tapas de plástico, páginas gruesas, por fascículos y con fotos.

Esto nos puede sugerir un libro de texto pequeño que quepa en el bolsillo, lo que permitiría que los alumnos pudiesen llevar el libro de texto encima más fácilmente y estudiar en cualquier tiempo muerto. Que fuese cosido y con las tapas de plástico nos continúa sugiriendo un libro fuerte, apto para mucho trote. La opción de hacerlo por fascículos que inicialmente está pensado como un atributo de precio (para pagar los libros de texto a plazos), también podría llevarnos a pensar en libros menos voluminosos y, por tanto, más fáciles de llevar encima. Indirectamente también sería una forma de aligerar las maletas que los niños llevan con exceso de peso. El hecho de tener fotos, ¿qué podría aportar en este contexto? ¿Libros muy visuales? ¿Que los conocimientos entren mucho por la vista? Tal vez este atributo no nos sugiera ninguna idea novedosa o no encaje con el diseño que nos ha ido saliendo.

Análisis del método morfológico

Esta metodología es de carácter tediosa en ocasiones poco útil pero sin embargo muy utilizada por otras metodologías, por ejemplo para el método científico es necesario aplicar todas las pruebas posibles a cierto problema para tener la certeza de lo que se reporta y no hay otro camino que probar y verificar todas las posibles combinaciones ya que si esto no se hiciera se corre el riesgo de tener que empezar de nuevo. Esta metodología se puede complementar con bases de datos y programas de computadora que analicen todas las posibilidades y muestren resultados gráficos (visuales). Así también metodologías como la tormenta de ideas que genera demasiadas propuestas esta metodología puede ayudar a discriminar si bien no necesariamente probando todas las soluciones sí se puede aplicar una tercera metodología y esta es pensar a futuro y haciendo proyecciones de las ideas e ir discriminado y mezclando hasta llegar a una solución óptima (basada en supuestos pero bien pensados o calculados).



La biónica

Término acuñado en 1960 por el comandante Jack Steele de la U.S. Air Force, como la ciencia de los sistemas cuyo funcionamiento está copiado, es comparable ó análogo al de



los sistemas naturales. Este método, busca la analogía de nuestros problemas con los problemas que la naturaleza tiene y de cómo los ha resuelto, se basa en la observación y el conocimiento de la estructura, posibilidades y mecanismos de la naturaleza.

Ya que los seres vivos tienen una gran capacidad de adaptarse al medio, perpetuarse, aprendizaje, autoorganización, reconocimiento de posibilidades o situaciones, auto reparación, etc.

Este método puede combinarse perfectamente con el método científico ya que precisa de una meta un tiempo y realización de pruebas, observación y reproducibilidad. Y además de no resolver en específico un problema ya que sería demasiado costoso en cuanto a tiempo y esfuerzo buscar la analogía de nuestro problema en la naturaleza (aún cuando en algunos casos es fácil), no esta por demás echar un vistazo rápido hacia la naturaleza en busca de respuestas, lo mejor es estudiar la naturaleza y con los resultados ver que aplicabilidad tienen. Las aplicaciones pueden ir desde el ámbito del perfeccionamiento o la invención de mecanismos "vivos" (robótica, por ejemplo) hasta los sistemas organizativos, dinámica de las empresas, supervivencia en el mercado, etc.

Biomimicry

Este término es el que se está usando para denominar lo que, a nuestro entender, no es más que una actualización de la Biónica. Se origina con la publicación del libro homónimo de Janine Benyus el año 1997. El principio creativo es el mismo: observar la naturaleza y aprender las lecciones. Los matices novedosos están en un enfoque ecológico global del tema, al contemplar esta imitación de la naturaleza como un fundamento para el desarrollo sostenible y la pervivencia de la raza humana.

En palabras de la autora del libro: Biomimicry (de bios, que significa vida y mimesisque significa imitar) es una nueva ciencia que estudia las mejores ideas de la naturaleza y después imita estos diseños y procesos para resolver problemas humanos.

La idea central es que la naturaleza, imaginativa por necesidad, ya ha resuelto muchos de los problemas que nos esforzamos en resolver. Los animales, las plantas y los microbios son unos ingenieros consumados. Ellos han encontrado lo que funciona, lo que es apropiado, lo que perdura en la Tierra. Esta es la novedad real de la biomimicry: Tras 3.8 millones de años de búsqueda y desarrollo, los fallos son fósiles y lo que nos rodea es el secreto de la supervivencia.

La emulación consciente de la genialidad de la naturaleza es una estrategia de supervivencia para la raza humana, un camino hacia el futuro sostenible.

Esta metodología se basa en tres puntos esenciales

- La naturaleza como modelo: Biomimicry es una nueva ciencia que estudia los modelos de la naturaleza y luego los imita o toma inspiración de esos diseños y procesos para resolver los problemas humanos.

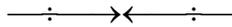


- La naturaleza como mentor: Biomimicry usa un estándar ecológico para juzgar la certeza de nuestras innovaciones. Después de 3800 millones de años de evolución, la naturaleza ha aprendido: lo que funciona, lo que es apropiado, lo que perdura.
- La naturaleza como medida: Biomimicry es una nueva forma de ver y juzgar la naturaleza. Ella inicia una era basada no en qué podemos extraer del mundo natural, sino en qué podemos aprender de él.

En donde a partir de ellos se desarrollan análisis del tipo método científico, partiendo de la naturaleza como premisa

Análisis de la metodología biónica y biomimicry

Es una metodología basada en la investigación y observación del medio que nos rodea, es sin duda una aplicación para la búsqueda de nuevas tecnologías que hagan nuestra vida mas sencilla se pueden resolver problemas de forma fortuita o planeada sin que se garantice un tiempo de solución. Lo que sin embargo logra es soluciones realmente innovadoras. Carece de forma pero es adaptable a cualquier estructura de búsqueda e investigación. En varios países ya se han instalado laboratorios dedicados únicamente al estudio de los seres vivos y análisis de sus atributos.



El Diagrama de la Flor de Loto

El Diagrama de la Flor de Loto (Lotus Blossom Diagram) fue desarrollado por Yasuo Matsumura, presidente de Clover Management Research (Chiba City, Japón). El Diagrama de la Flor de Loto es una herramienta cognitiva-analítica que proporciona un medio visual para registrar la relación entre un concepto central y los subconceptos asociados. Usarlo, desarrolla el pensamiento analítico y puede fomentar el pensamiento creativo.

Se podrían hacer comparaciones con el Mind Map dibujo 3.2, pero la estructura y funciones de los Mind Map y los diagramas de Flor de Loto difieren ampliamente. Los Mind Map alientan el pensamiento divergente y la inclusión de todos los componentes de cada unidad de pensamiento, por lo tanto una estructura de ramas, arbórea. Los diagramas de Flor de Loto piden al usuario que localice el pensamiento en un número limitado de resultados clave de una situación dada.



6	3	7	6	3	7	6	3	7
2	F	4	2	C	4	2	G	4
5	1	8	5	1	8	5	1	8
6	3	7	F	C	G	6	3	7
2	B	4	B	P	D	2	D	4
5	1	8	E	A	H	5	1	8
6	3	7	6	3	7	6	3	7
2	E	4	2	A	4	2	H	4
5	1	8	5	1	8	5	1	8

© <http://www.infoview.com.sg/adl/text/bulb6.htm>

Dibujo 3.2 Mind Map

A continuación dibujo 3.3, se muestra una forma más práctica y fácil de desarrollar y aplicar.

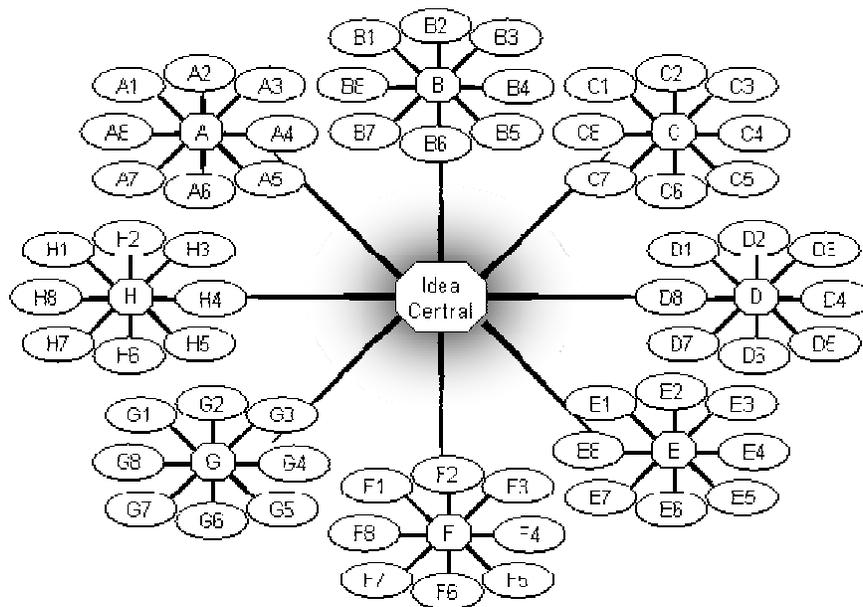


Diagrama Flor de Loto hecho con el programa ©Axon99

Dibujo 3.3 La técnica creativa (Cave, Michalko)

Este ejercicio implica empezar con un problema o tema central y trabajar hacia afuera, usando círculos cada vez más amplios o "pétalos". El tema central lleva a ideas las cuales se convierten ellas mismas temas centrales, y así sucesivamente. Los temas que se van desplegando provocan nuevas ideas y nuevos temas.

- Hacer un diagrama como se muestra en el dibujo 3.2.
- Imprimir una plantilla a partir del dibujo 3.3.



- Escribe tu problema o tema central en el centro del diagrama impreso.
- Piensa en ideas o aplicaciones relacionadas y escríbelas en los círculos que están alrededor (etiquetados de la “A” a la “H”).

Ejemplos

El tema central de una empresa era "establecer un clima creativo". Rodearon esta frase del círculo central con: "ofrecer concursos de ideas", "crear un ambiente estimulante", "tener encuentros de pensamiento creativo", "generar formas de romper los propios moldes", "crear una actitud positiva", "establecer un comité de ideas creativas", "hacer que el trabajo sea divertido" y "expandir el significado de trabajo".

- Usa las ideas escritas en los círculos de la “A” a la “H” como temas centrales para las cajas círculos que están alrededor.

Por ejemplo, si hubieses escrito "crear un ambiente estimulante" (dibujo 2.4), en el círculo A, lo tendrías que copiar en el círculo etiquetado con A que está directamente debajo, dónde se convertiría en el tema central para una nueva caja, y así sucesivamente.

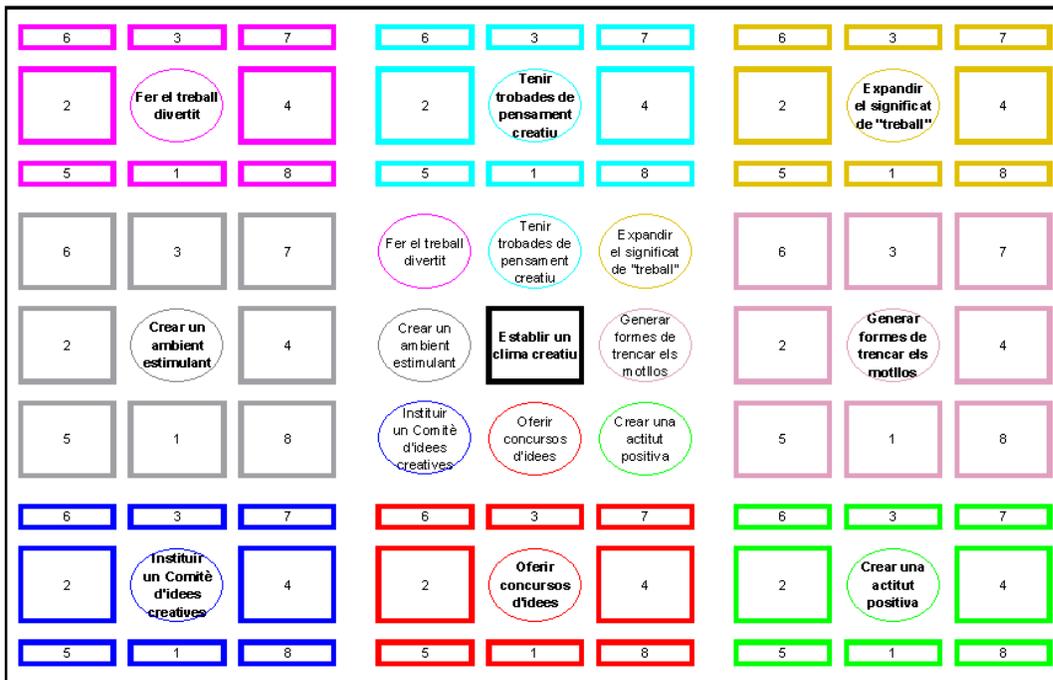


Diagrama Flor de Lotus - innovaforum.com

<http://www.innovaforum.com/>

Dibujo 3.4 mind map “crear un ambiente estimulante”

- Intenta pensar en ocho nuevas ideas que impliquen el nuevo tema central
- y escríbelas en los cuadrados que lo rodean. Utiliza estimuladores de ideas para ayudarte a generar ideas. Llena tantas cajas como puedas.



- Continúa el proceso hasta que hayas completado todo lo que puedas del diagrama.
- Evalúa tus ideas.

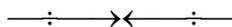
Una de las ideas que la empresa adoptó fue disponer una sala especial para pensamiento creativo. La dotaron de libros sobre creatividad, videos, juguetes y juegos educativos, plastilina para modelar, etc. La decoraron con fotos de los empleados cuando eran bebés, como un recordatorio que todos nacemos inocentes y creativos.

Un ejecutivo de marketing en paro hizo servir la técnica Flor de Loto para generar ideas, que necesitaba por conseguir un trabajo. Su tema central fue "trabajo". Una de las ideas que rodeaban la caja central era "crear un resumen". "Resumen" se convirtió entonces en nuevo tema central y, utilizando estimuladores de ideas, le surgieron una serie de variantes sobre la idea del resumen. Por ejemplo, puso anuncios en varios diarios con el titular "Recompensa de 50.000 dólares." La letra menuda de debajo explicaba que un empresario podía ahorrarse 50.000 dólares por el hecho de no pagar a un cazatalentos para buscar a una persona con su talento para el marketing. Cuando los empresarios interesados llamaban al teléfono que había en el anuncio, escuchaban una grabación de su resumen. Recibió cuarenta y cinco ofertas de trabajo.

Análisis de la metodología Flor de loto

Es una metodología que fomenta la creatividad de lector, desglosa el problema en problemas más pequeños de donde generalmente surge la raíz del problema, se puede aplicar a problemas muy complejos ya que toma el original y lo va desglosando hasta llegar a pequeños temas que se puede resolver por separado, no requiere grandes cantidades de recursos ni de tiempo, es una forma fácil de optimizar el tiempo y de resolver problemas en equipo. Aún cuando la metodología no marca una administración del tiempo se puede llevar un seguimiento del avance de la solución de forma fácil mediante un diagrama de Gant, o cualquier otra herramienta estadística. En ocasiones la solución de una parte del todo es suficiente para dar por solucionado el problema en general. Puede generar varias salidas a un problema por o que hay que seleccionar o hacer una combinación de todas ellas. Es flexible a otras metodologías ya sea en la parte creativa o en la parte de desarrollo de la solución.

No solo se apoya en el surgimiento de ideas, también requiere de búsqueda de información pero no sobre el problema total sino que en pequeños y específicos temas.



La ruta de la calidad (qc story)

Tiene sus inicios junto con los círculos de calidad que se dan en Japón después de la segunda guerra mundial, de hecho en muchos lugares se trabaja en conjunto con los círculos de calidad. Sin embargo puede tratarse y utilizarse en forma independiente.



Esta metodología proporciona un procedimiento basado en hechos y datos enfocado hacia la mejora. Al aplicarse sistemáticamente, es el motor que mueve el proceso de mejora continua en el sitio de trabajo.

A continuación se muestran las etapas de esta metodología.

- Selección del tema. En la primera etapa, los miembros seleccionan un tema entre los problemas del centro de trabajo, al cual se le dará solución, según el criterio de sus miembros. Esto es muy importante para tener una visión clara del objetivo a lograr. Los miembros pueden preguntarse: “¿Qué clase de problemas tenemos y cómo podemos resolverlos?”
- Entender el estado actual y establecimiento de metas. Después de haber seleccionado un tema, los miembros procuran entender la situación actual. Enumeran todos los problemas posibles relacionados con el proceso, usan datos para validar que los “problemas” sean realmente problemas, seleccionan el de más alta prioridad y, una vez más, usan datos para definir su magnitud.
 - Enumerar todos los problemas posibles relacionados con el proceso Pueden aplicarse varias de las metodologías tratadas por ejemplo tormenta de ideas.
- Establecimiento del plan de actividades. Con base en los datos adquiridos en el segundo paso, los miembros establecen un plan de actividades siguiendo el procedimiento llamado las 5W1H (por las siglas en inglés de What, Why, When, Where, Who y How, correspondientes al ¿Qué?, ¿Por Qué?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Quién? y ¿Cómo?); para establecer, ¿qué se va a atacar?; su justificación, ¿por qué?; los detalles del plan en el tiempo, ¿cuándo?; el lugar, (dónde); ¿qué recursos estarán involucrados?; ¿quiénes? y las acciones a seguir; ¿cómo?, ¿cómo establecer un plan de actividades?
 - Validar los problemas. Las ideas clasificadas como problemas deberán validarse con base en datos.
 - Selección del problema prioritario. La elección de un problema prioritario se basa en los datos recolectados en el paso 3-1 Validar el Problema.
 - Definir la magnitud del problema. La magnitud del problema debe definirse en términos cuantificables.
 - Se sugiere tener o generar datos históricos del problema.
 - Establecer la meta. La meta debe basarse también en datos, debe cuantificarse y vincularse a un tiempo.
- Análisis de causas. El objetivo principal de este paso es tener una dirección clara sobre qué medidas se van a tomar para cada clase de problema. Después de seleccionar un tema, deben identificarse las causas y los efectos. Este es el paso más importante del proceso, ya que en él se identifica la causa raíz del problema y se muestra lo que es necesario cambiar. En el proceso de resolución de problemas es muy importante examinar los resultados de acuerdo con las causas, identificando de ese modo la



relación causa-efecto. Los miembros consideran todas las causas posibles de un problema y ven si existe correlación entre ellas. Entonces usan datos para verificar que las “causas” sean realmente causas, para decidir cuáles de ellas son causas raíz y dentro de éstas seleccionar la más crítica. Los miembros siguen un procedimiento similar a la lluvia de ideas para identificar las soluciones, que permitan eliminar la causa más crítica, seleccionan la mejor de ellas y establecen un plan detallado para implementarla.

¿Cómo proceder en el análisis de causas?

- Enumerar todas las causas posibles del problema. Una pregunta muy importante en este paso comienza con las palabras “por qué”.
 - Mostrar la relación entre las causas. Usar el diagrama de causa y efecto y preguntarse de nuevo ¿Por qué?
 - Identificar las causas. El diagrama de causa y efecto es una lluvia de ideas estructurada, de modo que también está basado en la opinión. Por lo tanto, es necesario identificar las causas usando datos. Una causa es válida si se demuestra que realmente ocurre y que, cuando ocurre, el problema existe.
 - Seleccionar las causas raíz. De entre las causas válidas, se seleccionan las causas raíz. Si existe una relación directa entre la causa y el problema y esta causa se ve repetidamente en el diagrama de causa y efecto, entonces es una causa raíz.
 - Seleccionar la causa raíz más crítica. Se selecciona entre las causas raíz aquella que tenga la relación más directa con el problema. Puede utilizarse el sistema de votación para decidir sobre cuál causa raíz se va a trabajar.
 - Enumerar todas las soluciones posibles para eliminar la causa raíz más crítica. Se puede trabajar nuevamente la tormenta de ideas o alguna otra metodología.
 - Seleccionar la mejor solución. El trabajo de depuración de ideas debe realizarse con cuidado y fundamentar su eliminación en función de las otras ideas.
 - Establecer un plan detallado. El siguiente paso es que el círculo profundice en los detalles de la implementación de la solución preguntándose “¿Cómo?” Además se asigna a cada actividad un responsable con plazo de entrega. Los detalles del plan se resumen en un diagrama de Gant.
- Examen de contramedidas y su implementación. Después de identificar las causas, se examinan, evalúan y seleccionan las medidas correctivas. Este paso tiene como meta eliminar las causas raíz e implementar las medidas más efectivas para evitar la recurrencia del problema. Todas las personas involucradas en el asunto se reúnen para discutirlo, tomando en cuenta factores como la efectividad, el costo, la condición de las restricciones y los impactos entre ellos. (Ozono, 2000. P73) Luego, los miembros implementan las medidas correctivas en las operaciones diarias, de acuerdo con el plan y monitorean los resultados.
 - Implementar los planes de acción. El trabajo en equipo es definitivamente crucial en este paso. La solución puede ser muy buena y los planes muy detallados, pero si uno no hace la parte del trabajo que le corresponde, no puede alcanzarse el resultado deseado.
 - Monitorear las actividades y resultados. Se trata de verificar si las actividades están implementándose conforme al plan y si se están dando los resultados



deseados. Así como, por ejemplo, las fechas reales de implementación deberán compararse con las fechas planeadas, como se ve en el diagrama de Gant

- Evaluación de la efectividad. Es el momento de evaluar para constatar si se han superado los impedimentos o hasta qué punto se han alcanzado los objetivos iniciales, así como para identificar otras mejoras adicionales o por que no se ha seguido con el plan, “se puede verificar mediante la ruta crítica del proyecto”
 - Identificar los resultados tangibles e intangibles. Los resultados tangibles son aquellos que pueden cuantificarse, como cuando se reduce una tasa de defectos en un cierto porcentaje. Por otra parte, los resultados intangibles son aquellos de tipo cualitativo, como cuando mejora el trabajo de equipo entre los miembros.
 - Verificar los resultados durante un período de tiempo.
 - Comparar los resultados tangibles con las metas. Se puede usar cualquier diagrama para la comparación, pero para mostrar apropiadamente la mejora, deberá usarse la misma clase de diagrama a través de todos los pasos.
- Estandarización y permanencia. Después de haber identificado los métodos efectivos, éstos deberán estandarizarse y convertirse en parte permanente de las operaciones diarias. Con base en la estandarización, los miembros capacitan a las personas involucradas, desarrollan los nuevos manuales de capacitación y entrenamiento y los entregan a los involucrados. De vez en cuando se realizan evaluaciones con el propósito de asegurarse que el proceso se mantenga apropiadamente.
 - Estandarizar la solución. Si se alcanza la meta, debe estandarizarse el nuevo procedimiento. Si no se alcanza la meta, entonces se debe dar marcha atrás, comenzando con el análisis de las causas. Con la estandarización se asegura que la solución sea permanente.
 - Capacitar a los empleados en el nuevo procedimiento estándar de operación (PEO). Si el trabajo se hace en más de un turno y los miembros del círculo vienen de un solo turno, entonces todos los empleados u operarios de los demás turnos deberán capacitarse en el nuevo PEO. De esta manera el beneficio del nuevo PEO se maximiza.
 - Verificar que se siga el nuevo PEO. Se debe monitorear este nuevo PEO, al igual que cualquier otro, para ver que todos los involucrados lo cumplan en todo momento. Si no lo están haciendo, entonces se determinarán las razones y se aplicarán las medidas correctivas correspondientes. De vez en cuando se harán verificaciones aleatorias.
 - Seleccionar el siguiente problema a abordar. La actividad no termina una vez que encuentra la solución a un problema, porque en el taller hay otros problemas que deben atenderse. Elegir resolver el segundo problema más crítico de su lista de problemas, o bien, elegir resolver un nuevo problema que sea más urgente.



Análisis de la metodología Ruta de la Calidad

Es una metodología que bien estructurada que tiene una gran flexibilidad para trabajar con otras metodologías, de hecho su mayor fortaleza reside en trabajar varias de ellas a la vez. Se esquematiza de una forma fácil de entender, se ve reflejada en otras actividades. Puede ser resuelta por grupos C-C. Pueden reproducirse soluciones a problemas similares, aumenta los conocimientos de los trabajadores y personas involucradas. Tiene la desventaja de ser muy elaborada para problemas pequeños y específicos. Sin embargo en grandes empresas es una manera muy ordenada de llevar cuenta de los problemas que se tienen los que se resuelven y los que quedan pendientes. Así como optimizar y prever los recursos que requiere cada solución.



Círculos de calidad C-C

Los Círculos de Calidad tuvieron su nacimiento en Japón a comienzos de la década de los 50's, después de la II Guerra Mundial. Para ese entonces, los productos que Japón vendía al mundo eran muy baratos pero también muy malos, en cuanto a calidad se refiere. Los japoneses observando esto, se pusieron la meta de mejorar la calidad de sus productos, tratando de mantener los precios bajos y una de las herramientas que introdujeron, aparte del control de calidad como tal, para lograrlo es lo que hoy conocemos como círculos de calidad.

Para mediados de la década de los 90's, existían más de 1.1 millones de círculos de calidad en el Japón, de los cuales hacían parte más de 11 millones de trabajadores.

Los círculos funcionaron en el Japón, para la muestra dos botones, Toyota y Sony, hoy líderes en el mercado y disfrutando de un gran prestigio, pero a occidente los círculos llegaron ya entrados los 70's, en los Estados Unidos de América. Se creó el primer círculo de calidad en 1973 y en Europa fue sólo hasta 1978. De ese tiempo a la actualidad los círculos se han popularizado, así como la búsqueda de la calidad en las empresas. Su gran acogida, se debe al componente de participación que agregan a las tareas de Control de Calidad, ya que permiten que los trabajadores se involucren en los problemas y propongan soluciones a los mismos, además propician la integración y generan mejores ambientes de trabajo, lo cual, en muchos casos, incrementa la productividad.

Los C-C son grupos que, dependiendo del tamaño del departamento donde se creen, pueden ser de cinco ó diez personas especialmente capacitadas, que se reúnen regularmente para distinguir y solucionar problemas en su área específica de trabajo.

Características que debe cumplir un C-C

- Tamaño: Deben tener mínimo 4 y máximo 15 miembros, el número ideal se situaría cerca de los 8.



-
- Periodicidad: Se reúnen a intervalos fijos, lo ideal es una vez por semana.
 - Integrantes: Deben estar bajo el mando o control de la misma persona quien a su vez también participa.
 - Participación: Aunque el jefe haga parte del grupo, no es él quien toma las decisiones, es el grupo quien lo hace. El grupo decide sobre qué problemas o proyectos trabajará y no la gerencia. Las decisiones no se toman por votación (mayorías) sino por consenso.
 - Voluntariedad: Los círculos no se imponen, es cada trabajador quien decide si participa o no.
 - Remuneración: El tiempo que dedican los trabajadores a los círculos es remunerado por la empresa.
 - Capacitación: Los miembros deberán recibir capacitación permanente para que puedan participar de forma adecuada
 - Compromiso: La dirección de la organización debe estar comprometida con los círculos y debe proporcionar la asistencia y asesoría necesarias a los grupos.
 - Permanencia: Los círculos no se estructuran para arreglar problemas y luego se desarticulan, deben permanecer en el tiempo, procurando siempre su mejoramiento y el de la empresa.
 - Evaluación: Como lo que no se mide no se mejora, los círculos deberán también ser evaluados.

Para la creación de los C-C se deben seguir los siguientes pasos:

Pasos

- Planificación: Es importante, como primer paso, tomar la decisión de crear estos grupos. Por lo general es un ejecutivo de alto nivel quien determina implantar la técnica del C-C y delega a una persona para que se capacite en todo lo que tiene que ver con este tema. O también, se puede contratar a una persona quien será la encargada de asistir a la gerencia para el establecimiento de los C-C en la empresa.
- Es necesario posteriormente crear un comité directivo que será el encargado de dirigir todas las actividades del C-C dentro de la organización. Este grupo debe ser formado por empleados, preferiblemente, de todas las áreas de la compañía y por gerentes de alto nivel para que exista un verdadero compromiso por parte de los empleados así como de la gerencia.
- Este comité directivo definirá los objetivos que perseguirá el círculo como el mejoramiento de la calidad, propender por la reducción de fallas, incentivar un trabajo



en grupo más eficiente, prevenir problemas, etc. Así mismo elegirá al moderador interno quien será la persona encargada de la coordinación diaria de las actividades del C-C, la capacitación de los líderes para cada uno de ellos, asistirá a las reuniones del círculo, dará orientación y llevará registros de los logros alcanzados.

- **Capacitación:** Para realizar cualquier labor, se deben tener las aptitudes necesarias para llevarla a feliz término. En esta etapa, el moderador y los líderes de los círculos, se reúnen para aprender todo acerca de los C-C, su aplicación y su posterior funcionamiento, (La capacitación gerencial puede darse tanto al interior como fuera de un puesto de trabajo).
- **Iniciación:** Se realizan reuniones informativas (entre los empleados, el moderador y los líderes del círculo) en las cuales se familiarizará al empleado con los C-C y se les indagará si están dispuestos a formar parte de éstos. Posteriormente cada líder se reunirá con las personas interesadas según su área de trabajo y se conformarán los círculos. Los líderes, así mismo, deben tener un manual con el panorama y todas las técnicas de los C-C.
- **Funcionamiento:** Una idea cobra vida cuando empieza a funcionar. En esta etapa, cada círculo se dedica a identificar, seleccionar, analizar y solucionar problemas en su área de trabajo.
- Es muy importante la participación activa de los miembros del círculo y son ellos, más que el líder o el moderador, los encargados de determinar las soluciones a los problemas. Esto les dará un grado de confianza mayor y un sentimiento de satisfacción grande al ser incluidos en este proceso.
- Posteriormente se entregarán las recomendaciones a la gerencia quien será la encargada de aprobarlas. Esta última debe velar porque los C-C no desaparezcan, comprometiéndose con ellos de verdad, no dejándolos a la deriva y tomándolos muy en serio, ya que, como se pudo observar, los C-C son mecanismos muy importantes para salir a flote ante cualquier eventualidad que se pueda presentar.

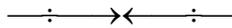
Análisis de la metodología círculos de calidad

Esta metodología esta basada en soluciones grupales, requiere la formación de equipos, incentivos, tiempo específico, supervisión y promoción. Es poco eficaz en problemas que requieren solución inmediata. Pero una vez que el grupo esta conformado y todo la estructura esta lista. Esta metodología es muy eficaz ya que esta constantemente monitoreando la empresa en pequeños espacios que suelen ser invisibles hasta que el problema ha crecido demasiado. Además siempre busca la raíz del problema. Puede generar el problema de tener que resolver varios problemas al mismo tiempo, que si bien los grupos absorben la mayor parte de trabajo aún queda la supervisión el evalúo de posproyectos y su aprobación así como los recursos que se deben destinar a cada solución.



Fomenta la participación activa de los empleados, así como una buena convivencia entre ellos, un mejor desempeño y un aprecio por la institución en la que laboran. Esta no es una metodología que descubra todos los problemas que la empresa tenga y no se puede confiar que los grupos estén resolviendo los principales problemas que a la empresa le atañen.

Es flexible en adaptación de otras metodologías, y puede variarse la forma de aplicarla, contiene un proceso mediante el cual se puede llegar a la raíz del problema, se puede documentar y llevar un control estadístico de los problemas que se resuelven así como de su avance.



Metodología ocho disciplinas globales 8D

8D es un método ideado por la empresa Ford Motor para la resolución de problemas cuando la causa es desconocida. Es al mismo tiempo tres herramientas que trabajan conjuntamente

- Es un proceso para la solución de problemas.
- Es un sistema normalizado.
- Es un formato para comunicar el progreso.

Como proceso para la resolución de problemas es una secuencia de hechos que deben seguirse desde el momento que se pone de manifiesto la existencia de un problema. Si se desarrolla de manera correcta, ayuda a la completa y programa resolución de un problema.

Como sistema normalizado permite un desarrollo coherente que desde los hechos que apoyan la existencia del problema conduce, por el compromiso de los implicados, a la solución mediante la eliminación de la raíz.

Como formato para comunicar es utilizado para informar del progreso en la resolución del problema, (estado y tiempo).

Las etapas de la metodología son:

- D1. Establecer el equipo de acción correctiva. Definir los miembros del equipo desde la persona que descubre el problema hasta las personas que estarán directamente involucradas en la solución. Recabar un compromiso con cada individuo involucrado.

El equipo se formara, de 4 a 10 personas, con conocimiento del proceso y del contenido del problema, con tiempo suficiente para dedicar a la investigación que la solución del problema requiere. La cantidad de participantes puede cambiar dependiendo de las necesidades que el problema presente para solucionarse. Se establecerá claramente el objetivo, roles, procedimientos de toma de decisiones para la operatividad del equipo.



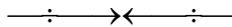
- D2. Identificación del problema. Documentar todos los hechos, la información de campo e investigación que pudiera cuantificar o describir el problema en detalle. Ir más allá de los síntomas determinar el grado de criticidad y la clase del problema. Aquí podemos aplicar la metodología de hacer preguntas, círculos de calidad, tormenta de ideas, herramientas del seis sigma (diagrama de parapeto, histogramas, entre otras).
- D3. Acción de contención y acción correctiva a corto plazo. Acciones para aislar el efecto del problema. Identificar acciones que eviten que el problema llegue al cliente. Simula soluciones de corto plazo basándose en efectos y costos. Finalmente utiliza la acción de contención para ganar tiempo en lo que se resuelve de raíz el problema una acción de contención no es la solución definitiva.
- D4. Definir y verificar la causa raíz. Análisis minucioso y científico de la causa directa, causas secundarias y finalmente la causa Raíz del problema. Se pueden aplicar diagramas de flujo para analizar el proceso o los síntomas que genera el problema y trate de desglosar cada etapa del proceso se puede aplicar la metodología de flor de loto. Se hacen pruebas sobre los efectos que ocurren al verificar las posibles causas raíz del problema. Se puede aplicar un diagrama de Gant. Se genera una lista de posibles causas raíz
- D5. Elegir y verificar la solución. Finalmente se elige una solución definitiva y permanente. Se eliminan las acciones contingentes anteriormente tomadas. Se pueden auxiliar de recolecta de datos en hojas de inspección sobre la áreas que están a prueba, se analizan los resultados en histogramas, diagramas de pareto, diagramas de dispersión. Tormenta de ideas para corregir las causas raíz.
- D6. Implementar acciones correctivas permanentes. Tomada la decisión correcta se implementan controles y monitoreos se establece un plan de acción con fechas y responsables así como los recursos destinados a la solución del problema.
- D7 Prevenir la repetición. Para prevenir la repetición de este problema o similares se han de producir modificaciones en los sistemas de gestión, sistemas de operación, prácticas, y procedimientos tales como planes de control de procedimientos, instrucciones de trabajo, planes de formación, formación realizada, ayudas visuales. Y en general se institucionalizan las medidas preventivas.
- D8. Reconocimiento del equipo. Reconocimiento por parte de la dirección del buen trabajo realizado por el equipo 8D. Se dan a conocer los logros, los resultados de la solución tomada, motivación y reconocimiento público del equipo involucrado en la solución. Cualquier reconocimiento es bueno pero evitar remuneraciones económicas.

Análisis de la metodología de ocho disciplinas globales

Es una metodología muy completa que implementa una propuesta de corrección inmediata para evitar que el problema siga creciendo mientras que se llega a una solución, muestra un



procedimiento para localizar el problema de raíz, se apoya en los trabajadores estimulando su estancia en la empresa y creando valores dentro de ellos. Estandarizar la solución e implementa medidas preventivas para evitar o dar locución a un problema futuro. Es muy flexible en la adaptación de las herramientas de otras metodologías. Tiene el ligero inconveniente de ser demasiado elaborada y en problemas pequeños conviene aplicar alguna otra metodología, en general es muy eficaz en grandes y medianas empresas (hay mucho personal disponible a trabajar en su tiempo libre) en problemas donde se desconoce la raíz.



Metodología TRIZ

TRIZ, acrónimo de las palabras rusas Teorija Rezheniija Izobretatelskih Zadach (teoría innovadora para la solución de problemas)

Metodología desarrollada por el profesor Genrich Saulovich Altshuller (1926–1998) en la antigua Unión de Republicas Socialistas Soviéticas. Trabajando en la oficina de patentes del departamento de marina de soviética, se dio a la tarea de estudiar los principios fundamentales en que se basan las patentes que llegaban y las que ya estaban en la oficina.

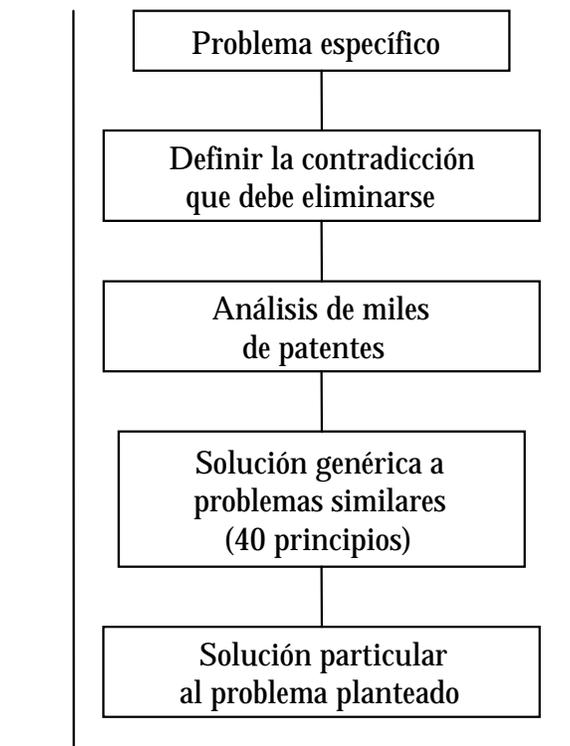
En los años 60 y los años 70, él categorizó las soluciones en cinco niveles.

- Nivel uno. Problemas rutinarios del diseño solucionados por los métodos bien conocidos dentro de la especialidad. No necesita ninguna invención. Cerca del 32% de las soluciones están dentro de este nivel.
- Nivel dos. Mejoras de menor importancia a un sistema existente, por los métodos conocidos dentro de la industria. Generalmente con un cierto compromiso. Cerca del 45% de las soluciones están dentro este nivel.
- Nivel tres. Mejora fundamental a un sistema existente, por los métodos sabidos fuera de la industria. Contradicciones resueltas. Más o menos el 18% de las soluciones están en esta categoría.
- Nivel cuatro. Una nueva generación que utiliza un nuevo principio para realizar las funciones primarias del sistema. La solución encontró más en ciencia que en tecnología. El cerca de 4% de las soluciones caen dentro de esta categoría.
- Nivel cinco. Un descubrimiento o el iniciar una invención científico raro esencialmente de un nuevo sistema. El cerca de 1% de las soluciones están en esta categoría.

La metodología TRIZ se basa en los principios de los inventos ya existentes para aprovecharlos en los problemas de innovación tecnológica.



El esquema general Fig. 3.5, que aportó el profesor Altshuller para resolver problemas generales de inventiva o innovación tecnológica.



Esquema de la metodología TRIZ

Dibujo 3.5 Esquema de la metodología TRIZ

Esta metodología para resolver problemas de inventiva parte de crear o mejorar sistemas tecnológicos¹ la cual puede descomponerse en subsistemas tecnológicos. A su vez están sujetas a las leyes que plantea la metodología.

- Ley integradora, se refiere a la unión de las partes o subsistemas que se unen en uno solo el cual realizará una tarea específica:
 - Motor: Subsistema que se encarga de transformar algún tipo de energía en otra para que el resto del sistema funcione evacuadamente.
 - Órgano de transmisión: Subsistema mediante el que se transmite la energía del motor al órgano de trabajo.
 - Órgano de trabajo: Subsistema que se encarga de realizar la tarea para la cual está diseñado el sistema en general.
 - Órgano de control: Subsistema encargado de controlar y regular la tarea de acuerdo a las especificaciones que el usuario requiera.

¹ Según Altshuller “cualquier cosa que se emplea para llevar a cabo alguna tarea es un sistema tecnológico”



-
- Ley de transmisión de energía, se refiere a que todos los sistemas tecnológicos mejoran, en relación con la conducción de energía. Esta transmisión puede emplear algún sistema mecánico: una banda, una flecha. Algún campo como puede ser: Magnético, térmico, eléctrico. Ó empleando alguna sustancia como: vapor de agua, sodio líquido, entre otros.
 - Ley de armonización de ritmos, los sistemas evolucionan al aumentar la armonía de los órganos de trabajo, esto es sincronizar el motor con transmisión para que esta a su vez entregue la energía al órgano de trabajo justo cuando lo requiera y la cantidad precisa.
 - Ley de idealidad creciente, la evolución que sufren los sistemas tecnológicos hacia un mejor desempeño. La constante mejora de un sistema esta en función de mejorar aspectos y reducir costos.
 - Ley de desarrollo defasado, el grado de defasamiento de la evolución del sistema aumenta con la complejidad del mismo. Un sistema no siempre evoluciona al parejo sino que unos subsistemas se estancan u otros avanzan muy rápido.
 - Ley transición a un supersistema tecnológico, cuando un sistema llega a su máximo nivel de desarrollo este puede pasar a convertirse en un subsistema de un sistema mucho más complejo.
 - Ley de transición de lo macro a lo micro, se refiere a la disminución de espacio, peso ó volumen de un sistema.
 - Ley de incremento dinámico, se refiere al grado de movilidad de algunas partes del sistema permitiéndole mayores funciones, dicho de otro modo mayores funciones son realizadas por menos sistemas. Encontrando nuevas aplicaciones a dicho sistema.

Además de las leyes de la evolución de los sistemas tecnológicos, se tienen, por otra parte, las etapas de evolución de los sistemas en las que se ve el desarrollo de un sistema en función del la tarea para la que fue diseñado, desde su infancia hasta su vejez en la que ya prácticamente no se le puede mejorar nada al sistema, lo que plantea el cambio de sistema de forma radical por otro con principios diferentes.

Parámetros y principios

A partir de estas características y principios es como se realiza la matriz de contradicción expuesta en el apéndice.

Altshuller propone resolver los problemas de inventiva primero identificando los problemas y sea de paso las contradicciones* que se quieren resolver. TRIZ se aplica a problemas de todos los sectores industriales, cualquiera que sea su dificultad. Aunque parezca radical, TRIZ ofrece soluciones conceptuales para cualquier problema. A su vez, si la



implementación de dichas soluciones conlleva nuevos problemas, se puede aplicar de nuevo TRIZ, para resolverlos.

Ejemplo

Se tiene una granja integral en la cual se producen peces en un estanque. En condiciones normales el contenido de oxígeno en el agua es muy bajo y eso afecta negativamente la producción de peces. Por lo tanto se debe aumentar la concentración de oxígeno en el agua.

Aplicación de TRIZ

- Característica que se desea mejorar, parámetro 39 “capacidad/productividad”
- Identificación del problema, baja producción por falta de oxígeno en el agua.
- Contradicción, El oxígeno se pierde durante la producción de peces, parámetro que empeora 23 “perdida de sustancia”.
- Aplicación de la matriz, buscar la intersección entre el parámetro a mejorar y el parámetro que empeora, en este caso el resultado es 10,23,28,35
- Anotar los principios
 10. Acción anticipada
 - a. Llevar a cabo la acción anticipadamente
 - b. Arreglar objetos con antelación de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario y en el lugar adecuado
 23. Retroalimentación
 - a. Establecer la retroalimentación
 - b. Incrementar la retroalimentación
 28. Remplazar un sistema mecánico con otro sistema
 - a. Remplazar un sistema mecánico con un óptico, acústico o térmico
 - b. Emplear campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos para interactuar con un objeto
 35. Transformación de propiedades
 - a. Cambio de estado físicote algún componente del sistema tecnológico
 - b. Cambio de concentración o densidad
 - c. Cambio de temperatura
- Interpretar los resultados

Una de las posibles soluciones es instalar un compresor mediante el cual se mezcla aire y agua en una cámara de alta presión, antes de que el agua sea enviada al estanque, para saturar el agua de oxígeno. Innovación 10 y 35 acción previa y transformación de propiedades.



Otra es inyectar oxígeno puro al flujo de agua sugerencia 10 y si es posible disminuir la temperatura que es proporcional a la solubilidad de los gases

* Las contradicciones

Uno de los conceptos más importantes dentro de TRIZ es el de las contradicciones que se considera el origen de todo problema técnico. Una contradicción surge cuando dos necesidades de un producto o proceso están en conflicto y sin embargo están asociadas para alcanzar un objetivo. En todos los procesos industriales donde se detecta un problema hay al menos una contradicción. Las contradicciones se clasifican fundamentalmente en técnicas, físicas y humanas: eliminar estas contradicciones es el objetivo a lograr.

Una contradicción técnica representa el conflicto entre dos elementos de un mismo sistema. Una contradicción física implica condiciones contradictorias de un mismo elemento físico, donde parece obvio que una cierta característica no puede ser y no ser a la vez. Las contradicciones humanas se deben a lo que Altshuller llamó “Inercia psicológica” que consiste en un bloqueo o resistencia a aceptar un cambio, producto de la creatividad de otros. Altshuller también diseñó herramientas para disminuir esta dificultad. Aunque hay más tipos de contradicciones, estas tres son las que dominan cualquier sistema industrial.

La mayoría de los problemas técnicos están llenos de contradicciones, cuyos síntomas se reflejan en los problemas de producción, de calidad, del proceso, etc. Estos problemas, difíciles de resolver, casi nunca están bien definidos y rara vez se resuelven de manera correcta. En TRIZ se tienen procedimientos sistemáticos para poner en evidencia dónde se encuentra la causa prístina del problema y luego plantearlo en función de sus contradicciones. Un problema así definido se convierte en un problema simple, TRIZ utiliza herramientas técnicas para eliminar estas contradicciones y así considerar a la situación problemática como resuelta de una manera innovadora.

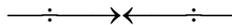
Aplicar TRIZ incluye una correcta definición del problema e identificar la necesidad concreta de mejora o novedad como elementos necesarios para utilizar las herramientas y bases de conocimiento.

Análisis de la metodología TRIZ

La mayor ventaja de esta metodología es que presenta soluciones específicas a todos los problemas de inventiva, ya probadas en otras invenciones, a diferencia de otras metodologías que proponen ideas y estimulan el pensamiento. Mucha diferencia hay entre estimular el pensamiento propio o colectivo y buscar una solución de problemas similares de entre 6,000 patentes además de que son problemas resueltos, por la cuestión del tiempo sigue siendo superior la metodología TRIZ siendo la definición de el problema o como dice Altshuller las contradicciones el resto es buscar el la tabla de contradicciones y ponerlo en practica. En ocasiones un problema deriva en otros problemas para lo cual también se puede aplicar nuevamente la metodología TRIZ. Una de sus desventajas es que para problemas que no tienen que ver con la inventiva su aplicación es muy limitado en cuanto a la matriz pero con un poco de estudio estadístico se puede realizar una nueva matriz enfocada hacia resolución de otro tipo de problemas, requeriría de tiempo, esfuerzo, una



base de datos sobre cierto tipo de problemas (psicológicos, financieros, laborales, entre otros), pero se puede realizar y meter a un programa y tener por separado cada tipo de problemas o bien realizar una súper matriz de problemas y soluciones, de hecho en Japón ya hay casos parecidos en los que se almacena información en un chip y luego lo implementan en robots, estas aplicaciones se están realizando actualmente en la NASA¹, en un proyecto que consiste en mandar robots inteligentes al luna.



Metodología seis-sigma (*six-sigma*): calidad industrial

La metodología seis sigma, es la aplicación de una serie de herramientas para solucionar problemas que surgen en la calidad de los productos o servicios, que una empresa puede tener con el cliente. Presentada en una enfoque estadístico.

Seis-Sigma (6σ), se inicio en Motorola en 1986, aplicada para ofrecer un mejor producto o servicio, más rápido y al costo más bajo. La Sigma (σ) es una letra tomada del alfabeto griego utilizado en estadística como una medida de variación. La metodología 6σ se basa en la curva de la distribución normal (para conocer el nivel de variación de cualquier actividad).

Consiste en elaborar una serie de pasos para el control de calidad y optimización de procesos industriales. En los procesos industriales se presenta el costo de baja calidad, ocasionado por:

- Fallas internas, de los productos defectuosos; problemas en el control de materiales.
- Fallas externas, de productos regresados; garantías y penalizaciones.
- Evaluaciones del producto, debido a inspección del proceso y producto; utilización, mantenimiento y calibración de equipos de medición de los procesos y productos; auditorias de calidad y soporte de laboratorios.
- Prevención de fallas, debido al diseño del producto, pruebas de campo, capacitación a trabajadores y mejora de la calidad.
- Debido a esto, se decide aplicar la metodología 6σ en los procesos industriales para prevenir el costo de baja calidad y con ello tener procesos, productos y servicios eficientes.

Al aplicar el Seis-Sigma en el análisis de procesos industriales se pueden detectar rápidamente problemas en producción como cuellos de botella, productos defectuosos, pérdidas de tiempo y etapas críticas.

¹ <http://www.nasa.gov>



Seis-Sigma es el indicador de defectos por unidad, sea una unidad un producto o servicio, a continuación se muestra la tabla 3.1 del el número de sigmas y lo que implica cada una de ellas.

Tabla 3.3

Sigmas	Defectos por millón de unidades	Costo de la no calidad (% de ventas)	Competitividad
6	3.4	Menos del 10%	Clase mundial
5	233	10 al 15%	
4	6,210	15 al 20%	Promedio industrial
3	66,807	20 al 30%	
2	308,537	30 al 40%	No competitivo

Como se muestra un nivel de seis sigmas, es una labor muy ardua que representa un estricto control de la calidad durante todo el proceso de elaboración o servicio que se presta. Como podemos ver en la tabla implica tener 3.4 errores en una fabricación o préstamo de servicios de un millón de unidades. Esto es 3.4 devoluciones o quejas de entre un millón de clientes.

Para obtener el nivel sigma, se calcula el DPU (defectos por unidad) dividiendo el número de errores o defectos entre el número de unidades, y a este valor se le calcula el inverso de la distribución normal, fácilmente se puede calcular mediante algún paquete estadístico como Excel por ejemplo¹, se toma el valor absoluto del resultado y finalmente se agregan 1.5 sigmas ya que las desviaciones estándar también pueden variar.

Para alcanzar Seis-Sigma, se deben utilizar ciertos parámetros (control de calidad total, cero defectos, procedimientos de ISO-9000, procedimientos a nivel mundial de calidad del producto, control estadístico de procesos y técnicas estadísticas). La metodología de Seis-Sigma permite hacer comparaciones entre negocios, productos, procesos y servicios similares o distintos. Proporciona herramientas para conocer el nivel de calidad de la empresa y al mismo tiempo provee dirección con respecto a los objetivos de crecimiento de la empresa.

La misión del 6 σ es proporcionar la información adecuada para ayudar a la implementación de la máxima calidad del producto o servicio en cualquier actividad, así como crear la confianza y comunicación entre todos los participantes, debido a que la actividad del negocio parte de la información, las ideas y la experiencia, y esto ayuda a elevar la calidad y el manejo administrativo. El Seis-Sigma es un programa que se define en dos niveles: operacional y gerencial. En el nivel operacional se utilizan herramientas estadísticas para elaborar la medición de variables de los procesos industriales con el fin de detectar los defectos (el 6 σ tiene un rango de 3.4 defectos por cada millón. El nivel gerencial analiza los procesos utilizados por los empleados para aumentar la calidad de los productos, procesos y servicios.

Componentes básicos para el programa de calidad seis-sigma.

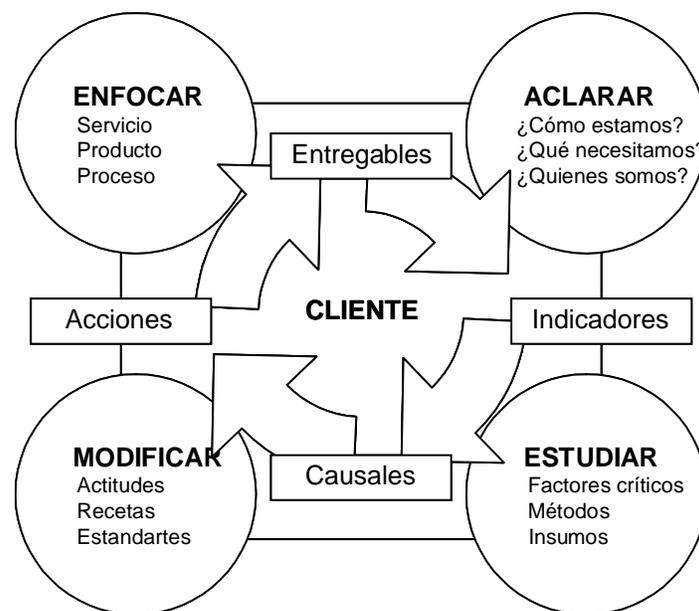
¹ Para Excel 2002 en español, se calcula mediante la función =DISTR.NORM.ESTAND.INV(DPU)



El proceso de la mejora del programa Seis-sigma, se elabora en base a una serie de pasos que se muestran a continuación:

- Definir el producto y servicio.
- Identificar los requisitos de los clientes.
- Comparar los requisitos con los productos.
- Describir el proceso.
- Implementar el proceso.
- Medir la calidad y producto.

Gustavo Gutiérrez Garza en su libro¹ muestra esto de una forma práctica mediante un esquema.



Dibujo 3.6 Esquema de Calidad de la metodología seis sigma

En el que explica que alcanzar un nivel de calidad requiere de esfuerzos, pero bien orientado lleva a excelentes resultados.

Las medidas de calidad deben contener las siguientes características:

- Los procesos de producción pueden utilizar el error de tolerancia.

¹ Aterrizando seis sigma, ver bibliografía



- Detectar los defectos por unidad (DPU).

Herramientas de mejora de calidad.

La metodología 6σ . Utiliza herramientas estadísticas para mejorar la calidad. Estas herramientas son para conocer los problemas en el área de producción y saber el porque de los defectos. Las principales herramientas que se utilizan en el Seis-Sigma son¹:

- Diagrama de flujo de procesos; con el cual se conocen las etapas del proceso por medio de una secuencia de pasos, así como las etapas críticas.
- Diagrama de causa-efecto; es utilizado como lluvia de ideas para detectar las causas y consecuencias de los problemas en el proceso.
- Diagrama de pareto; se aplica para identificar las causas principales de los problemas en proceso de mayor a menor y con ello reducir o eliminar de una en una (empezando con la mayor y después con las posteriores o con la que sea más accesible).
- Histograma; con el cual se observan los datos (defectos y fallas) y se agrupan en forma gaussiana conteniendo los límites inferior y superior y una tendencia central.
- Gráfica de corrida; es utilizada para representar datos gráficamente con respecto a un tiempo, para detectar cambios significativos en el proceso.
- Gráfica de control; se aplica para mantener el proceso de acuerdo a un valor medio y los límites superior e inferior.
- Diagrama de dispersión; con el cual se pueden relacionar dos variables y obtener un estimado usual del coeficiente de correlación.
- Modelo de regresión; es utilizado para generar un modelo de relación entre una respuesta y una variable de entrada.

Estrategia de mejora

El programa de mejora es una etapa importante en la elaboración de un producto que permite obtener buena calidad. Este proceso se divide en cuatro etapas:

- Etapa1 (Medición). Consiste en seleccionar una o más características del producto: como lo son las variables dependientes que identifican el proceso, tomar las medidas necesarias y registrar los resultados del proceso en las “tarjetas de control”, estimando el corto y largo plazo de la capacidad del proceso en la elaboración del producto.

¹Las herramientas a detalle se muestran en el apéndice



- Etapa 2 (Análisis). Implica la clave de la ejecución de las medidas del producto. Un análisis de intervalo es tomado por lo regular para identificar los factores comunes y exitosos de la ejecución: los cuales explican las mejores formas de aplicación. En algunos casos es necesario rediseñar el producto y/o el proceso, en base a los resultados del análisis.

- Etapa 3 (Mejora). Se identifican las características del proceso que se puedan mejorar.

Una vez realizado esto, las características son diagnosticadas para conocer si las mejoras en el proceso son relevantes.

- Etapa 4 (Control). Nos ayuda a asegurar que las condiciones del nuevo proceso estén documentadas y monitoreadas de manera estadística con los métodos de control del proceso.

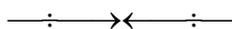
En la metodología Seis-Sigma se realiza la capacitación del personal con el fin de obtener una buena calidad. El entrenamiento provee a los candidatos con el conocimiento y características para guiar y dirigir la implementación de la metodología Seis-Sigma en su empresa. Las dos semanas del ciclo de entrenamiento son completados con cinco días de instrucciones en el salón de clases, seguidos por 30 días de aplicación en el trabajo. Las personas encargadas de poner en práctica el Seis-Sigma son clasificadas por su capacidad de analizar los procesos y se muestran a continuación:

Análisis de la metodología Seis-Sigma

La metodología Seis-Sigma es aplicada a procesos industriales con el fin de obtener una buena calidad de los productos (bienes y servicios). La mayoría de las compañías a nivel mundial utilizan la metodología 6 σ elaborando inspecciones visuales y electrónicas y aplicando las herramientas estadísticas, con las cuales se puede observar el comportamiento de los procesos.

Una vez observado el comportamiento del proceso, se procede a reducir al máximo los defectos en los productos o servicios, y lograr la plena satisfacción del cliente. Las empresas japonesas son un ejemplo en donde se aplica el Seis-Sigma, debido a que en los procesos de producción utilizan el sistema vendedor-cliente, en cada etapa del proceso y cada etapa es responsable de su actividad y debe entregar el producto con buena calidad (sin defectos).

Tiene su mayor aplicación en cuanto a detectar problemas y verificar la calidad de los procesos. No así para proponer soluciones ya que su enfoque es más a detectar defectos, cuantificarlos, analizarlos e indicar claramente cual es el problema a resolver, que si retomamos la solución general de un problema, llegar a este paso es ya más de la mitad de la solución del problema.





Metodología y sugerencias de distribución en plantas

Hasta hace poco la distribución era una situación a la cual se le daba poca importancia, sin embargo al igual que otras situaciones puede llegar a ser un problema, si no se soluciona a tiempo y recalcar que en una empresa que se esta formando no toma en cuenta esta situación en un principio, puede generar varios problemas a la larga y muchos de ellos casi irremediables, la distribución bien empleada en una planta y más hoy en día que los espacios son mas costosos toma mas importancia, algunas de las ventajas de una buena distribución se muestran a continuación:

- Reducción de riesgos para la salud y aumento de seguridad para los trabajadores.
- Elevación de la moral en los trabajadores y satisfacción del obrero.
- Incrementos de la producción.
- Disminución de retrasos de la producción.
- Ahorro de área ocupada (áreas de producción, almacenamiento y servicios).
- Reducción del manejo de materiales.
- Una mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y de los servicios.
- Reducción de materia len el proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.
- Reducción del trabajo administrativo y del trabajo indirecto en general.
- Supervisión más fácil y mejor.
- Disminución de la congestión y confusión.
- Disminución del riesgo del material o su calidad.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones de operación.
- Ventajas diversas.

Factores que se consideran al tomar una decisión

- Material. Diseño (peso, tamaño, textura, volumen), manejabilidad, peligrosidad, sensibilidad, precio o valor, otros.



-
- Personal. Capacidad de operación, limitación de espacio, servicios (comedor, sanitarios, vestidores, áreas recreativas, áreas deportivas, otros), seguridad, tiempo de operación, otros.
 - Maquinaria. Dimensiones, manejabilidad, puntos de operación, sensibilidad, mantenimiento, limpieza, tomas de energía, otros.
 - Área de trabajo. Dimensión horizontal y vertical, servicios de operación (agua energía eléctrica, aire comprimido, vapor “baja, alta y de servicio”, otros energéticos), condiciones climáticas, puntos de carga y descarga hacia los almacenes.

La solución al problema de distribución en plantas se da de acuerdo a los siguientes puntos.

- Planta nueva.
- Expansión o traslado a una planta ya existente.
- Reordenamiento de una planta ya existente.
- Ajustes menores en plantas ya existentes.

Planta nueva

En el caso de una planta nueva el procedimiento es el siguiente:

- Determinar una lista de los equipos del proceso, su mantenimiento, limpieza del equipo y del área de trabajo, lista del personal operario, supervisores e inspectores.
- De aquí en adelante se pueden tomar dos caminos: pedir la ayuda de expertos o diseñar el área de trabajo en forma flexible.
- Si se opta por pedir ayuda, recomendable en plantas grandes, se puede hacer mediante la metodología tipo Delphi con ayuda de una tormenta de ideas con operarios, ingenieros de proceso de plantas similares, ingenieros en distribución de planta. Posiblemente programadores y diseñadores gráficos. O empresas dedicadas a esta tarea. Cualquier precio es aceptable si se piensa en los problemas futuros que se eliminan en un inicio.
- Si se prefiere una distribución propia, recomendable en empresas poco complejas y de tamaño moderado, siga los siguientes pasos.
- Elaboración detallada del plano de la empresa, espacio permitido de construcción vertical, accesos a vialidades determinar un punto de descarga de materia prima y otras sustancias para limpieza, mantenimiento repuestos de equipo etc. Accesos y salidas al estacionamiento.



-
- Descripción del proceso hacer un diagrama de flujo del proceso completo incluyendo descarga de materia prima almacenaje y distribución.
 - Lista de áreas alternas al proceso, varias de esta lista son opcionales y algunas pueden faltar en la lista; oficinas, estacionamientos, servicios sanitarios, áreas recreativas, área de mantenimiento, cuarto de maquinas, cuarto de control, cuarto de limpieza, puestos de vigilancia, almacenes, laboratorio, zona de pruebas, zonas de seguridad en caso de siniestros, rutas de salida, pasillos, recibidor, comedor con o sin cocina, salas de juntas, área de maquinas expendedoras, cajeros, área de servicio y atención al cliente.
 - Establecer el tamaño óptimo de cada área antes descrita. Así como el área requerida para cada proceso unitario. Incluyendo la toma de servicios auxiliares y descarga de desechos; agua, energía eléctrica, vapor aire comprimido, líneas telefónicas, red computacional, botes de basura, sistema de drenaje, contenedor de residuos tóxicos.
 - Hacer modelos a escala de cada área, desde piezas de cartón hasta maquetas y modelos en computadora, estos últimos son mejores porque representan las diferentes áreas en tres dimensiones.
 - Pedir ayuda a diferentes personas preferentemente que vayan a estar involucradas en cada área. Aquí se pueden aplicar varias metodologías, tormenta de ideas, pensar en el futuro, hacer preguntas, TRIZ, grupos C-C, incluso un análisis morfológico. Se pueden realizar visitas a plantas ya establecidas.
 - Hacer una toma de decisiones en base a los beneficios y posibles problemas que puedan surgir de cada distribución.

Expansión o traslado a una planta ya existente:

- Igual que en una planta nueva hay que determinar el espacio disponible así como el espacio requerido, una forma útil es hacer un modelo a escala, tomando en cuenta el servicio, mantenimiento y espacio para su operación.
- Procedimiento de distribución en una expansión o reubicación.
- Hacer una lista del espacio requerido.
- Así como del espacio disponible.
- Aplicar alguna de las siguientes metodologías.
 - Metodología C-C.
 - Tormenta de ideas.
 - Grupos Delphi.
 - Pensamiento lateral.
 - Entre otras.



- Integración con la planta ya existente en cuanto a almacenaje, pasos y accesos peatonales y de maquinaria, servicios sanitarios, entre otros espacios que se deben compartir con el resto de la empresa.
- Tomar una decisión
- Hacer un modelo con la decisión tomada invitar al los operarios ingenieros responsables de la distribución y algunas personas involucradas indirectamente con la planta (personal de la planta ya existente), tomar notas de las correcciones
- Verificar las correcciones con los principios de distribución y tomar la decisión final.
- Hacer un Gant para realizar la distribución en el menor tiempo posible.

Reordenamiento de una planta ya existente:

En muchas ocasiones el reordenamiento es una tarea muy difícil y conlleva ciertos gastos, retrasos y hasta paro de producción, antes que nada debe hacerse una evaluación económica de la situación.

- Se hace una lista de los principales problemas respecto al espacio se analizan los principales.
- Se hace una lista de los equipos así, del personal, operarios y cualquier otra cosa que pueda moverse.
- Las trayectorias comúnmente usadas por los operarios y accesos a la planta y a cada equipo.
- Aplicar metodologías como tormenta de ideas, c-c, pensamiento lateral. Entre otras. Así como los principios de distribución. Hacer un modelo a escala verificarlo y corregirlo.

Cambios mínimos en una planta ya existente:

Son cambios en plantas donde existen modificaciones en el proceso o el cambio de alguna maquinaria, se realizan de acuerdo a las especificaciones del equipo, o las condiciones que el proceso requiera, así como las indicaciones que los operarios indiquen.

A continuación se muestran los principios de distribución.

- Principio de integración y conjunto:

La mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales y la maquinaria, las actividades auxiliares así como, sí como cualquier otro factor, de modo que resulte un compromiso óptimo entre todas las partes. Una distribución es la integración de toda



la maquinaria e instalaciones en una gran unidad operativa, es decir que en cierto sentido convierte la planta en una máquina única.

No es suficiente conseguir una distribución que sea adecuada para los operarios directos, debe ser conveniente también para el personal indirecto, los obreros de mantenimiento, el personal de control de producción, los inspectores. Además debe existir un espacio para la protección contra fuego, humos y vapores, así como servicios que faciliten la operación, mantenimiento y supervisión.

- Principio de la mínima distancia recorrida:

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea el más corto.

Todo proceso industrial implica movimiento de material, por más que deseemos eliminarlo no podemos conseguirlo por completo, siempre que dividimos el proceso en varias operaciones, podemos disponer un especialista o una máquina específica para cada una de ellas, esta especialización del trabajo y de la maquinaria es la base de una producción eficiente, a pesar de que supone movimiento de material de una operación a otra. Estamos por tanto bien dispuestos a realizar estos traslados, aunque no añaden ningún valor al producto por sí mismos. Al trasladar el material se procura ahorrar, reduciendo las distancias que este deba recorrer. Estos es que trataremos de colocar las operaciones sucesivas lo más próximas posibles, de este modo eliminaremos el transporte entre ellas puesto que cada una de ellas descarga el material en el punto que la otra lo recoge.

- Principio de la circulación o flujo de materiales:

El material se moverá progresivamente de cada operación o proceso al siguiente, hasta su terminación no deben existir retrocesos o movimientos transversales. Habrá un mínimo de congestión con otros materiales u otras piezas del mismo conjunto. El material se desplazará a través de la planta sin interrupción

Este principio no implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita tampoco el movimiento en una sola dirección. Muchas buenas distribuciones, precisan recorridos en zigzag o en círculo y cuando trabajamos en un edificio se preferirá el recorrido en forma de U, el concepto de circulación se centra en la idea de un constante progreso hacia la terminación con un mínimo de interrupciones, interferencias o congestiones, más bien es una idea de dirección.

- Principio de espacio cúbico:

La economía mejora si se aprovecha todo el espacio disponible horizontal y vertical. En varias empresas el espacio vertical solo se aprovecha en un treinta por ciento. Sin contar la posibilidad de construir un piso más o como en muchos lugares actualmente se están demoliendo los viejos edificios para aprovechar el espacio bajo la superficie. Y



maximizar el espacio de construcción. Pero aún en lugares ya establecidos se puede aprovechar mejor el espacio. Colocando estanterías rieles sistemas de transporte de materia o herramienta.

- Principio de la satisfacción y la seguridad:

Se procura que el trabajo sea lo más satisfactorio y seguro posible, compartiendo las normas de seguridad y la satisfacción del trabajo. Un empleado siempre rinde más en un ambiente laboral agradable seguro y afín a sus habilidades. Se busca también desarrollar programas, alternativos al trabajo de satisfacción y motivación personal, que se pueden adecuar ciertos espacios para dicha tarea, movimiento mínimo de equipo de trabajo, para la realización de la actividad (una hora de ejercicio, una platica de motivación, informe de los avances de la compañía, felicitaciones en público, reuniones familiares, entre otros). Estos lugares generalmente son improvisados pero puedes estar programados y planeados para un mejor aprovechamiento del espacio y evitar con ello también pérdidas de tiempo. Incluso se puede dedicar ciertos espacios únicamente para el recreo de los empleados, ludo tecas, sala de video, sala de estar, áreas deportivas. Jardines entre otros.

- Principio de flexibilidad:

Una distribución que permita reordenamientos y ajustes futuros sin que ello genere costos extras en tiempo y dinero, identificar los equipos móviles y los fijos, ya que estos últimos deben quedar bien colocados desde un principio dejando espacio para su mantenimiento, limpieza, área de trabajo y acceso a él. El resto de los equipos que puede ser movido con cierta facilidad evitar anclarlo al piso pared o techo según sea el caso, se pueden colocar sistemas que permitan su fácil manejo; asas, ruedas, sistema de desmantelamiento en piezas pequeñas de fácil armado y desarmado, colocar protección en caso de se un equipo caliente, cortante, tóxico, o de difícil manejo con las manos desnudas.

Deben existir diferentes accesos a las áreas de trabajo y rutas de salida en caso de emergencia. Estas rutas deben permitir el acceso de cualquier material o equipo con el que se trabaje no solo el paso de los empleados.

Los diferentes tipos de distribución de plantas.

- Movimiento de material.

El material se mueve de un lugar de trabajo hacia otro. Por ejemplo una embotelladora, refinería, destilería, otras.

- Movimiento de personal:



Los operadores se mueven de un lugar de trabajo hacia otro, modificando la unidad en cada punto, y en ocasiones llevando consigo herramienta ligera. Por ejemplo soldadores en un astillero.

- Movimiento de maquinaria:

Se mueven las máquinas para trabajar en diferentes puntos de una unidad de gran tamaño, como las ensambladoras o en las constructoras.

- Movimiento de material y personal:

El personal mueve el material del trabajo de un lugar a otro y lo modifica en cada punto. Por ejemplo el ensamblaje de juguetes donde es más fácil llevar el juguete de un departamento a otro.

- Movimiento de material y maquinaria:

El material y la maquinaria son movidas hacia un operador, se hacen llegar en su mayoría por bandas o brazos mecánicos o algún otro medio donde el trabajador le cuesta estar moviéndose o está en lugares riesgosos que le impiden llegar cargando el material y el equipo.

- Movimiento del personal y maquinaria:

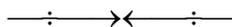
Hombres y maquinaria se mueven sobre una gran unidad, manejo de grúas, camiones pesados, tractores aplanadores y otros equipos móviles.

- Movimiento de maquinaria, personal y material:

Suele ser poco usual pero en ocasiones las fábricas móviles, ahorran tiempo y dinero, por ejemplo un pesquero que envasa en alta mar, petroleros que refinan el producto mientras viajan. Entre otras.

Análisis de la metodología de distribución en plantas

Es una metodología muy específica, para distribución y reordenamiento en plantas, sin embargo bien aplicada puede resolver varios problemas con una inversión mínima y puede prevenir y evitar problemas futuros, ayuda a maximizar el rendimiento de una empresa. Tiene las limitaciones de ser específica y no poder resolver por sí misma otro tipo de problemas que no se refieran a la distribución, y en plantas ya existentes puede generar varios problemas si no se planea bien la reestructuración ya que en algunos casos requerirá de el paro de actividades. Y ciertos gastos de traslado. Con todo esto sigue siendo muy útil y flexible en cuanto a trabajar con otras metodologías.





Estrategia para la selección de una metodología en la solución de problemas

La aplicación de una metodología u otra esta en función de las características de los problemas, aquí se tratara una selección de estas con un enfoque empresarial. Esto es para la solución de problemas en las empresas.

Comenzaremos haciendo una lista de los principales problemas y cual es la metodología que le convendría aplicar para resolver problemas y por que.

Problemas en general de una empresa:

- Problemas de equipo e infraestructura.
- Problemas de personal.
- Problemas económicos.
- Problemas de distribución de espacio.
- Accidentes.
- Problemas exteriores.
- Problemas de calidad.

Los problemas de equipo e infraestructura

Son los relacionados con los objetos e infraestructura implicados directamente o indirectamente en el proceso de elaboración del producto, ya sea que no funcione, funcione mal o cause daño colateral.

El equipo o la infraestructura no funcionan; esta descompuesto o deteriorado, ya no cumple con los requerimientos de la empresa (cantidad, calidad, tiempo de entrega, etc.).

El equipo o la infraestructura funcionan mal; no realiza su función de una manera adecuada al procedimiento.

Daños colaterales; daña el producto o materia prima, daña al personal u obstruye su labor, daña o deteriora el entorno.

El procedimiento a seguir es la hoja de los seis pasos.

- Detectar el problema¹.

¹ En el capítulo 2 se vio una metodología para detectar problemas



-
- Acción correctiva inmediata.
 - Análisis de causa raíz y plan de acción.
 - Acción correctiva definitiva y plan de acción (Metodología).
 - Ejecución de solución.
 - Verificación.
 - Análisis y documentación.

Las metodologías que se sugieren son:

- TRIZ, esta metodología ayuda a rediseñar el equipo y si hace falta también puede ayudar en el diseño de nuevo equipo, o de nuevos procesos ya que esta basado en el análisis de más de 6000 patentes. La forma tradicional es encontrar una contradicción en el equipo o proceso o estructura y en base a una tabla se sugieren soluciones específicas.
- El método de hacer preguntas, se aplica desde la búsqueda del problema hasta las preguntas de Alex Osborn y ver como se puede resolver. Aún cuando es más simple que el método TRIZ también es más sencillo y rápido de usar. Queda ambiguo en como resolver el problema más bien es útil en generar ideas.
- Dentro del pensamiento lateral, la variante de reversión del problema y los seis sombreros, generan alternativas innovadoras y hace reflexionar sobre lo que se esta haciendo, suelen ser fáciles de usar, la precisión esta de acuerdo al grupo que aplique las metodologías
- El análisis morfológico, es un poco tardado y no enfatiza una solución óptima, si genera nuevas propuestas que bien puede ser aplicado en conjunto con otras metodologías. Se sugiere más cuando no se tiene una idea del camino a seguir además genera todas las posibilidades y muchas no se logran más que con esta metodología. Requiere de un proceso de selección que también suele ser llevar tiempo.
- Estas pueden combinarse por ejemplo, tomar como base la metodología TRIZ y cuando esta arroje resultados puede someterse a una serie de preguntas y juicios con la metodología de los seis sombreros. Debe analizarse rápidamente y eficazmente ya que suelen ser problemas que están ligados directamente a la producción.

Problemas de personal

Son aquellos que el personal provoca hacia la empresa, paro de actividades, mal desempeño laboral, problemas externos o problemas internos.



- Paro de actividades, por alguna razón el personal deja de laborar, esta es una situación que requiere acción inmediata, antes que nada evitarla a toda costa si aún no se presenta, si la situación es inesperada, rápidamente ver su origen y elaborar un sistema de paro (evitar que el problema siga creciendo), ganar tiempo y lograr que se reestablezca la producción. Buscar una solución a largo mediano y largo plazo, se debe de tener cuidado de la opción a elegir ya que estas generalmente son irreversibles.
- Mal desempeño, los trabajadores no realizan el trabajo de acuerdo a las expectativas que se tiene de ellos, producidos por un mal ambiente laboral, falta de capacitación, falta de interés del trabajador ó el trabajador no es el adecuado para el puesto.
- Problemas internos, se dan de la relación entre trabajadores, pueden ir desde un mal desempeño de las labores hasta llegar a peleas o incluso la muerte. Son cuestiones muy delicadas de tratar ya que muchas veces los interesados no desean ayuda pero tampoco se les puede dejar que hagan lo que quieran.
- Problemas externos, la relación de los trabajadores después de sus labores con el resto del mundo, sí bien son libres de hacer lo que deseen después del trabajo, también tienen la obligación de cumplir con sus tareas al día siguiente y de mantener la calidad de su trabajo.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Identificar el problema, quien o quienes son los responsables directos.
- Acción correctiva inmediata (en algunos casos solo por ganar tiempo).
- Análisis a fondo sobre el asunto.
- Aplicar una metodología.
- Ejecución de la solución.
- Verificar el resultado de la solución.
- Documentación.
- Metodología sugerida.

Cualquier metodología utilizada debe ser en conjunto con los trabajadores y los ejecutivos o dueños de la empresa, cualquier solución que excluya a alguno de ellos es por demás infructuosa. Y redundara en agravar el problema.

- Tormenta de ideas, aquí podemos proponer una tormenta de ideas con los altos ejecutivos de la empresa, si el problema lo requiere, con la lista de ideas generadas



hacer una nueva tormenta de ideas pero ahora con los afectados directamente, cuidando el bienestar de la empresa y el bienestar de los trabajadores.

- Método de la empatía, nos ayuda a ver como se siente el personal y que es lo que les gustaría que la empresa les ofreciera, si aunamos a la metodología de ver el futuro podemos crear un plan a seguir, discutirlo con los afectados y llegar a acuerdos de mutua responsabilidad, garantizar un buen desempeño de los trabajadores es indispensable en una compañía para quedar bien siempre con los clientes.
- El método de la flor de loto, es una buena opción si el problema es demasiado complejo aquí se pueden hacer grupos entre trabajadores y directivos, para trabajar sobre objetivos específicos, estos grupos se pueden formar sin importar que en el grupo este un trabajador con un director general, siempre y cuando el objetivo se cumpla en beneficio de la empresa y por tanto de todos.

Algunas de las soluciones de estas metodologías y otras son:

- Elaborar leyes y normas internas¹.
- Crear áreas de recreo para los trabajadores.
- Realizar actividades sociales con los trabajadores.
- Fomentar el desarrollo personal y colectivo de la empresa.
- Crear grupos C-C.
- Hacer que el trabajador se sienta parte de la compañía y que la lleve a todos lados con orgullo.

Problemas económicos

Son aquellos que se refieren a las ganancias o pérdidas económicas de una empresa, ya sea que hay demasiadas salidas de dinero o pocas entradas, que el mercado o la cartera ha caído ó hay pérdidas no planeadas.

Cuando hay un desequilibrio entre las entradas y salidas de dinero, se dice que se tiene una problema a sea que la empresa esta gastando de más o que recabado no es suficiente, debe hacerse un balance de entradas y salidas, buscar alternativas para los gastos, desde una búsqueda de materia prima más económica hasta un nuevo proceso y comercialización buscando siempre estar por encima del punto de equilibrio.

¹ Siempre existe la posibilidad de aplicar estrictamente la fuerza de la empresa sobre el trabajador pero antes que eso habría que ver si existe otra solución (evitar despidos y solucionar el problema de raíz)



El mercado o los clientes han bajado o dejado de comprar el producto. Puede ser la competencia, el cambio de gustos del cliente, prohibiciones sobre el producto, etc. Hay que detectar el problema, en todo caso hay que replantear las características del producto su difusión y presentación, así como la exploración de nuevos productos basados en los que el cliente quiere.

Las pérdidas no planeadas generalmente son a causa de algún accidente o agentes externos a la empresa deber existir en toda empresa un seguro contra accidente y robo si bien una pequeña parte las ganancias se va en esto si un día sucede un accidente ese día se va todo.

El plan a seguir es el siguiente.

- Tomar medidas y planes a seguir en caso de un desequilibrio económico.
- Descubrir el origen del problema económico.
- Aplicar una metodología.
- Aplicar la solución.
- Verificar.
- Proponer y documentar.

Las metodologías sugeridas son:

- Seis - sigma, sin duda la calidad esta ampliamente ligada al rendimiento de la empresa, en cuestiones de mejorar lo que se esta haciendo seis sigma propone soluciones integrales en forma rápida y concisa, además va mas allá de proponer soluciones sino que también se enfoca a proponer acciones de corrección. Y mediante las herramientas estadísticas que utiliza es fácil saber como esta la compañía con respecto a otros meses o años, y prever antes de tener el problema encima. Es adaptable con otras metodologías.
- TRIZ, orientado a la búsqueda de nuevos mercados y soluciones específicas de proceso, esta metodología propone soluciones concretas y no generales.
- Tormenta de ideas y sus variantes, esta metodología trae muchas soluciones y en gran variedad para ser aplicadas si bien hay que escoger una, las otras no están exentas de aplicarse incluso una buena solución sería aplicar varias soluciones.
- Metodología de hacer preguntas, y ampliarla a los clientes preguntarles que quieren o esperan del producto, ¿por qué no lo compran?, ¿por qué lo compran?
- Flor de loto, desglosa el problema en pequeños objetivos que pueden ser tratados todos por separado y simultáneamente por varias personas.



- El método científico, aplicable en investigación de nuevos mercados aún antes de que el actual caiga, requiere de inversiones considerables pero sus frutos a largo plazo son decisivos en la guerra contra la competencia.
- Otras.

Distribución de espacio

Problemas de distribución de espacio, son poco frecuentes pero pueden llegar a influir demasiado en la producción. En general podemos hablar de problemas como: accidentes, ambiente de trabajo, fallas en la producción, mala calidad, desperdicio de materia prima, retrasos, entre otras.

Son los problemas con los que se puede seguir sin resolverlos pero una buena solución a ellos genera varias mejoras en la empresa, como mejor calidad, disminución de riesgos, aumento de la moral de los trabajadores, procesos más limpios y económicos, prolongación de la vida útil de la maquinaria y equipo.

- Estos problemas pueden ser tratados mediante los principios de distribución de espacio, muchos de estos son aplicables en el diseño de la empresa, pero muchos pueden ser adaptaciones en plantas ya funcionando.
- Aplicar la metodología TRIZ, tomando como contradicción el espacio y aplicando la tabla de contradicciones.
- metodología de las 5s+1, descrita en el apéndice.

Accidentes

El tema de los accidentes es muy delicado ya que en la mayor parte de ellos requiere soluciones inmediatas de personal capacitado para cada caso, haciendo por tanto poco práctica la aplicación de una metodología de solución de problemas, más bien requiere soluciones ya conocidas y correcta aplicación ellas y esta Tesis no podría abarcar un tema tan grande como lo son tratamiento de accidentes en la industria. Por tales razones dejamos de la solución de estos problemas a personas e instituciones capacitadas para tales problemas.

Problemas exteriores

Son pocas las soluciones generales que se pueden dar a estos problemas ya que su naturaleza misma es una gama de posibilidades, pero podemos clasificar dentro de estos a todos aquellos cuyo origen es ajeno a la empresa, aquí enunciare algunos de ellos: clima, cuestiones políticas, problemas con la comunidad, problemas con la religión, entre otros.



Lo primero es ver como nos afecta este problema en lo particular, hay alguien que ya lo esta resolviendo sí es así como me puedo sumar, tiene solución inmediata, como vemos una primera metodología es la de hacer preguntas, generalmente estos problemas son muy delicados y requieren una solución precisa. La ruta a seguir es la siguiente.

- Definir el problema.
- Como afecta el problema a la empresa.
- Involucrarse en la solución¹ aplicar una metodología.
- Aplicar una solución.
- Verificar la solución.
- Documentar.

Aquí se proponen algunas metodologías, sin embargo la mejor puede ser la que la mayoría este dispuesta a seguir, se pueden hacer sugerencias sobre alguna otra pero siempre buscando el consenso general. Y al igual que con el tema de los accidentes este tema es muy extenso para tratarse en una sola Tesis. Por tanto sólo se muestran algunos ejemplos prácticos.

- Método de hacer preguntas, método sencillo que permite saber que esta pasando y puede inducir algunas soluciones sin embargo en el “cómo” es preferible usar otra metodología por ejemplo la tormenta de ideas,
- Tormenta de ideas, genera una gran cantidad de soluciones y en estos casos es bueno tener más de una solución, conviene hacer la tormenta de ideas con personas representativas de los lugares afectados por el problema.
- El método Delphi, muy útil es estos situaciones ya que la mayor parte de estos problemas son ajenos en cuanto a definirlos y resolverlos, y esta metodología nos permite incluir a personas calificadas que conocen del problema, puede llegar a ser costosa pero si se involucra al resto de la comunidad puede incluso ser gratuita la solución.
- Pensamiento lateral, metodología que nos permite otros puntos de vista, muy útiles ya que podemos ser ajenos al problema pero bien podemos verlo de muchos puntos de vista. Y si lo aunamos a otras metodologías podemos concluir buenas propuestas.
- Pensar en el futuro y la empatía, suelen ser metodologías raras pero pueden generar soluciones, sí se aplican juntas dan una perspectiva muy diferente del problema y

¹ No siempre se puede aplicar nuestra metodología en ocasiones es mejor seguir con lo que ya se esta haciendo, proponiendo sin llegar a imponer.



plantea la factibilidad de aplicar dichas propuestas. Son en sí fáciles de aplicar y no requiere ningún costo, se tiene propuestas de manera inmediata.

Problemas de calidad

Llamemos calidad al grado de perfección que el cliente requiere, muchos son los problemas cuando tratamos de decidir cual es la calidad de nuestro producto sin consultar al cliente. Además aún cuando tengamos bien definido, la calidad de nuestro producto suele ser difícil lograrlo. Y se presentan problemas desde la producción, la comercialización, la distribución o incluso de la comercialización.

Las metodologías sugeridas para este tipo de problemas son:

Seis Sigma, ya que es una metodología que plantea herramientas estadísticas que nos ayudan mucho a saber y comparar estados anteriores de la empresa, así como poder hacer comparaciones entre otras empresas similares. Además plantea la estructura para llevar a cabo la solución de los problemas. Necesariamente hay puntos en los que en insuficiente donde podemos anexar otras metodologías como.

Círculos de calidad, ya que esta metodología lleva un control interno más o menos constante de la empresa y cuando los problemas internos se resuelven repercuten en la calidad que se ofrece al cliente.

Tormenta de ideas, en su fase tormenta de ideas anónimas con la siguiente variante, hacer recolecta de ideas anónimas de los clientes para saber cual es punto de vista sobre los productos en el mercado.

Flor de loto, aquí podemos poner como tema centra la calidad e ir desglosando en los temas que tienen que ver con la calidad y resolverlos por separado.

Ruta de calidad y Ocho disciplinas globales, nos plantean estrategias que bien puede ser complementada con otras metodologías, están estructuradas y plantean verificación del problema. Así como un seguimiento ordenado.

Entre otros métodos, no cabe duda que la calidad es uno de los principales problemas que aquejan a las empresas hoy en día. Y con un poco de variaciones y viendo el problema específico que se tiene con respecto a la calidad, es como se pueden aplicar diferentes metodologías. Hacer preguntas, Metodología TRIZ, pensamiento lateral, entre otras.





Ejemplos prácticos de aplicación metodologías de solución de problemas

1. En una empresa en crecimiento se han contratado mas empleados y ha aumentado considerablemente el uso de agua en la empresa aunado a un aumento en el precio del agua, sea ha hecho considerable el problema, se han empezado a tomar medidas y una de ellas fue la siguiente.

Los mingitorios de los caballeros gastan en promedio 100,000 Litros por año por mingitorio. Se empleo la metodología TRIZ de la siguiente manera.

- Se clasifico el problema como problema de equipo o infraestructura
- Como acción correctiva inmediata de realizo una campaña por el cuidado del agua
- En el análisis de la causa raíz del problema, se determino que los mingitorios usaban demasiada agua
- Para proponer una acción correctiva definitiva, se aplico la metodología TRIZ
 - Se busca los atributos del problema los deseable y los indeseables
 - Deseable que se arrastren los orines
 - Indeseable que permanezca el mal olor
 - En este caso el agua es el objeto en movimiento y los orines el objeto estacionario
 - Un parámetro básico que se considera para aplicar la matriz de contradicción¹ es el flujo de agua, que se identifica con la número 15 de las 39 características de un sistema tecnológico “tiempo de acción del objeto móvil”
 - Posteriormente se identifica la característica que empeora que seria el parámetro 31 “daños generados por el propio objeto” (olor)
 - La matriz arroja los siguientes resultados
 - Principio 16 Acción parcial o excesiva
 - Principio 21 hacerlo a mayor velocidad
 - Principio 22 convertir algo negativo en algo benéfico
 - Principio 39 ambiente inerte
 - En el caso de la empresa optaron por el principio 39 ya que en el mercado existían mingitorios secos que utilizan un liquido aromatizado que es menos denso que los orines y crea una capa que evita los malos olores así la empresa se ahorro el pago del agua por concepto de mingitorios.
- Se aplicaron las medidas correctivas en toda la empresa y se observo un buen funcionamiento de de los mingitorios secos.
- Finalmente se documento la solución

¹ La matriz de contradicción esta en el apéndice



2. En la empresa X se produce azúcar, se tiene el problema de sacar demasiado residuo (cachaza) si bien cierta parte se emplea en combustible para los hornos, también es cierto que no es muy buena la combustión y se produce cierta contaminación. El resto se envía a basureros y se pierde dinero.
- En este caso no se tomaron medidas inmediatas o plan a seguir por algún desequilibrio económico.
 - El origen del problema económico es el exceso de residuo (cachaza).
 - Para proponer una acción correctiva definitiva, se aplicó la metodología TRIZ la Flor de Loto y el método científico de la siguiente manera.
 - Se busca los atributos del problema los deseables y los indeseables.
 - Deseable, se minimicé la cantidad de residuos.
 - Indeseable, se afecta la productividad .
 - En este caso la cachaza es el objeto en gran cantidad parámetro 26 “cantidad de sustancia”.
 - Posteriormente se identifica la característica que empeora, que sería la productividad parámetro 39 “daños generados por el propio objeto” (olor).
 - La matriz arroja los siguientes resultados.
 - Principio 3 Calidad local.
 - Principio 13 Inversión o hacer algo diferente a lo convencional.
 - Principio 27 Desechar.
 - Principio 29 emplear un sistema hidráulico o neumático.
 - En el caso de la empresa optaron por el principio 27. para lo cual emplearon una flor de loto invertida, esto es todo lo inverso del tema central.
 - En el centro colocaron como tema desecho.
 - Los pétalos fueron: Rehusarlo, aprovecharlo, comerlo, aprovechamiento, quedárselo.
 - Con esto se contrato a un equipo de científicos para determinar las propiedades de la cachaza y esta arrojó los siguientes datos.

Composición química de la cachaza y métodos utilizados.		
Determinación	Valor	Métodos
pH 1 :2 (H ₂ O)	6,3	Potenciómetro
CE a 25 °C	3,4 dS/m	Conductímetro
Materia orgánica	28,1 %	Walkley y Black
Carbono orgánico	21 ,9 %	Walkley y Black
Nitrógeno total	0,8 %	Kjeldahl
Carbono/Nitrógeno	29,0 %	C. orgánico/N total
Fósforo*	1,6 %	Colorímetro
Calcio*	2,6 %	Titulación con EDTA
Potasio*	0,29 %	Fotómetro de llama



Azufre*	0,19 %	Turbidimetría
Porcentaje de humedad	68,0	Gravimétrico
*El total del elemento fue extraído con ácido nítrico perclórico.		

- De donde se vio que podría usarse como abono si se enriquecía con Azufre. Y además que este tipo de abono era mejor que los convencionales.
- Se instaló una planta para transformar la cachaza en abono y sacar más dividendos de lo que antes era un desecho, además se instalaron hornos a base de gas natural que es más barato, más eficiente y más ecológico.
- Se verificó la productividad de las mejoras instaladas y en solo 2 años se recuperó el monto invertido.
- Finalmente se documentó la solución y se propusieron nuevas investigaciones a los productos derivados de la caña.



-
3. En una empresa se aplicaron los círculos de calidad, donde se invitaba a los trabajadores a formar un círculo compuesto de 3 trabajadores de planta 2 eventuales, un supervisor o gerente, para descubrir y plantear soluciones a problemas existentes en la empresa, uno de estos grupos tomo como tema la distribución de la planta, ya que consideraba que la planta estaba muy mal distribuida. Se aplico la metodología de distribución de plantas de la siguiente manera.
- Se tomo la opción de reordenamiento de una planta ya existente,
 - Se realizó una lista de los principales problemas con el espacio.
 - Después se tomo una lista de los equipo, del personal y aparatos que puedan moverse
 - Se trazaron las principales rutas del personal en la empresa.
 - Se realizo una maqueta en una pizarra donde se indicaban el espacio a escala de la planta y los equipo movibles se colocaron con figuras de papel con imanes.
 - Se realizó una tormenta de ideas a la que fueron invitados diversos miembros de la empresa, se les pidió que hicieran sugerencias sobre la pizarra el grupo tomo nota de las indicaciones de su compañeros de trabajo.
 - Con las notas el grupo realizo una tormenta de ideas y se formo una lista de los cambios que la empresa podía realizar si invertir demasiado en reacomodo así como del las posibles ventajas que estos cambios producirían,
 - Se presentaron estas medidas al director de la empresa el cual aprobó en su mayoría las indicaciones tomadas entre otras se cambio la cafetería al lugar donde estaba el almacén y este se traslado al lugar de la cafetería, ya que el almacén estaba más céntrico y todos podían llegar rápidamente y se abrieron ventanas y comedor al aire libre en el patio de lado izquierdo.
 - Se hizo un reconocimiento al grupo por su trabajo realizado y se le dio el nombre del grupo al comedor al aire libre que se inauguró.
 - Se verifico la productividad de las mejoras en la empresa y se continuo con el sistema de grupos de calidad.



-
4. En un proyecto de investigación sobre los recursos aprovechables de cierto poblado, se aplicaron la siguientes metodologías.

Método científico

Se identificó el problema que consistía en proponer una mejor forma de vida para el poblado a partir de sus recursos aprovechables de los cuales disponía el poblado.

Los objetivos del proyecto fueron:

Identificar los recursos y la forma de aprovecharlos de forma óptima.

El poblado se encuentra sitiado sobre una zona principalmente seca con escasas lluvias en el verano y temperaturas que van desde 0° hasta 35° con ráfagas de viento de hasta 15 km/h, las condiciones del suelo son ligeramente salino arenoso erosionado por el viento.

Ya que el poblado tiene carencia de agua y su suelo no es muy fértil y de él no se pueden obtener grandes ganancias en producción de alimentos.

Se optó por darle un vistazo a la biónica la cual nos dice que podemos imitar lo que la naturaleza hace, y se observó que aún en este tipo de terrenos llegan a crecer plantas que no necesitan grandes cantidades de agua y que pueden tener un gran valor comercial los cactus y crasas. Se llevaron de otros lados ejemplares para reproducción se montaron talleres de cultivo de este tipo de plantas.

El resultado fue muy favorable la mayoría de las especies fueron fácilmente adaptables y se establecieron hectáreas completas para la producción de estas especies aunado a la producción de recipientes de barro y en pocos años se logró tener grandes viveros que producen plantas de ornamento para el consumo nacional e internacional.

Conclusión

Los recursos aprovechables son la producción de cactus ornamentales ya que estos no requieren de una gran cantidad de agua y con las técnicas adecuadas se puede aprovechar el máximo de espacio y de recursos disponibles. Y la producción de recipientes de barro.



Conclusión

En la presente Tesis se plantearon los siguientes objetivos. Analizar y vincular las diferentes metodologías existentes con la finalidad de crear una guía para solucionar problemas. Y presentar la tesis como una guía para la selección de metodologías para solucionar problemas y realizar una síntesis de cada metodología. Con lo que se llegó a los siguientes resultados.

1. Antes de comenzar, se realizó un breve resumen del tema y su importancia así como una guía para facilitar la futura selección de alguna metodología. En este punto entre otras cosas se agrego una breve metodología para definir diferentes tipos de problemas y como actuar antes de la selección de una metodología.
2. Se seleccionaron diferentes metodologías de solución de problemas, se tomaron las quince principales y mas representativas de cada genero, descartando metodologías análogas, que el lector no tendrá la dificultad de inferir como variantes propias.
3. Se realizó una síntesis de las metodologías seleccionadas. En donde se da una breve descripción, sus principales variantes, y la forma de aplicación de manera breve y explícita, los recursos y tiempos que requiere cada una de ellas así como breves ejemplos para su correcta aplicación.
4. Se analizaron y correlacionaron las metodologías expuestas, en este punto se realizó una breve comparación entre ellas denotando sus ventajas y desventajas, pero más interesante se tomaron las ventajas de cada una de ellas y se propuso una combinación para que el lector pueda tener una herramienta más completa, en lugar de tener varias herramientas incompletas.
5. Finalmente se esbozaron los principales problemas que surgen dentro de las industrias, la presente Tesis no pretende abarcar todos los rubros que tocan a la materia de solución de problemas, pero si ser una guía para la solución de los problemas mas relevantes. Mostrando las herramientas metódicas que se conocen hoy en día, así como una propuesta de aplicar combinaciones de ellas para resolver problemas difíciles, que de otra manera su solución requeriría demasiado tiempo o recursos y en otros casos jamás se vería una solución satisfactoria.
6. Dar la correcta solución a un problema ocupando la menor cantidad de recursos, es lo que hoy en día vuelve competitivas a las empresas ya que es imposible competir a nivel mundial si dentro de la empresa se presentan situaciones que afectan: El desempeño laboral, el equipo o material, o incluso producto terminado que un día llegará al consumidor. Por eso la importancia de conocer y saber aplicar metodologías de solución de problemas.



Bibliografía

- Chic Thomson Charles, La gran idea Guía práctica del pensamiento creativo, Ed. Granica, Barcelona, 1994
- Coronado M, Margarito, Oropeza M. Rafael, Rico A. Enrique, TRIZ, la metodología más moderna para inventar e innovar tecnológicamente de manera sistemática, Ed Panorama, México 2005
- de Bono Edwards, Aprender a pensar, Ed Plaza Janes, Barcelona 2004
- de Bono, Edward, Serious Creativity, Ed Harper Business, New York, EE.UU. 1992
- de Bono Edwards, Un sombrero para tu mente, Ed Urano S.A., España 2004
- Gutiérrez Garza, Gustavo, Aterrizando seis sigma del concepto a la práctica, Ed Regimontanas S.A. DE C.V., segunda edición 2004, México.
- H. James, Harrington, titular, Traducción Villamizar, Germán A. herramientas para la creatividad como estimular la creatividad en las parsonas y en las empresas. Ed McGraw-Hill, Colombia 1999
- Infante del Río, Juan A. Rey Cabezas, José M. Métodos numéricos, teoría problemas y prácticas con MATLAB, Ed Pirámide. Segunda edición 2002. España.
- Kasuga de Yamasaki, Hermelinda, Círculos de calidad, Ed Grad S.A. de C.V., Sexta edición 1993, México D.F.
- Muther, Richard, Distribución en planta, Ed Hispanoamericana S.A., cuarta edición 1981, España
- Osborn, Alex F., Imaginación aplicada Principios y procedimientos pasra la solución de problemas de una forma creativa, Ed Velflex, Madrid, 1997
- Ouchi, William, Teoria Z como pueden las empresas hacer frente al desafío japonés, Ed Addison Wesley-Iberoamericana, Delaware, EE.UU. 1986.
- Parra Diego, Duque, Creativamente, Ed Norma, segunda edición 2004, Colombia
- Passino, Kevin M. Biomimicry for Optimization, Control, and Automation 2005, XXXI, 926 p., 365 illus., Hardcover
- Rodríguez Estrada, Mauro, titular, Creatividad para resolver problemas principios y técnicas, Ed Pax México, México 1997.



-
- Singh, Simon, El enigma de Fermat, Ed Planeta, segunda edición 2004, España
 - Tamayo y Tamayo, Mario, El proceso de la investigación científica Ed Limusa S.A de C.V. Tercera edición 1998, México.
 - Diagrama de Gant, publicado por: María Alejandra Hinojosa
<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/diaggantaleja.htm>
 - Dr. Abreu Sá Fortes, José Augusto y Amauri Fusco, Flavio, La calidad del servicio postal Brasileño direccionada hacia la satisfacción del cliente, universidad de Brasilia, CU Darcy ribeiro y empresa de correos y telégrafos,
www.acede.org/index_archivos/CDMurcia/Indice%20de%20Autores/documentos/IdP602.pdf
 - Falk de losada, María, La resolución de problemas como metodología, Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia, Publicado en línea por: Norka Rodríguez en agosto del 2003, portal educativo DESP Perú www.Ciberdocencia.gob.pe
http://www.ciberdocencia.gob.pe/index.php?id=77&a=articulo_completo
 - Innova forum, diferentes metodologías, Creatividad e innovación,
<http://www.innovaforum.com> última actualización 22/03/2006
 - KOWALICK, James TRIZ-Journal, <http://www.triz-journal.com> Problems-Solving System
 - Manual de administración de la calidad total y círculos de control de calidad. Vol. II. Fukui, R., Honda, Y., Inoue, H., Miyauchi, I. S. Susana, Y. Yuka,. Versión en español G. A. Rebeca y A. G. Nicholas, Octubre 2003,
www.dbj.go.jp/english/IC/service/consult/pdf/spanish_Vol2.pdf
 - Matriz interactiva de los principios y contradicciones de la metodología TRIZ, TRIZ40, Interactive TRIZ Matrix & 40 Principles, <http://www.triz40.com>
 - Metodología Delphi,
<http://zulia.colciencias.gov.co/portacol/downloads/archivosContenido/97.pdf>
 - Rivera Toledo, Martín, Simulación y Optimización de procesos
<http://200.13.98.241/~martin/syop/syopmain.htm#tareasdip>, grados de libertad, actualizado Agosto 2006
 - Ruta de calidad y Motorola University, Prevención de problemas CIC1038, proceso de 8 disciplinas, <http://mudocs.com/PDF/LLP/CIC/CIC1038ES/CIC1038ESTR.pdf>



Parámetros y Principios de la metodología TRIZ

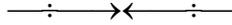
El profesor Altshuller propuso que los sistemas tecnológicos tienen los siguientes 39 parámetros o características. Que aunado a los 40 principios se resuelven los problemas, usando la matriz de contradicción del profesor Altshuller.

Parámetros o características del un sistema tecnológico,

1. Peso del objeto móvil: masa del objeto en movimiento sujeto a un campo gravitacional o fuerza que el mismo objeto ejerce sobre los puntos que lo soportan o lo suspenden.
2. Peso del objeto estacionario: masa del objeto estático en un campo gravitacional o fuerza que el mismo objeto ejerce sobre sus puntos que lo soportan o lo suspenden.
3. Longitud del objeto móvil: cualquiera de las dimensiones lineales de un objeto en movimiento, no necesariamente su longitud.
4. Longitud del objeto estacionario: cualquiera de las dimensiones de un objeto en estado estacionario.
5. Área del objeto en movimiento: área o parte de la superficie que ocupa un objeto en movimiento, ya sea interna o externa.
6. Área del objeto estacionario: área o parte de la superficie que ocupa un objeto en estado estacionario, ya sea interna o externa.
7. Volumen del objeto en movimiento: espacio volumétrico que ocupa un objeto cuando se desplaza de un punto a otro.
8. Volumen del objeto estacionario: espacio volumétrico que ocupa un objeto cuando se encuentra en estado estacionario.
9. Velocidad: velocidad del objeto. También: velocidad a la que se lleva a cabo un proceso o cualquier otro tipo de acción que involucre a un sistema tecnológico.
10. Fuerza: en TRIZ se refiere la fuerza que requiere para cambiar su posición de un lugar a otro.
11. Esfuerzo o presión: es la fuerza por unidad o la tensión aplicada a un objeto o la que el objeto ejerce sobre el entorno.
12. Forma: contorno externo de un objeto o apariencia de un sistema tecnológico.
13. Estabilidad de la posición de un objeto: integridad del objeto o sistema. Relación entre los distintos constituyentes de un objeto. Un incremento en la entropía (desorden) del objeto o del sistema, representa una pérdida de la estabilidad.
14. Resistencia: capacidad de un objeto a resistir un cambio en respuesta a una fuerza aplicada. También resistencia a la ruptura.
15. Duración de una acción del objeto móvil: tiempo en el cual un objeto puede llevar a cabo una acción en movimiento o vida útil del objeto en movimiento.
16. Duración de una acción del objeto estacionario: tiempo en el cual un objeto puede llevar a cabo una acción en estado estacionario, o vida útil estacionario.
17. Temperatura: condición térmica de un objeto o sistema tecnológico, lo cual puede incluir su capacidad tecnológica.
18. Brillantez: cualidad lumínica de un objeto o sistema dado en flux por unidad de área
19. Uso energético de un objeto en movimiento: energía requerida, por el objeto, en movimiento, para llevará cabo una acción determinada. También capacidad para llevar a cabo una tarea determinada.



20. Uso energético de un objeto estacionario: energía requerida, por el objeto, en estado estacionario, para llevar a cabo una acción determinada. También capacidad para llevar a cabo una tarea determinada.
21. Potencia: gradiente del uso de la energía, también tiempo en el que se lleva a cabo un trabajo.
22. Pérdida de energía: energía disipada que no contribuye a la tarea realizada.
23. Pérdida de peso: pérdida parcial o total, de manera temporal o permanente de materia de un sistema, o de los subsistemas del mismo.
24. Pérdida de información: lo mismo que el numeral anterior pero referida a la información del sistema lo cual incluye olor, color y textura.
25. Pérdida de tiempo: lapso de tiempo que se pierde al llevar a cabo una acción por el objeto o sistema tecnológico. Tiempo de reacción del sistema. Se pretende que este sea lo más pronto posible.
26. Cantidad de sustancia o materia: cantidad de sustancia que contiene un objeto, un sistema o subsistemas que lo integran y que puede cambiar de manera temporal o definitiva.
27. Confiabilidad: seguridad de la habilidad que tiene un sistema para llevar a cabo su función para la cual fue diseñado, en una forma óptima.
28. Precisión de la medida: certidumbre con la que es posible medir el valor o característica, de un parámetro, en un sistema tecnológico.
29. Precisión en la manufactura: grado de exactitud mediante el cual se puede fabricar un objeto en relación a las especificaciones requeridas de sus componentes.
30. Daño externo que afecta a un objeto: susceptibilidad de un sistema a daños inflingidos desde el exterior.
31. Daños generados por el propio objeto: daños producidos durante la operación del objeto, un sistema o los subsistemas que lo integran.
32. Manufacturabilidad o facilidad para la fabricación: facilidad con que se puede producir un objeto o un sistema tecnológico.
33. Facilidad de operación: simplicidad en la operación de un objeto o un sistema. Entre menos componentes o etapas tiene un proceso es de más fácil operación.
34. Facilidad de reparación: cualidad que tiene un objeto, o un sistema de ser reparado en forma rápida o sencilla.
35. Adaptabilidad: flexibilidad de con que un objeto o un sistema puede responder a cambios externos. También, capacidad que tiene un objeto o un sistema para ser empleado en varias tareas y en diferentes circunstancias.
36. Complejidad del objeto: diversidad de objetos que se relacionan entre sí: durante la operación de un objeto.
37. Complejidad de control: grado de dificultad con que se puede controlar la operación de un objeto o sistema, debido a la complejidad de e interrelación de sus componentes.
38. Nivel de automatización. Capacidad para que un sistema tecnológico lleve a cabo la función para la que fue diseñado sin la intervención humana. El nivel mas bajo será el de un objeto operado manualmente, siendo el nivel máximo de operación aquel en el que el sistema funcione independientemente del ser humano.
39. Capacidad y productividad: número de funciones o de operaciones que un objeto o sistema lleva a cabo por unidad de tiempo o el costo por unidad de tiempo.



Principios para inventar o innovar

1. Segmentación:
 - a. Dividir un objeto en partes independientes.
 - b. Hacer un objeto fácil desarmar.
 - c. Incrementar el grado de fragmentación o segmentación de un objeto.
2. Extracción:
 - a. Separar o quitar la parte que genera el problema de contradicción.
3. Calidad local:
 - a. Cambio de una estructura homogénea a otra heterogénea de un objeto o a una acción del ambiente externo.
 - b. Que partes de un objeto tenga varias funciones.
 - c. Colocar cada parte de un objeto bajo las condiciones.
4. Asimetría:
 - a. Reemplazar una forma simétrica con otra asimétrica.
 - b. Si un objeto es asimétrico, incrementar dicha asimetría.
5. Consolidación o combinación:
 - a. Combinar, en un espacio, objetos homogéneos o que estén destinados a una separación contigua.
 - b. Consolidar, en tiempo, operaciones simultáneas.
6. Universalidad:
 - a. Se pretende que un objeto lleve a cabo varias funciones que normalmente tienen otros objetos.
7. Anidación:
 - a. Que un objeto pueda colocarse dentro de otro y ellos dentro de otro.
 - b. Una objeto pasas a través de la cavidad de otro.
8. Contrapeso:
 - a. Compensar el peso de un objeto combinándolo con otro de tal manera que se tenga una fuerza elevadora.
 - b. Compensar el peso de un objeto con fuerzas aerodinámicas o hidrodinámicas que influyan o interactúen con el ambiente.
9. Acción contraria anticipada:
 - a. Llevar a cabo una acción contraria y de manera anticipada para solucionar una contradicción.
10. Acción anticipada:
 - a. Llevar a cabo la acción anticipadamente.
 - b. Arreglar objetos con antelación de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario y en el lugar adecuado.
11. Acolchonado anticipado:
 - a. Proteger algún objeto contra el daño que puede sufrir en el futuro.
12. Equipotencialidad:
 - a. Es un principio que se refiere a evitar el levantar o bajar un objeto durante algún tipo de acción.
13. Inversión o hacer algo en forma contraria a la convencional:



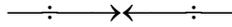
-
- a. En lugar de llevar a cabo la acción directa, dictada por el propio problema, hacer lo contrario.
 - b. Voltear un objeto “boca abajo” para que realice su función.
 - c. Hacer estacionaria la parte móvil de un objeto y lo estacionario móvil, puede incluir el ambiente.
14. Esfericidad:
- a. Reemplazar partes lineales con curvas o esferas.
 - b. Uso de rodillos o espirales.
 - c. Reemplazar un movimiento lineal por otro rotatorio.
15. Incremento dinámico o dinamismo:
- a. Hacer que las características de un objeto o el medio ambiente, se adapten para un rendimiento óptimo en cada etapa de su función.
 - b. Dividir un objeto en varios elementos de tal forma que cambien de posición unos con otros.
 - c. Si un objeto es rígido, hacerlo movable o intercambiable.
16. Acción excesiva parcial:
- a. Si es posible obtener un 100% del efecto deseado, mediante un sistema tecnológico, tratar de obtener el rendimiento mas alto simplificando el sistema.
17. Transición a una nueva dimensión:
- a. Cambiar un movimiento unidimensional a dos o tres dimensiones.
 - b. Utilizar objetos apilados en varios niveles.
 - c. Inclinar objetos o colocarlos sobre sus extremos.
18. Vibración mecánica:
- a. Emplear oscilaciones.
 - b. Si ya existe aumentar la frecuencia e inclusive llegar al ultrasonido.
 - c. Usar vibraciones ultrasónicas junto con campos magnéticos.
19. Acción periódica:
- a. Reemplazar una acción continua con una periódica o con impulsos.
 - b. Si una acción ya es periódica, cambiar su frecuencia.
 - c. Usar pausas entre los impulsos para obtener una acción adicional.
20. Llevar a cabo la acción positiva de manera continua:
- a. Conducir la acción deseada sin pausas.
 - b. Eliminar tiempos muertos.
21. Aumentar la velocidad a la que se lleva a cabo una acción riesgosa o dañina.
22. Convertir algo dañino en algo benéfico:
- a. Convertir dos o varios efectos dañinos en uno benéfico.
 - b. Incrementar la acción dañina hasta que cesa de serlo.
23. Retroalimentación:
- a. Establecer la retroalimentación.
 - b. Incrementar la retroalimentación.
24. Mediador:
- a. Emplear un objeto intermedio para transmitir o llevar a cabo una acción.
 - b. Temporalmente conectar un objeto a otro después quitar uno de ellos.
25. Autoservicio:
- a. Un objeto debe darse servicio a sí mismo y si es necesario repararse.
 - b. Aprovechar los materiales y la energía desecha en un proceso.



-
26. Copiado:
 - a. Emplear una copia barata en lugar del objeto original que es frágil e inconveniente de operar.
 - b. Reemplazar el objeto original con su imagen óptica la imagen óptica puede ser reducida o agrandada.
 - c. Si se esta empleando una copia óptica, está puede ser reemplazada por una copia infrarroja o ultravioleta.
 27. Desechar:
 - a. Reemplazar un objeto costoso con otro que sea más económico.
 28. Reemplazar un sistema mecánico con otro sistema:
 - a. Reemplazar un sistema mecánico con un óptico, acústico o térmico.
 - b. Emplear campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos para interactuar con un objeto.
 29. Emplear un sistema hidráulico o neumático:
 30. Membranas flexibles o películas delgadas:
 - a. Separación de varios objetos mediante membranas flexibles.
 - b. Aislar una parte de un objeto del ambiente que lo rodea mediante una membrana o película flexible.
 31. Material poroso:
 - a. Hacer un objeto poroso o emplear algún elemento que lo sea.
 - b. Si un objeto ya es poroso llenar los poros de con algún tipo de sustancia.
 32. Cambio de color:
 - a. Cambiar el color de un objeto o el de su ambiente.
 - b. Cambiar el nivel de translucidez de un objeto o de su ambiente.
 - c. Usar aditivos de algún color para resaltar alguna cualidad o proceso de visualizar.
 - d. Si ya se emplean aditivos, usar algún tipo de pintura luminiscente para un mayor contraste.
 33. Homogeneidad:
 - a. Objetos secundarios que interactúan con el objeto principal, deben fabricarse del mismo material o de materiales similares al objeto principal.
 34. Desechado y regeneración de partes:
 - a. Después de terminar su función, un elemento, de un objeto, debe descartarse (evaporarse, disolverse, etc.) o puede ser modificado el proceso en que se requiere.
 - b. Los componentes usados de un objeto, deben ser reutilizados.
 35. Transformación de propiedades:
 - a. Cambio de estado físico de algún componente del sistema tecnológico.
 - b. Cambio de concentración o densidad.
 - c. Cambio de temperatura.
 36. Transición de fase:
 - a. Emplear el fenómeno de cambio de fase (liberación, absorción de calor, etc.).
 37. Expansión térmica:
 - a. Emplear la expansión térmica o contracción de algún material con el cambio de temperatura ambiental.
 - b. Usar varios materiales con diferente coeficiente de expansión térmica.



-
38. Oxidación acelerada:
- Llevar a cabo la transición, de un nivel inferior de oxidación a otro nivel mayor.
39. Ambiente inerte:
- Reemplazar el ambiente natural con otro que sea inerte.
 - Llevar a cabo un proceso en el vacío.
 - Emplear una sustancia inerte.
40. Materiales compuestos:
- Usar de los nuevos materiales con características muy especiales.





Matriz de contradicciones de la metodología TRIZ PC1 a PC10

Parámetro del objeto		Parámetro en conflicto									
		PC1 Peso del objeto móvil	PC2 Peso del objeto inmóvil	PC3 Longitud del objeto móvil	PC4 Longitud del objeto inmóvil	PC5 Área del objeto móvil	PC6 Área del objeto inmóvil	PC7 Volumen del objeto móvil	PC8 volumen del objeto inmóvil	PC9 Velocidad	PC10 Fuerza
Parámetro a mejorar	P1			8,15,29,34		17,29,34,38		2,28,29,40		2,8,15,38	8,10,18,37
	P2				1,10,29,35		2,13,30,35		2,5,14,35		8,10,19,35
	P3	8,15,29,34				4,15,17		4,7,17,35		4,8,13	4,10,17
	P4		28,29,35,40				7,10,17,40		2,8,14,35		10,28
	P5	2,4,17,29		4,14,15,18				4,7,14,17		4,29,30,34	2,19,30,35
	P6		2,14,18,30		7,9,26,34						1,18,35,36
	P7	2,26,29,40		1,4,7,35		1,4,7,17				4,29,34,38	15,35,36,37
	P8		10,14,19,35	14,19	2,8,14,35						2,18,37
	P9	2,13,28,38		8,13,14		29,30,34		7,29,34			13,15,19,28
	P10	1,8,18,37	1,13,18,28	9,17,19,36	10,28	10,15,19	1,18,36,37	9,12,15,37	2,18,36,37	12,13,15,28	
	P11	10,36,37,40	10,13,18,29	10,35,36	1,14,16,35	10,15,28,36	10,15,36,37	6,10,35	24,35	6,35,36	21,35,36
	P12	8,10,29,40	3,10,15,26	4,5,29,34	7,10,13,14	4,5,10,34		4,14,15,22	2,7,35	15,18,34,35	10,35,37,40
	P13	2,21,35,39	1,26,39,40	1,13,15,28	37	2,11,13	39	10,19,28,39	28,34,35,40	15,18,28,33	10,16,21,35
	P14	1,8,15,40	1,26,27,40	1,8,15,35	14,15,26,28	3,29,34,40	9,28,40	7,10,14,15	9,14,15,17	8,13,14,26	3,10,14,18
	P15	5,19,31,34		2,9,19		3,17,19		2,10,19,30		3,5,35	2,16,19
	P16		6,16,19,27		1,10,35				34,35,38		
	P17	6,22, 36,38	22,32,35	9,15,19	9,15,19	3,18,35,39	35,38	18,34,39,40	4,6,35	2,28,30,36	3,10,21,35
	P18	1,19,32	2,32,35	16,19,32		19,26,32		2,10,13	6,19,26	10,13,19	6,19,26
	P19	12,18,28,31		12,28		15,19,25		13,18,35		8,35	2,16,21,26
	P20		6,9,19,27								36,37
	P21	8,31,36,38	17,19,26,27	1,10,35,37		19,38	17,13,32,38	6,35,38	6,25,30	2,15,35	2,26,35,36
	P22	6,15,19,28	6,9,18,19	2,5,7,13	6,7,38	15,17,26,30	7,17,18,30	7,18,23	7	16,35,38	36,38
	P23	6,23,35,40	6,22,32,35	10,14,29,39	10,24,28	2,10,31,35	10,18,31,39	1,29,30,36	3,18,31,39	10,13,28,38	14,15,18,40
	P24	10,24,35	5,10,35	1,26	26	26,30	16,30		2,22	26,32	
	P25	10,20,35,37	5,10,20,26	5,15,29	5,14,24,30	4,5,16,26	4,10,17,35	2,5,10,34	16,18,32,35		5,10,36,37
	P26	6,18,31,35	18,26,27,35	14,18,29,35		14,15,29	2,4,18,40	15,20,29		28,29,34,35	3,14,35
	P27	3,8,10,40	3,8,10,28	4,9,14,15	11,15,28,29	10,14,16,17	4,32,35,40	3,10,14,24	2,24,35	11,21,28,35	3,8,10,28
	P28	26,28,32,35	25,26,28,35	5,16,26,28	3,16,28,32	3,26,28,32	3,26,28,32	6,13,32		13,24,28,32	2,32
	P29	13,18,28,32	9,27,28,35	10,28,29,37	2,10,32	28,29,32,33	2,18,29,36	2,28,32	10,25,35	10,28,32	19,28,34,36
	P30	21,22,27,39	2,13,22,24	1,4,17,39	1,18	1,22,28,33	2,27,35,39	22,23,35,37	19,27,34,39	21,22,28,35	13,18,35,39
	P31	15,19,22,39	1,22,35,39	15,16,17,22		2,17,18,39	1,22,40	2,17,40	4,18,30,35	3,23,30,35	1,28,35,40
	P32	15,16,28,29	1,13,27,36	1,13,17,29	15,17,27	1,12,13,26	16,40	1,13,29,40	35	1,8,13,15	12,35
	P33	2,13,15,25	1,6,13,25	1,12,13,17		1,13,16,17	15,16,18,39	1,15,16,35	4,18,30,35	13,18,34	13,28,35
	P34	2,11,27,35	2,11,27,35	1,10,5,28	3,18,31	13,15,32	16,25	2,11,25,35	1	9,34	1,10,11
	P35	1,6,8,15	15,16,19,29	1,2,29,35	1,16,35	7,29,30,35	15,16	15,29,35		10,14,35	15,17,20
	P36	26,30,34,36	2,26,35,39	1,19,24,26	26	1,13,14,16	6,36	6,26,34	1,16	10,28,34	16,26
	P37	13,26,27,28	1,6,13,28	16,17,24,26	26	2,13,17,18	2,16,30,39	1,4,16,29	2,18,26,31	3,4,16,35	19,28,36,40
	P38	18,26,28,35	10,26,28,35	13,14,17,28	23	13,14,17		13,16,35		10,28	2,35
	P39	24,26,35,37	3,15,27,28	4,18,28,38	7,14,26,30	10,26,31,34	7,10,17,35	2,6,10,34	2,10,35,37		10,15,28,36



Matriz de contradicciones de la metodología TRIZ PC11 a PC20

Parámetro del objeto	Parámetro en conflicto										
	PC11 Tensión Presión	PC12 Forma	PC13 Estabilidad de la composición	PC14 Resistencia o fortaleza	PC15 Tiempo de acción del objeto móvil	PC16 Tiempo de acción del objeto estacionario	PC17 Temperatura	PC18 Brillantez	PC19 Energía consumida por el objeto móvil	PC20 Energía consumida por el objeto estacionario	
Parámetro a mejorar	P1	10,36,37,40	10,14,35,40	1,19,35,39	18,27,28,39	5,31,34,35		4,6,29,38	1,19,32	12,31,34,35	
	P2	10,13,18,29	10,13,14,29	1,26,39,40	2,10,27,28		2,6,19,27	19,22,28,32	19,32,35		1,18,19,28
	P3	1,8,35	1,8,10,29	1,8,15,34	8,29,34,35	19		10,15,19	32	8,24,35	
	P4	1,14,35	7,13,14,15	35,37,39	14,15,26,28		1,35,40	3,18,35,38	3,25		
	P5	10,15,28,36	4,5,29,34	2,11,13,39	3,14,15,40	3,6		2,15,16	13,15,19,32	19,32	
	P6	10,15,36,37		2,38	40		2,10,19,30	35,38,39			
	P7	6,35,36,37	1,4,15,29	1,10,28,39	7,9,14,15	4,6,35		10,18,34,39	2,10,13	35	
	P8	24,35	2,7,35	28,34,35,40	9,14,15,17		34,35,38	4,6,35			
	P9	6,18,38,40	15,18,34,35	1,18,28,33	3,8,14,26	3,6,19,35		2,28,30,36	10,13,19	8,15,35,38	
	P10	11,18,21	10,34,35,40	10,21,35	10,14,27,35	2,19		10,21,35		10,17,19	1,16,36,37
	P11		4,10,15,35	2,33,35,40	3,9,18,40	3,19,27		2,19,35,39		10,14,24,37	
	P12	10,14,15,34		1,4,18,33	10,14,30,40	9,14,25,26		14,19,22,32	13,15,32	2,6,14,34	
	P13	2,35,40	1,4,18,22		9,15,17	10,13,27,35	3,23,35,39	1,32,35	3,15,27,32	13,19	4,18,27,29
	P14	3,10,18,40	10,30,35,40	13,17,35		3,26,27		10,30,40	19,35	10,19,35	35
	P15	3,19,27	14,25,26,28	3,13,35	3,10,27			19,35,39	2,4,19,35	6,18,28,35	
	P16			3,23,35,39				18,19,36,40			
	P17	2,19,35,39	14,19,22,32	1,32,35	10,22,30,40	13,19,39	18,19,36,40		16,21,30,32	3,15,17,19	
	P18		30,32	3,27,32	19,35	2,6,19		19,32,35		1,19,32	1,15,32,35
	P19	14,23,25	2,12,29	13,17,19,24	5,9,19,35	6,18,28,35		3,14,19,24	2,15,19		
	P20			4,18,27,29	35				2,19,32,35		
	P21	10,22,35	2,14,29,40	15,31,32,35	10,26,28	10,19,35,38	16	2,14,17,25	6,16,19	6,16,19,37	
	P22			2,6,14,39	26			7,19,38	1,13,15,32		
	P23	3,10,36,37	3,5,29,35	2,14,30,40	28,31,35,40	3,18,20,28	16,18,27,38	21,31,36,39	1,6,13	5,18,24,35	12,27,28,31
	P24					10	10		19		
	P25	4,36,37	4,10,17,34	3,5,22,35	3,18,28,29	10,18,20,28	10,16,20,28	18,21,29,35	1,17,19,26	18,19,35,38	1
	P26	3,10,14,36	14,35	2,15,17,40	10,14,34,35	3,10,35,40	3,31,35	3,17,39		16,18,29,34	3,31,35
	P27	10,19,24,35	1,11,16,35		11,28	2,3,25,35	6,27,34,40	3,10,35	11,13,32	11,19,21,27	23,36
	P28	6,28,32	6,28,32	13,32,35	6,28,32	6,28,32	10,24,26	6,19,24,28	1,6,32	3,6,32	
	P29	3,35	30,32,40	18,30,	3,27	3,27,40,		19,26	3,32	2,32	
	P30	2,22,37	1,3,22,35	18,24,30,35	1,18,35,37	15,22,28,33	1,17,33,40	2,22,33,35	1,13,19,32	1,6,24,27	2,10,22,37
	P31	2,18,27,33	1,35	27,35,39,40	2,15,22,35	15,22,31,33	16,21,22,39	2,22,24,35	19,24,32,39	2,6,35	18,19,22
	P32	1,19,35,37	1,13,27,28	1,11,13	1,3,10,32	1,4,27	16,35	18,26,27	1,24,27,28	1,26,27,28	1,4
	P33	2,12,32	15,28,29,32	30,32,35	3,28,32,40	3,8,25,29	1,16,25	13,26,27	1,13,17,24	1,13,24	
	P34	13	1,2,4,13	2,35	1,2,9,11	11,27,28,29	1	4,10	1,13,15	1,15,16,28	
	P35	16,35	1,8,15,37	14,30,35	3,6,32,35	1,13,35	2,16	2,3,27,35	1,6,22,26	13,19,29,35	
	P36	1,19,35	13,15,28,29	2,17,19,22	2,13,28	4,10,15,28		2,13,17	13,17,24	2,27,28,29	
	P37	32,35,36,37	1,13,27,39	11,22,30,39	3,15,27,28	19,25,29,39	6,25,34,35	3,16,27,35	2,24,26	35,38	16,19,35
	P38	13,35	11,13,15,32	1,18	13,25	6,9		2,19,26	8,19,32	2,13,32	
	P39	10,14,37	10,14,34,40	3,22,35,39	10,18,28,29	2,10,18,35	10,16,20,38	10,21,28,35	1,17,19,26	10,19,35,38	1



Matriz de contradicciones de la metodología TRIZ PC21 a PC30

Parámetro del objeto	Parámetro en conflicto										
	PC21 Potencia	PC22 Pérdida de energía	PC23 Pérdida de sustancia	PC24 Perdida de información	PC25 Pérdida de tiempo	PC26 Cantidad de sustancia	PC27 Confiabilidad	PC28 Precisión de la medición	PC29 Precisión de la manufactura	PC30 Factores dañinos del exterior, actuando sobre el objeto	
Parámetro a mejorar	P1	12,18,31,36	2,6,19,34	3,5,31,35	10,24,35	10,20,28,35	3,18,26,31	1,3,11,27	26,27,28,35	18,26,28,35	18,21,22,27
	P2	15,18,19,22	15,18,19,28	5,8,13,30	10,15,35	10,20,26,35	6,18,19,22	3,8,10,28	18,26,28	1,10,17,35	2,19,22,37
	P3	1,35	2,7,35,39	4,10,23,29	1,24	2,15,29	29,35	10,14,29,40	4,28,32	10,28,29,37	1,15,17,24
	P4	8,12	6,28	10,24,28,35	24,26	14,29,30		15,28,29	3,28,32	2,10,32	1,18
	P5	10,18,19,22	15,17,26,30	2,10,35,39	26,30	4,26	6,13,29,30	9,29	3,26,32	2,32	1,22,28,33
	P6	17,32	7,17,30	10,14,18,39	16,30	4,10,18,35	2,4,18,40	4,32,35,40	3,26,28,32	2,18,29,36	2,27,35,39
	P7	9,13,18,35	7,13,15,16	10,34,36,39	2,22	2,6,10,34	4,29,30	1,11,14,40	26,28	2,16,25,28	21,22,27,35
	P8	6,30		10,34,35,39		16,18,32,35	3,35	2,16,35		10,25,35	19,27,34,39
	P9	2,19,35,38	14,19,20,35	10,13,28,38	13,26		10,19,29,38	11,27,28,35	1,24,28,32	10,25,28,32	1,23,28,35
	P10	18,19,35,37	14,15	5,8,35,40		10,36,37	14,18,29,36	3,13,21,35	10,23,24,35	28,29,36,37	1,18,35,40
	P11	10,14,35	2,25,36	3,10,36,37		4,36,37	10,14,36	10,13,19,35	6,25,28	3,35	2,22,37
	P12	2,4,6	14	3,5,29,35		10,14,17,34	22,36	10,16,40	1,28,32	30,32,40	1,2,22,32
	P13	27,31,32,35	2,6,14,39	2,14,30,40		27,35	15,32,35		13	18	18,24,30,35
	P14	10,26,28,35	35	28,31,35,40		3,10,28,29	10,27,29	3,11	3,16,27	3,27	1,18,35,37
	P15	10,19,35,38		3,18,27,28	10	10,18,20,28	3,10,35,40	2,11,13	3,10,24,26	3,16,27,40	15,22,28,33
	P16	16		16,18,27,38	10	10,16,20,28	3,31,35	6,27,34,40	10,24,26		1,17,33,40
	P17	2,14,17,25	17,21,35,38	21,29,31,36		18,21,28,35	3,17,30,39	3,10,19,35	19,24,32	24	2,22,33,35
	P18	32	1,6,13,16	1,13	1,6	1,17,19,26	1,19		11,15,32	3,32	15,19
	P19	6,18,19,37	12,15,22,24	5,18,24,35		18,19,35,38	16,18,23,24	11,19,21,27	1,3,32		1,6,27,35
	P20			18,27,28,31			3,31,35	10,23,36			2,10,22,37
	P21		10,35,38	18,27,28,38	10,19	6,10,20,35	4,19,34	19,24,26,31	2,15,32	2,32	2,19,22,31
	P22	3,38		2,27,35,37	10,19	7,10,18,32	7,18,25	10,11,35	32		2,21,22,35
	P23	18,27,28,38	2,27,31,35			10,15,18,35	3,6,10,24	10,29,35,39	16,28,31,34	10,24,31,35	22,30,33,40
	P24	10,19	10,19			24,26,28,32	24,28,35	10,23,28			1,10,22
	P25	6,10,20,35	5,10,18,32	10,18,35,39	24,26,28,32		16,18,35,38	4,10,30	24,28,32,34	18,24,26,28	18,34,35
	P26	35	7,18,35	3,6,10,24	5,24,28	16,18,35,38		3,18,28,40	2,13,28	30,33	29,31,33,35
	P27	11,21,26,31	10,11,35	10,29,35,39	10,28	4,10,30	3,21,28,40		3,11,23,32	1,11,32	2,27,35,40
	P28	3,6,32	26,27,32	10,16,28,31		24,28,32,34	2,6,32	1,5,11,23			22,24,26,28
	P29	2,32	2,13,32	10,24,31,35		18,26,28,32	30,32	1,11,32			10,26,28,36
	P30	2,19,22,31	2,21,22,35	19,22,33,40	2,10,22	18,34,35	29,31,33,35	2,24,27,40	23,26,28,33	10,18,26,28	
	P31	2,18,35	2,21,22,35	1,10,34	10,21,29	1,22	1,3,24,39	2,24,39,40	3,26,33	4,17,26,34	
	P32	1,12,24,27	19,35	15,33,4	16,18,24,32	4,28,34,35	1,23,24,35		1,12,18,35		2,24
	P33	2,1034,35	2,13,19	2,24,28,32	4,10,22,27	4,10,28,34	12,35	8,17,27,40	2,13,25,34	1,23,32,35	2,25,28,39
	P34	2,10,15,32	1,15,19,32	2,27,34,35		1,10,25,32	2,10,25,28	1,10,11,16	2,10,13	10,25	2,10,16,35
	P35	1,19,29	1,15,18	2,10,13,15		28,35	3,15,35	8,13,24,35	1,5,10,35		11,31,32,35
	P36	19,20,30,34	2,10,13,35	10,28,29,35		6,29	3,10,13,27	1,13,35	2,10,26,34	24,26,32	19,22,29,40
	P37	1,10,16,19	3,15,19,35	1,10,18,24	22,27,33,35	9,18,28,32	3,18,27,29	8,27,28,40	24,26,28,32		19,22,28,29
	P38	2,27,28	23,28	5,10,18,35	33,35	24,28,30,35	13,35	11,27,32	10,26,28,34	18,23,26,28	2,33
	P39	10,20,35	10,28,29,35	10,23,28,35	13,15,23		35,38	1,10,35,38	1,10,28,34	1,10,18,32	13,22,24,35



Matriz de contradicciones de la metodología TRIZ PC31 a PC39

Parámetro del objeto	Parámetro en conflicto									
	PC31 Factores dañinos generados por el objeto	PC32 Manufacturabilidad o facilidad de fabricación	PC33 Conveniencia de uso	PC34 Facilidad o dificultad para reparar	PC35 Adaptabilidad	PC36 Complejidad de un aparato	PC37 Complejidad de control	PC38 Nivel de automatización	PC39 Capacidad y/o productividad	
Parámetro a mejorar	P1	22,31,35,39	1,27,28,36	2,3,24,35	2,11,27,28	5,8,15,29	26,30,34,36	26,28,29,32	18,19,26,35	3,24,35,37
	P2	1,22,35,39	1,9,28	1,6,13,32	2,11,27,28	15,19,29	1,10,26,39	15,17,25,28	2,26,35	1,15,28,35
	P3	15,17	1,17,29	4,7,15,29,35	1,10,28	1,14,15,16	1,19,24,26	1,24,26,35	16,17,24,26	4,14,28,29
	P4		15,17,27	2,25	3	1,35	1,26	26		7,14,26,30
	P5	2,17,18,39	1,13,24,26	13,15,16,17	1,10,13,15	15,30	1,13,14	2,18,26,36	14,23,28,30	2,10,26,34
	P6	1,22,40	16,40	4,16	16	15,16	1,18,36	2,18,30,35	23	7,10,15,17
	P7	1,2,17,40	1,29,40	12,13,15,30	10	15,29	1,26	4,26,29	16,24,34,35	2,6,10,34
	P8	4,18,30,35	35		1		1,31	2,17,26		2,10,35,37
	P9	2,21,24,25	1,8,13,35	12,13,28,32	2,27,28,34	10,15,26	4,10,28,34	3,16,27,34	10,18	
	P10	3,13,24,36	1,15,18,37	1,3,25,28	1,11,15	15,17,18,20	10,18,26,35	10,19,36,37	2,35	3,28,35,37
	P11	2,18,27,33	1,16,35	11	2	35	1,19,35	2,36,37	24,35	10,14,35,37
	P12	1,35	1,17,28,32	15,26,32	1,2,13	1,15,29	1,16,28,29	13,15,39	1,15,32	10,17,26,34
	P13	27,35,39,40	19,35	30,32,35	2,10,16,35	2,30,34,35	2,22,26,35	22,23,35,39	1,8,35	3,23,35,40
	P14	2,15,22,35	3,10,11,32	2,28,32,40	3,11,27	3,15,32	2,13,25,28	3,15,27,40	15	10,14,29,35
	P15	16,21,22,39	1,4,27	12,27	10,27,29	1,13,35	4,10,15,29	19,29,35,39	6,10	14,17,19,35
	P16	22	10,35	1	1	2		6,25,34,35	1	10,16,20,38
	P17	2,22,24,35	26,37	26,27	4,10,16	2,18,27	2,16,17	3,27,31,35	2,16,19,26	15,28,35
	P18	19,32,35,39	19,26,28,35	19,26,28	13,15,16,17	1,15,19	6,13,32	15,32	2,10,26	2,16,25
	P19	2,6,35	26,28,30	19,35	1,15,17,28	13,15,16,17	2,27,28,29	35,38	2,32	12,28,35
	P20	19,19,32	1,4					16,19,25,35		1,6
	P21	22,31,35,39	10,26,34	10,26,35	2,10,34,35	17,19,34	19,20,30,34	16,19,35	2,17,28	28,34,35
	P22	2,21,22,35		1,32,35	2,19		7,23	3,15,23,35	2	10,28,29,35
	P23	1,10,29,34	15,33,34	2,24,28,32	2,27,34,35	2,10,15	10,24,28,35	10,13,18,35	10,18,35	10,23,28,35
	P24	10,21,22	32	22,27				33,35	35	13,15,23
	P25	18,22,35,39	4,28,34,35	4,10,28,34	1,10,32	28,35	5,29	10,18,28,32	24,28,30,35	
	P26	3,35,39,40	1,27,29,35	10,25,29,35	2,10,25,32	3,15,29	3,10,13,27	3,18,27,29	8,35	3,13,27,29
	P27	2,26,35,40		17,27,40	1,11	8,13,24,35	1,13,35	27,28,40	11,13,27	1,29,35,38
	P28	3,10,33,39	6,18,25,35	1,13,17,34	1,11,13,32	2,13,35	10,27,34,35	24,26,28,32	2,10,28,34	10,28,32,39
	P29	4,17,26,34		1,23,32,35	10,25		2,18,26		18,23,26,28	10,18,32,39
	P30		2,24,35	2,25,28,39	2,10,35	11,22,31,35	19,22,29,40	19,22,29,40	3,33,34	13,22,24,35
	P31						1,19,31	1,2,21,27	2	18,22,35,39
	P32			2,5,13,16	1,9,11,25,35	2,13,15	1,26,27	1,6,11,28	1,8,28	1,10,28,35
	P33		2,5,12		1,12,26,32	1,15,16,34	12,17,26,32		1,3,12,34	1,15,28
	P34		1,10,11,35	1,12,15,26		1,4,7,16	1,11,13,25,35		7,13,34,35	1,10,32
	P35		1,13,31	1,7,15,16,34	1,4,7,16		15,28,29,37	1	27,34,35	6,28,35,37
	P36	1,19	1,13,26,27	9,24,26,27	1,13	15,28,29,37		10,15,28,37	1,15,24	12,17,28
	P37	2,21	5,11,28,29	2,5	12,26	1,15	10,15,28,37		21,34	18,35
	P38	2	1,13,26	1,3,12,34	1,13,35	1,4,27,35	10,15,24	25,27,34		5,12,26,35
	P39	18,22,35,39	2,24,28,35	1,7,19,28	1,10,25,32	1,28,35,37	12,17,24,28	2,8,27,35	5,12,26,35	



Herramientas de las metodologías de solución de problemas

Diagrama de Gant

Es un diagrama general de las actividades del proyecto. Muestra el listado de actividades y sus correspondientes fechas de inicio y fin así como los recursos estimados en HH que se dedicaran, puede llevar. Se realiza de la siguiente manera.

Gráfico de Gant para seguir la marcha de las actividades:

En este tipo de gráfico se usa el eje vertical para representar actividades, en tanto que los recursos aplicados a cada uno indican, por medio de claves, sobre la línea que representan la duración de la actividad. Consiste, por lo tanto, en una inversión del caso anterior. El eje horizontal permanece como registro de escala de tiempo.

Gráfico de Gant para el control de la carga de trabajo:

Este gráfico es semejante al de la distribución de actividad que tiene por objeto proporcionar el administrador una posición de carga total de trabajo aplicada a cada recurso. Indica el periodo durante el cual el recurso estará disponible para el trabajo (representado por una línea fina) y la carga total de trabajo asignada a este recurso (representado por una línea gruesa).

Técnicas de Programación

Las técnicas de planificación se ocupan de estructurar las tareas a realizar dentro del proyecto, definiendo la duración y el orden de ejecución de las mismas, mientras que las técnicas de programación tratan de ordenar las actividades de forma que se puedan identificar las relaciones temporales lógicas entre ellas, determinando el calendario o los instantes de tiempo en que debe realizarse cada una. La programación debe ser coherente con los objetivos perseguidos y respetar las restricciones existentes (recursos, costes, cargas de trabajo, etc...).

La programación consiste por lo tanto en fijar, de modo aproximado, los instantes de inicio y terminación de cada actividad. Algunas actividades pueden tener holgura y otras son las actividades críticas (fijas en el tiempo).

Pasos

Construir un diagrama de tiempos (instantes de comienzo y holgura de las actividades).
Establecer los tiempos de cada actividad.

Analizar los costes del proyecto y ajustar las holguras (proyecto de coste mínimo).

Para comenzar la programación, se ha de partir de los siguientes datos: diagrama de red del proyecto (PDM, ADM...); estimación de duración de actividades; recursos asignados a las



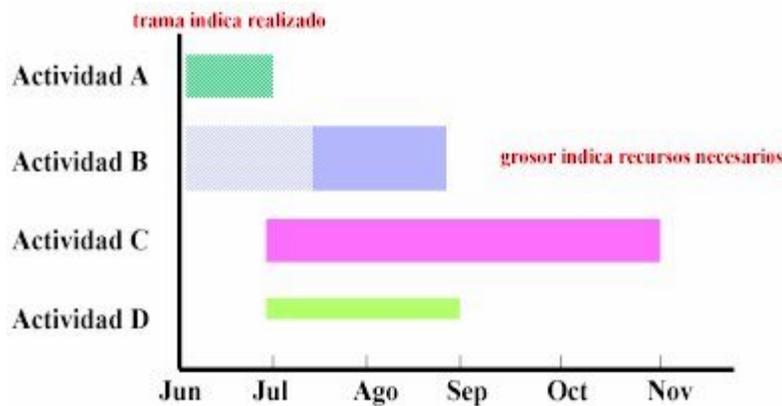
actividades; calendarios de recursos para actividades; limitaciones, como fechas fijas para resultados o fases del proyecto.

Según los resultados que deseemos conocer, podemos hacer uso de unas determinadas herramientas o de otras. En el siguiente cuadro se muestran todas ellas, que pasamos a comentar a continuación:

		ESCALA TEMPORAL	
		NO	SI
REPRESENTACIÓN DE DEPENDENCIAS	NO	Lista de Tareas Lista de Hitos	Gráfico de Barras (Gantt) Gráfico de Hitos
	SI	Diagramas de Red •PERT (Eventos-nodo) •PDM (Actividad-nodo) •ADM (Actividad-flecha)	Diagrama de tiempos con vínculos de interdependencia entre tareas

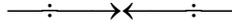
ESCALA TEMPORAL SÍ - DEPENDENCIAS NO

Grafico de Gant



El gráfico de Gant es la forma habitual de presentar el plan de ejecución de un proyecto, recogiendo en las filas la relación de actividades a realizar y en las columnas la escala de tiempos que estamos manejando, mientras la duración y situación en el tiempo de cada actividad se representa mediante una línea dibujada en el lugar correspondiente.

La utilidad de un gráfico de este tipo es mayor cuando se añaden los recursos y su grado de disponibilidad en los momentos oportunos. Como ventajas tendríamos la facilidad de construcción y comprensión, y el mantenimiento de la información global del proyecto. Y como desventajas, que no muestra relaciones entre tareas ni la dependencia que existe entre ellas, y que el concepto de % de realización es un concepto subjetivo.



Hoja de recogida de datos

La Hoja de recogida de datos también llamada Hoja de registro, verificación, chequeo o cotejo. Sirve para reunir y clasificar las informaciones según determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias bajo la forma de datos. Una vez que se ha establecido el fenómeno que se requiere estudiar e identificadas las categorías que lo caracterizan, se registran estas en una hoja, indicando la frecuencia de observación.

Lo esencial es de los datos es que el propósito este claro y que los datos reflejen la verdad. Estas hojas de recopilación tienen muchas funciones, pero la principal es hacer fácil la recopilación de datos y realizarla de forma que puedan ser usadas fácilmente y analizarlos automáticamente.

Las hojas de recogida de datos tienen las siguientes funciones:

- Distribución de variaciones de variables de los artículos producidos (peso, volumen, longitud, talla, clase, calidad, etc.).
- Clasificación de artículos defectuosos.
- Localización de defectos en las piezas.
- Causas de los defectos.
- Verificación de chequeo o tareas de mantenimiento.

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.

- Como, se recogerán los datos y en que tipo de documentos se hará.
- Como se utilizará la información recopilada.
- Como se analizará.
- Quien se encargará de la recogida de datos.
- Con que frecuencia se va a analizar.
- Donde se va a efectuar.

Una secuencia de pasos útiles para aplicar esta hoja en un Taller es la siguiente:

- Identificar el elemento de seguimiento. Ejemplo: la cantidad de fallas de las maquinas.
- Definir el alcance de los datos a recoger. Siguiendo el ejemplo anterior, la hoja de recogida de datos se puede usar para verificar todas las maquinas similares.
- Fijar la periodicidad de los datos a recolectar (cada hora, diariamente, semanalmente, etc.).
- Diseñar el formato de la hoja de recogida de datos, de acuerdo con la cantidad de información a recoger, dejando un espacio para totalizar los datos, que permita conocer:



las fechas de inicio y termino, las probables interrupciones, la persona que recoge la información, fuente etc.

Cabe indicar que este instrumento se utiliza tanto para la identificación y análisis de problemas como de causas.



Diagrama de Pareto

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los genera.

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20.

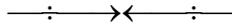
Procedimiento para elaborar el diagrama de Pareto:

- Decidir el problema a analizar.
 - Seleccionar los problemas que se desea investigar (Ejemplo: Objetos defectuosos.).
 - Decidir los tipos de datos a analizar y como clasificarlos (Ejemplo: tipo de defecto, localización, proceso, maquina, etc.). Definir el método de recolección de datos.
- Diseñar una tabla para conteo o verificación de datos, en el que se registre los totales.
- Recoger los datos y efectuar el cálculo de totales.
- Elaborar una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.
- Jerarquizar los ítems por orden de cantidad llenando la tabla respectiva.
- Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal.

Marque en el eje vertical izquierdo con una escala de cero hasta el total general (cantidad de ítems acumulados). A continuación marcar el eje vertical derecho con una escala de 0% hasta 100%. Luego divida el eje horizontal en un número de intervalos igual al número de ítems clasificados.
- Construya un gráfico de barras en base a las cantidades y porcentajes de cada ítem.
- Dibuje la curva acumulada. Para lo cual debe marcar los valores acumulados (Total acumulado o porcentaje acumulado) en la parte superior, a lado derecho de los intervalos de cada ítem, y finalmente una los puntos con una línea continua.
- Escribir cualquier información necesaria sobre el diagrama(titulo, unidades, etc.) sobre los datos (periodo de tiempo, numero total de datos, etc.).
- Para determinar las causas de mayor incidencia en un problema se traza una línea horizontal a partir del eje vertical derecho, desde el punto donde se indica el 80% hasta su intercepción con la curva acumulada. De este punto trazar una línea vertical hacia el eje horizontal. Los ítems comprendidos entre esta línea vertical y el eje izquierdo (de



cantidades acumuladas) constituye las causas cuya eliminación resuelve el 80% del problema.



Histograma

El histograma ilustra la frecuencia con la que ocurren cosas o eventos relacionados entre sí. Se usa para mejorar procesos y servicios al identificar patrones de ocurrencia. Se trata de un instrumento de síntesis muy potente ya que es suficiente una mirada para apreciar la tendencia de un fenómeno.

El histograma se usa para:

- Obtener una comunicación clara y efectiva de la variabilidad del sistema.
- Mostrar el resultado de un cambio en el sistema
- Identificar anomalías examinando la forma
- Comparar la variabilidad con los límites de especificación.

Procedimiento de elaboración:

- Reunir datos para localizar por lo menos 50 puntos de referencia.
- Calcular la variación de los puntos de referencia, restando el dato del mínimo valor del dato de máximo valor.
- Calcular el número de barras que se usarán en el histograma (un método consiste en extraer la raíz cuadrada del número de puntos de referencia).
- Determinar el ancho de cada barra, dividiendo la variación entre el número de barras por dibujar.
- Calcule el intervalo o sea la localización sobre el eje X de las dos líneas verticales que sirven de fronteras para cada barrera.
- Construya una tabla de frecuencias que organice los puntos de referencia desde el más bajo hasta el más alto de acuerdo con las fronteras establecidas por cada barra.
- Elabore el histograma respectivo.

Los histogramas más fáciles de entender tienen no menos de 5 barras y no más de 12.

De acuerdo con la gráfica obtenida podemos apreciar distintos tipos de histograma: normal, bimodal, de dientes rotos o de peine, cortado y distorsionado.

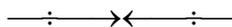


Diagrama de causa/efecto

Es una de las técnicas más útiles para el análisis de las causas de un problema. Se suele llamar "diagrama de espina de pescado" o diagrama de Ishikawa.



El diagrama causa/efecto permite definir un efecto y clasificar las causas y variables de un proceso. Es un excelente instrumento para el análisis del trabajo en grupo y que permite su aplicación a temas como el estudio de un caso, determinación de causas de la avería de una instalación eléctrica, etc.

Se compone de un rectángulo que se sitúa a la derecha y donde se escribe el resultado final (efecto o consecuencia) y al que llega una flecha desde la izquierda.

Otras flechas se disponen como en una espina de pescado sobre la más grande, que es la columna vertebral. Se representan líneas oblicuas que reflejan las principales causas que influyen señalando a la flecha principal.

A cada flecha oblicua principal le llegan otras flechas secundarias que indican sub-causas y, en la medida que el análisis tenga niveles mas profundos, las sub divisiones pueden ampliarse. En la practica para elaborar un diagrama de causa/efecto se suele emplear mayormente el modelo de las cuatro o seis M (4M, o 6M), o de las 4P, según la cantidad de elementos que se pueda incluir en el análisis de causa.

Procedimiento de elaboración:

- Elaborar un enunciado claro del efecto (problema), datos de soporte.
- Dibujar el diagrama del esqueleto de pescado colocando el efecto (problema) en un cuadro en el lado derecho.
- Identifique de 3 a 6 espinas mayores.
- Dibuje las espinas mayores como flechas inclinadas dirigidas a la flecha principal.
- Identifique causas de primer nivel relacionadas con cada espina mayor.
- Identifique causa de segundo nivel para cada causa de primer nivel.
- Identifique causas de tercer nivel para cada causa de segundo nivel, y así sucesivamente.
- Identifique causa raíz potenciales que le permitan llegar a conclusiones. Para la determinación de las causas debe apoyarse aplicando adecuadamente la técnica Tormenta de ideas.



Diagrama de dispersión

Se utiliza para estudiar las relaciones posibles entre dos variables. Por ejemplo la relación entre el espesor y la resistencia de la rotura de una pieza metálica o entre el número de visitas y los pedidos obtenidos por un vendedor, o el número de personas en una oficina y los gastos de teléfono, etc.

Los diagramas de dispersión pueden ser:

- De correlación positiva:



Se caracterizan porque al aumentar el valor de una variable aumenta el de la otra. Un ejemplo de correlación directa son los gastos de publicidad y los pedidos obtenidos.

- De correlación negativa:

Sucede justamente lo contrario, es decir, cuando una variable aumenta, la otra disminuye. Un ejemplo es el entrenamiento que se le da al personal y la disminución de errores que se consiguen en el desempeño de sus funciones.

- De correlación no lineal:

No hay relación de dependencia entre las dos variables.

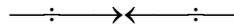


Grafico de control

Se utilizan para estudiar la variación de un proceso y determinar a que obedece esta variación.

Un gráfico de Control es una gráfica lineal en la que se han determinado estadísticamente un limite superior (limite de control superior) y un limite inferior (limite inferior de control) a ambos lados de la media o línea central. La línea central refleja el producto del proceso. Los limites de control proveen señales estadísticas para que la administración actúe, indicando la separación entre la variación común y la variación especial.

Estos gráficos son muy útiles para estudiar las propiedades de los productos, los factores variables del proceso, los costos, los errores y otros datos administrativos.

Un gráfico de control muestra:

- Muestra si un proceso esta bajo control o no.
- Indica resultados que requieren una explicación.
- Define los limites de capacidad del sistema, los cuales previa comparación con los de especificación pueden determinar los próximos pasos en un proceso de mejora.

Análisis por estratificación

Este es un instrumento que nos permite pasar de lo general a lo particular en el análisis de un problema. Por ejemplo, suponiendo que un departamento o sección esta estudiando los defectos de la producción obtenidos en tres turnos de trabajo. Los datos recogidos pueden ser representados en un histograma o incluso llevados a un gráfico de control, obteniéndose una apreciación general, de acuerdo con lo que reflejan los datos en estos gráficos.



Se puede obtener información mas útil estratificando los datos de defectos que se registran en cada turno de trabajo, y observar así si hay diferencias de un turno con respecto a otro. Ello servirá de base para un análisis mas profundo, en el turno donde se registre la mayor dispersión de los datos.

Otro caso puede ser por ejemplo el análisis sobre el absentismo. Así después de haber conocido y trasladado a un gráfico la tendencia global se analizan las causas mas importantes para determinar su respectivo peso especifico. Se podrá advertir que el absentismo es posible estratificarlo por edades, secciones, turnos de trabajo, por día, semana, mes año, estación, sexo, distancia del domicilio al centro de trabajo, nivel jerárquico, etc. El resultado obtenido será una serie de histogramas u otro gráfico, dibujados por característica, que ponga en evidencia el problema en cada categoría o estrato particular.

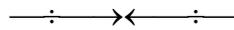
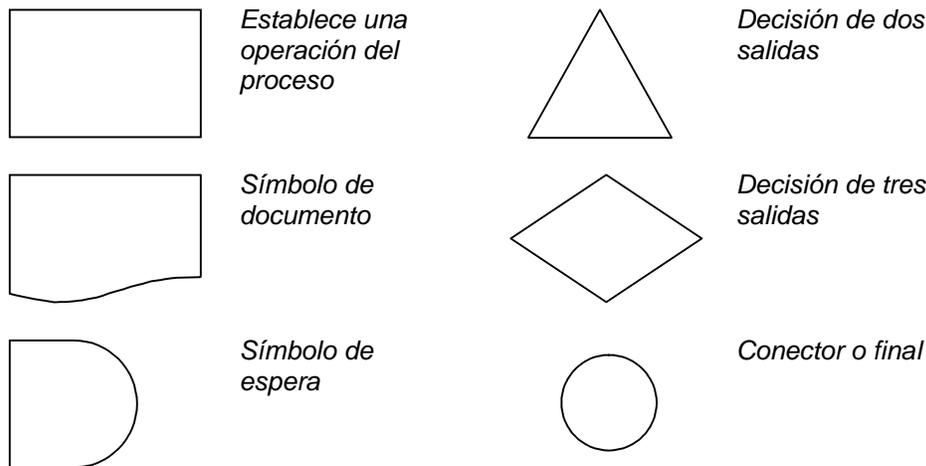


Diagrama de Flujo

Método grafico, mediante el cual se describen los pasos de un proceso, representado por símbolos como los que se muestran a continuación.

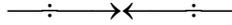


Símbolos comúnmente usados pueden cambiar de empresa en empresa
Elaboración de un diagrama de flujo

Obtener información de proceso, insumos, pasos o procesos unitarios, responsables de cada paso, puntos de verificación, y puntos de decisión. Basado en documentos oficiales o información e campo.

Validar información, verificar los pasos o procesos unitarios, verificar que todos los procesos concuerden con el siguiente paso, en caso contrario investigar y corregir.

Realizar el diagrama aplicando la secuencia y símbolos correspondientes.



Programa de calidad cinco eses mas uno “5’s+1”

Este programa surgió en Japón y son cinco pasos (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) que buscan la calidad de la empresa así como la calidad de vida en el trabajo.

La traducción y significado de estas palabras es:

- Seiri: Sentido de selección, separar lo útil de lo inútil, a lo largo del tiempo se van acumulando cosas que no son indispensables para el buen funcionamiento de la empresa. Se logra mejorar el aprovechamiento de tiempo y disminución de accidentes.
- Seiton: Sentido de orden, Colocar cada cosa en un lugar establecido. identificando y registrando cada cosa que se guarde. Se logra mejorar el aprovechamiento de tiempo y conocimiento del inventario en cualquier área y los responsables de cada cosa.
- Seiso: Sentido de limpieza, Todas aquellas actividades que se realizan para dar limpieza y orden a un lugar. Se mejorar el ambiente de trabajo y se da un sentido de orden a cada área.
- Seiketsu: Sentido de salud, hacer un buen cuidado de nuestra salud física y mental para estar siempre alerta de cualquier contrariedad.
- Shitsuke: Sentido de autodisciplina, saber que labor debe realizar cada empleado y que la realice sin que se le tenga que estar recordando o supervisando. Mejora en la productividad y moral del empleado.

Este programa cuenta con un punto más que es: El más uno, la participación de los empleados y que pongan un poco de ellos para mejorar el programa.