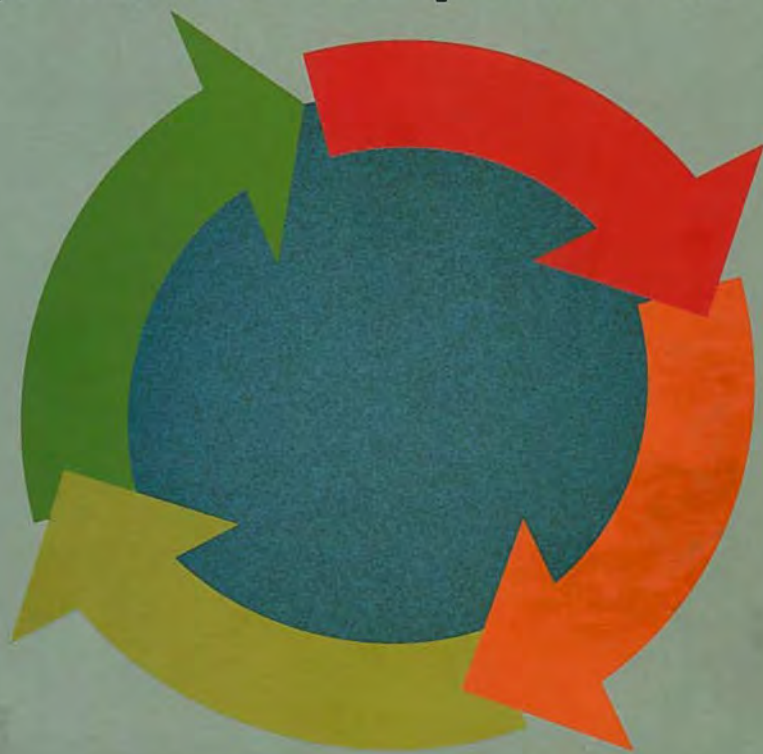


Ana Lilia Castillo Coto
Carlos Xavier Espinoza Cordero

Manual

para la solución
de problemas en la
práctica empresarial





Ana Lilia Castillo Coto

Doctora en Ciencias Técnicas.
Ingeniería Industrial. Universidad
Central de Las Villas, Cuba, 1999.
Master en Dirección de Empresas en
el Instituto Politécnico José Antonio
Echeverría de La Habana, Cuba en
1997.

Diploma Europeo de Dirección y
Administración de Empresas
(DEADE) en 1996.

Economista Diplomada en Finanzas
de la Universidad de Humboldt,
Alemania en 1983.

Profesora Titular de Administración
de Empresas y Gestión de Procesos
de la Universidad de Cienfuegos,
Cuba desde 1983.

Ha sido profesora invitada de
universidades de Alemania,
Finlandia, Canadá, Colombia,
Venezuela, Ecuador y México.
Actualmente dirige el Centro de
Postgrado y Educación Continua de
la Universidad Metropolitana del
Ecuador.

Manual para la solución de problemas en la práctica empresarial

METROPOLITANA

Quito, 2015



La Universidad Metropolitana del Ecuador, institución acreditada por el CEAACES, presenta una nueva serie de sus publicaciones, como resultado de la investigación y de las intervenciones de vinculación con la sociedad de profesores y estudiantes de las escuelas que forman profesionales en las diferentes áreas del conocimiento, en función de la transformación de la matriz productiva.

A su vez, sus títulos impresos y digitales contribuyen a la formación de profesionales competitivos, líderes, portadores de sólidas convicciones y valores éticos y morales, capaces de emprender acciones en función del Plan Nacional para el Buen Vivir y servir a la sociedad ecuatoriana. De igual manera constituye una salida de la formación docente continua que emprende la Universidad en el marco del Programa de Carrera Docente del profesorado universitario.

Ana Lilia Castillo Coto
Carlos Xavier Espinoza Cordero

Manual para la solución de problemas en la práctica empresarial



UNIVERSIDAD
METROPOLITANA

Quito, 2015

658.4
C352m
2015



VOLUMEN **3**

**Manual para la solución de problemas
en la práctica empresarial**

Ana Lilia Castillo Coto, Carlos Xavier Espinoza Cordero
analiliacastillocoto@rocketmail.com

© UMET, Universidad Metropolitana
Serie Gestión Empresarial
Primera Edición

ISBN978-9942-963-19-2

Registro de Autor 047284

Coordinación editorial: José Luis Gil Álvarez
Diseño general y cubierta: Taller Gráfico, ediciones 13
Impreso en Ecuador
Taller Gráfico La Huella, Domingo Espinar N29-96 y
Obispo Díaz de la Madrid, Quito
2015

Contenido

A los estudiantes	7
Introducción	9
1. Pasos del Método General de Solución de Problemas (MGSP)	11
Paso 1: Definir la situación	12
Descripción del problema	13
Planeación de la solución del problema	15
Paso 2: Remediar temporalmente el problema	20
Paso 3: Identificar la causa raíz	21
Paso 4: Acciones correctivas	24
Convencimiento de los decisores	24
Elección de la solución definitiva	24
Planeación de la implantación	25
2. Herramientas para describir el problema	31
El diagrama SIPOC	31
Diagramas de procesos	34
Diagramas OTIDA	34
Algoritmos	40
3. Herramientas para el diagnóstico	43
Herramientas para la recolección y análisis de datos	43
Listas de chequeo	43
Histogramas	46
Gráficos de Pareto	51
Herramientas para la búsqueda de causas	61
Método de los 5 Porqué	61
Diagrama de Ishikawa	63
Análisis causal	65
4. Herramientas de validación de soluciones	69
Las "5" S	69
Métodos heurísticos	70
Métodos de Análisis Estructural: el Método Morfológico de Exploración de Posibilidades Técnicas	70
Métodos de Estímulo a la Creatividad: De TRIZ a USIT	82
Los métodos de asignación de secuencias	84
Aplicaciones de la matriz de impactos cruzados	88

Métodos Multicriterio	93
El Método COMBINEX	95
Árboles de decisiones	100
La validación de factibilidad	100
Valor del Capital en el Tiempo	100
Punto de Equilibrio	101
5. La presentación de informes técnicos	103
Proyectos de curso o de grado	103
Las fases de los proyectos	109
Argumentación de los proyectos	109
El marco teórico de un proyecto	117
Presentación de los resultados del proyecto	127
Bibliografía	133

A los estudiantes

Muchas veces, en los actos de sustentación de tesis, pedimos a los alumnos que digan si consideran los proyectos que presentan como "resultados de investigaciones científicas" o "buenos trabajos de ingeniería". Casi todos responden –luego de la sorpresa inicial– que son investigaciones científicas. Solamente en una ocasión un avispado estudiante respondió rápidamente: "esto es ingeniería con argumento científico". ¡Eureka! Como diría el venerable Arquímedes, tatarabuelo por derecho de todos los ingenieros del orbe.

La misión de un ingeniero es diseñar o mejorar procesos donde intervengan hombres, equipamiento y materiales para hacerlos más eficientes y eficaces. Esta definición es generalmente aceptada porque un diseño o una mejora no necesariamente tienen que resultar una investigación científica, pero si tienen que estar argumentados con las herramientas y métodos probados por la ciencia.

Compartir nuestras experiencias sobre la manera de solventar las dificultades que se manifiestan reiteradamente en los actos de sustentación de proyectos de curso o grado de los estudiantes de las diversas especialidades de las ingenierías empresariales de varias universidades y países, ha sido la motivación fundamental que nos impulsa a publicar este trabajo. En él se resumen nuestras vivencias como profesores, asesores de proyectos e investigadores en el ámbito de la Administración de Empresas por más de 30 años con el ánimo de ayudar en los procesos de ejecución y evaluación de los proyectos, tanto a los estudiantes como a los profesores.

Luego de tantos años, queda intentar enseñarles a los estudiantes a pensar por sí mismos, a defender sus criterios, a aceptar la crítica y la controversia y a tratar de contextualizar en cada momento y lugar

los conocimientos que han adquirido. Mostrarles que realmente solo sabemos algo de aquello que hemos hecho alguna vez; que lo que está en los libros de texto y manuales es bueno, tal vez magnífico, pero no infalible; porque los libros también muestran experiencias más o menos generalizadas de sus autores que fueron obtenidas en contextos específicos que, quizás, no coincidan totalmente con el ámbito en que ellos se desempeñan.

Como buenos profesores habrá que lograr que los alumnos aprendan que el conocimiento está en todas partes y en todas las personas, desde el más importante ejecutivo hasta el más sencillo ayudante, que todos tenemos criterios válidos e ideas útiles, como mismo tenemos todos la posibilidad de equivocarnos, convencidos de que el verdadero valor está en recuperarnos y volver a intentar.

Los proyectos de investigación para el desarrollo de habilidades prácticas del ejercicio de la profesión tienen la ventaja de poner a prueba estos preceptos. Cada uno de los fundamentos de la ingeniería es comprobado por el estudiante en la práctica. Esta constante familiarización empírica desarrolla el hábito de estudio diario, la motivación por la profesión y las habilidades prácticas que sólo se adquieren en el universo empresarial: la capacidad de observación, la estimación de pesos y medidas, la destreza para representar situaciones o procesos en esquemas, el reconocimiento de simbologías y señalizaciones, la observancia de las normas de seguridad y salud del trabajo, la interpretación de documentos tecnológicos, el uso del lenguaje técnico, la obtención de información en variadas fuentes, entre otras muchas, son habilidades que solamente se obtienen en la práctica, de ahí la importancia de los proyectos de investigación durante el programa de estudios.

Nuestro más sincero deseo es que estas consideraciones sirvan para que los estudiantes de ingeniería sean más competitivos en el mercado laboral en el que se desempeñarán.

Los autores

Introducción

Generalmente las funciones del profesional de las ingenierías diversamente llamadas de gestión se efectúan en ambientes conflictivos y difíciles y, sin desdorar la seriedad de otras ingenierías, llenos de problemas. ¿Por qué? Los ingenieros de gestión somos los únicos que incluimos al hombre como un elemento del proceso, a diferencia de otras ingenierías que lo ven como un usuario o un cliente.

Los diseños y mejoras de procesos que hacemos los ingenieros de gestión tienen "severos jueces" desde que se gestan, porque implican cambios en actividades que sus ejecutores tal vez consideran correctas. Un nuevo puente, una carretera, una máquina, un programa de computación solo serán objeto de enjuiciamiento por el usuario cuando esté terminado. Sin ser menos serios, otros ingenieros trabajan "más tranquilos".

Esta característica del ámbito de acción de la Ingeniería Industrial refuerza la necesidad de disponer de un argumento convincente para los "adversarios críticos" sin llegar al extremo de la fábula de Esopo del campesino, el hijo y el asno. (Esopo)

Es por ello que el Método General de Solución de Problemas (MGSP) debe ser la "caja de herramientas" siempre a mano de todo ingeniero de gestión como una manifestación de la "casuística" o estudio de casos que cotidianamente enfrenta.

La aplicación reiterada de este método a diversas situaciones problemáticas repetidas en tiempo y espacio diferentes, llevaría a la investigación científica, buscando generalidades que enriquezcan el

conocimiento de la humanidad, pero –aunque está fundamentado en rigurosas bases científicas (es un método, es decir una generalidad)– los resultados de la aplicación del MGSP a una situación única no necesariamente pueden ser extendidos a otra situación, aunque parezca similar, con los mismos resultados.

Dicho de otro modo, el MGSP es la “receta” para resolver problemas de la práctica ingeniera, pero la solución que encontremos para un problema específico no tiene porqué funcionar igual en otro.

Y ¿qué es un problema?

Un problema es cualquier situación indeseable en un proceso o en sus resultados. Quiere decir que habrá una situación indeseable si un proceso o su resultado actual no cumplen con los requisitos futuros del cliente.

Resolver los problemas se convierte en una función sistemática y cíclica de tres fases: identificación de situaciones indeseables –búsqueda y análisis de causas– formulación y validación de soluciones.

Al aumentar potencialmente la satisfacción del cliente, aumentará la eficacia del proceso objeto de mejora y, como las soluciones tendrán que ser justificables –al menos– en términos de valor, la contribución a la eficiencia será una condición de partida. Como el ciclo está conformado por tres fases, el MGSP consta de cinco pasos y las herramientas factibles de aplicar son tan variadas como situaciones pueden darse en los procesos de producción o de prestación de servicios. En la aplicación de la herramienta adecuada en cada paso se concentra nuestra atención, pues de ello depende la utilidad real del método.

Para la elaboración de este trabajo hemos usado como hilo conductor el curso online *5 Pasos para la Solución de Problemas* (de la Mora, 2009) al que le hemos adicionado ejemplos tomados de situaciones reales en la explicación de cada una de las herramientas. El resto de los documentos bibliográficos consultados se refieren en su momento.

1. Pasos del Método General de Solución de Problemas (MGSP)

Hay cinco pasos que proporcionan un método sistemático para eliminar la causa raíz de un problema. Eliminar la causa raíz evita que el problema vuelva a presentarse.

Los Cinco Pasos del MGSP son:

- Definir la situación,
- Remediar temporalmente,
- Identificar la causa raíz,
- Tomar una acción correctiva y
- Evaluar y dar seguimiento.

Figura 1. Ciclo de solución de problemas



Fuente: Materiales preparados para el Diplomado de Administración Pública de la Universidad de Cienfuegos por los autores, 2013.

Paso I: Definir la situación

El primer paso para resolver problemas es definir la situación. Este paso tiene dos partes:

- Describir claramente el problema.
- Planear la solución.

Habrà que comenzar por comprobar si esa situación indeseada es o no un problema.

Los problemas son situaciones indeseadas y **apremiantes** por la tensión que generan al manifestarse y la necesidad de encontrar una solución, generalmente en el corto plazo, que satisfaga los requerimientos de la sociedad. Se caracterizan por ser inicialmente **imprecisos** por los eslabonamientos que los pueden provocar, lo que condiciona la búsqueda adecuada de sus causas y efectos. Adicionalmente los problemas son **implacables** por su objetividad, porque existen con independencia de la voluntad humana y no desaparecen hasta tanto se encuentren las respuestas adecuadas que neutralicen las causas que los generan.

Existen problemas de diferente **tamaño y complejidad**, y serán necesarias políticas consecuentes, con diferentes actores involucrados para su solución. Los problemas seleccionados estarán en función de las demandas y necesidades de los interesados o afectados por las situaciones que provocan.

Los decisores seleccionarán aquellos problemas que, por su importancia e incidencia, dentro de su radio de acción requieran acciones para su solución progresiva.

En resumen, un problema siempre será:

- Objetivo,
- Delimitable en tiempo y espacio,
- Cuantificable,
- Con una causa identificable,
- Soluble en el radio de acción del análisis y,
- La solución deberá tener un impacto previsible en cierto grado.

Hay cuatro criterios que permiten conferir prioridad o no a la solución de un problema:

- Causalidad, ¿Por qué existe esta situación problemática?
- Severidad, ¿Cuánta población está afectada por el problema?
- Incidencia ¿Quién resulta afectado y por qué?
- Novedad ¿Es este problema nuevo, inesperado, o resurgente?

Un problema existe cuando su solución está dentro de nuestras posibilidades. Si no lo está es preferible afrontarlo como una restricción del entorno.

Al entorno hay tres maneras de enfrentarlo: adaptarse para sobrevivir, abandonarlo o dejarse vencer por él.

Para identificar un problema podemos usar nuestro conocimiento del proceso, incluyendo la información de los flujos de trabajo, el Modelo de Proceso y los resultados de cualquier medición que se haya tomado del desempeño del proceso y comenzar a definir precisamente la situación que lo rodea.

Es muy importante el conocimiento del objeto, proceso o lugar donde se manifiesta el problema así como la percepción del mismo que tienen todos los involucrados.

Descripción del problema

La primera parte de la descripción de un problema es enunciarlo claramente en términos de un incumplimiento específico. Por ejemplo:

- ¿Cuál es la situación indeseable?
- ¿Qué sucedió que no debió haber sucedido?
- ¿Cuáles requisitos no se están cumpliendo?
- ¿Cuándo es que no se cumplen?
- ¿Con qué frecuencia no se cumplen?
- ¿Cuál es el Precio del Incumplimiento (PDI)?

Antes de comenzar a resolver un problema necesitamos una descripción exacta de lo que está mal. Esta descripción debe ser concisa, objetiva y sin juicios y debe concentrarse en el proceso, sin hacer conjeturas sobre la causa.

En cada caso es importante definir el incumplimiento lo más específicamente posible, para que todos los involucrados puedan entenderlo de la misma manera. Hablar en general sobre el problema con frecuencia significa saltar a conclusiones y dificulta la comprensión de los otros.

Por ejemplo, si estamos disfrutando nuestro programa de televisión favorito y se deja de ver, automáticamente comprobaremos si los otros canales se ven. ¿Tampoco? Ya hemos comprobado si es un problema de señal. Entonces nos levantaremos y chequearemos si la conexión está correctamente conectada. Tal vez miremos las conexiones externas...

Sin embargo el problema original sigue siendo que dejó de verse nuestro programa, el resto de las acciones han sido pasos para explicar sus posibles causas. Las conexiones y la señal son sólo conjeturas.

Otro ejemplo. Llegamos a la estación de combustible y no se está prestando servicio. Posibles causas pueden ser que no haya combustible disponible, que no haya electricidad, que haya ocurrido una avería... pero a los efectos nuestros, como clientes, el problema es solo que no podemos abastecernos de combustible, es decir satisfacer la necesidad que nos llevó allí.

Estas son situaciones muy sencillas de la vida cotidiana que ilustran dónde debe ser inicialmente concentrada la atención, pues la complejidad de las situaciones en los procesos de producción o prestación de servicios motiva que no siempre resulte tan fácil formular el problema en pocas palabras.

Pero los ingenieros de gestión trabajamos en equipo y muchas veces debemos comenzar convenciendo a nuestros jefes de la existencia de un problema determinado. Por eso hay que seguir tres reglas al describir el problema.

1. Concentrarse en los datos y no en la causa.
2. Especificar el incumplimiento sin buscar culpables.
3. Calcular la magnitud del problema en cantidades o el Precio de Incumplimiento, evitando términos vagos.

Por ejemplo, un problema descrito como "errores en la captura de datos" no expresa la magnitud de la situación. Aplicando las tres reglas anteriores podría definirse más claramente como "de 50 facturas, 10 contienen errores y un empleado tardó dos horas en corregirlos".

Veamos el cumplimiento de las tres reglas:

1. **Datos:** convertimos la captura de datos en la descripción exacta de dónde ocurren los errores.
2. **Incumplimiento específico:** de 50 facturas, 10 tienen errores (20% de defectos).
3. **Precio del incumplimiento:** ocasionó 2 horas de trabajo de un empleado para corregirlos.

Los jefes entienden el lenguaje del dinero, por lo que sería más eficaz si les decimos cuánto costaron esos errores en términos de salarios pagados a empleados que hicieron mal su tarea y a otros que la corrigieron. Este planteamiento, que ya es una práctica, fue hecho por Juran (Juran, 2001) que también explicó cómo la organización pierde doblemente cuando no se hacen las cosas con calidad por primera vez. Se pierde lo invertido en hacerlo mal, lo dejado de ingresar porque está mal, lo invertido en rehacerlo y se resarce solamente la mitad de la inversión inicial, pues se invirtió más del doble de tiempo y recursos para vender una sola unidad.

Planeación de la solución del problema

Una vez descrito el problema se debe planificar su solución. Cuando evaluamos inicialmente los recursos disponibles (materiales, informativos, humanos, financieros, de tiempo...) y los criterios que se utilizarán para evaluar los esfuerzos de solución del problema, hemos comenzado a planear la solución.

Este plan puede cambiar en la medida en que aprendemos más sobre el problema y el proceso involucrado y nos vamos nutriendo de datos adicionales necesarios. Planear la solución antes de identificar la causa raíz ayuda a todos los involucrados a entender hacia dónde se dirige el esfuerzo de la solución del problema.

Como en todo acto de planeación hay que responder tres preguntas básicas:

- ¿Quién?
- ¿Qué?
- ¿Cuándo?

Planear la solución es decidir quiénes serán los que resuelvan el problema, qué determinará que está resuelto (criterio de solución) y cuándo deberá alcanzarse esa meta.

■ ¿Quién? La gente necesaria

Cuando se define una situación es importante decidir quién necesita participar en los esfuerzos para resolver el problema. Aquí las consideraciones son:

- ¿Quién tiene **conocimiento** de cómo opera el proceso?
- ¿Quién tiene **autoridad** para cambiar el proceso?
- ¿Alguien de fuera de la organización (un proveedor o un cliente) necesita participar?
- ¿Quién tiene la **responsabilidad principal** de resolver el problema?

Si una persona tiene el conocimiento y la autoridad para llevar el problema por los cinco pasos (Definir, Remediar, Identificar, Corregir y Evaluar) entonces quizá no sea necesario formar un equipo. Pero en muchos casos, un problema requiere de los diversos conocimientos, experiencias, habilidades y autoridad que un equipo proporciona para resolverlo. Además, los miembros de un equipo tienden a adueñarse del problema y a comunicar a los demás la necesidad de mejorar y el avance de sus esfuerzos.

Pero, ¿cómo se conforma un equipo de trabajo?

- Siempre se conforman equipos de trabajo que tengan de **8 a 12 miembros**, preferiblemente en números impares, esto permitirá que –en los casos en que no se llegue a un consenso– todos los miembros puedan votar.
- Los miembros de un equipo deben ser aquellas personas que tengan **capacidad** para tomar decisiones, tengan **experiencia** en el área en que se manifiesta el problema que se quiere solucionar o con problemas similares al que se trata y estén **dispuestos a responsabilizarse** con su solución.
- Deben participar también los que **dispongan de información** relacionada con el problema, las personas **creativas** que puedan aportar soluciones, los **interesados** en resolver el problema porque estén involucrados en el asunto o tengan interés en colaborar.

Por tanto y, de acuerdo al problema, trate de que participen:

- Perjudicados
- Beneficiados
- Motivados por el asunto
- Influyentes del grupo
- Conocedores del tema

Para cualquier sesión de trabajo en grupo que Ud. organice, si no puede evitar que participen, tenga al menos identificados a los francotiradores, a los agresivos, arrogantes y autosuficientes, a los hipercríticos, en resumen, a todas esas personas inexpertas que se esfuerzan en dar opiniones sobre todo, aunque no aporten nada vital a la discusión.

Trate de priorizar a personas creativas, expertas, que están dispuestas a dar y recibir y que no tienen temor a romper esquemas.

En la siguiente tabla le sugerimos algunos trucos para manejar situaciones que suelen presentarse en las reuniones de trabajo en grupo:

Tabla 1. Posibles actitudes con que un facilitador puede mantener el control de un equipo de trabajo

Situación	Truco
El que siempre pregunta, quiere hacerse notar o quiere que prevalezca lo que opina.	Desviar sus interrogantes al grupo, que sea quien le conteste.
El necio, que no entiende razones, ni quiere aprender nada de los demás.	Pedirle que acepte el punto de vista de la mayoría, y que posteriormente habrá oportunidad para discutir el suyo.
El mudo voluntario. No participa porque se siente por encima o por debajo del tema.	Hágalo participar, haláguelo diciéndole lo importante que es su contribución.
El silencioso tímido. Tiene ideas pero no se atreve a formularlas.	Hacerle preguntas fáciles para aumentar su confianza, atraer la atención sobre lo que diga de interesante.
El charlatán, el que habla todo el tiempo, saliéndose del tema de un modo cansador.	Obrar como si no existiera y conceder la palabra a otros compañeros.

Situación	Truco
El detallista , que se embrolla en los detalles más mínimos y no deja avanzar al grupo.	Tomarlo con humor y hacerle comprender que los detalles se pueden tratar después de la reunión.
El gruñón . Es compulsivo. Se alza bruscamente, gesticula, golpea la mesa...	Hablarle franca, mesurada y directamente para neutralizarlo.
El agresivo . Se irrita, pelea aunque sus argumentos no sean de peso, se impone por su mal genio.	Dejar que sus ataques se los lleve el viento. Agradecerle sus críticas y regresarle el «balón».
El simpático . Hace reír a los demás, contagia con su optimismo.	Bien guiada puede ayudar a franquear los momentos incómodos y hacer la reunión más amena.
El gran tipo . Es el “siempre listo” del grupo, siempre quiere colaborar. Está seguro de sí y de su posición en el grupo.	Hágale que realice sus aportes, tómelo en cuenta y muéstrese agradecido de sus palabras.

Fuente: Curso de postgrado dictado por los autores en el Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos, México. Agosto, 2014.

Quiere decir que hay que respetar principios básicos en la planificación de la solución de un problema que pueden resumirse en:

- No criticismo.
- No restricciones.
- Trabaje sobre las ideas de otros.
- Estimule la participación.

Es muy recomendable usar una lista de chequeo también para el proceso de planificación de la solución del problema estimulando al grupo a buscar respuestas a preguntas dirigidas que permiten saber si se han abordado todas las aristas del problema.

La lista del facilitador puede incluir preguntas como:

- **Eliminación:** ¿Qué ocurrirá si se elimina algo?
- **Inversión:** ¿Qué ocurrirá si algo se invierte?
- **Normal y anormal:** ¿Es algo una anomalía u ocurre todo el tiempo?
- **Constante y variable:** ¿Qué ocurrirá si solamente el ítem que cambia se trata como excepción?

- **Agrandar y reducir:** ¿Qué ocurrirá si algo se agranda o reduce?
- **Conectar y separar:** ¿Qué ocurrirá si algunas cosas se conectan o separan?
- **Concentración y dispersión:** ¿Qué ocurrirá si algunas cosas se agrupan o dispersan?
- **Adición o sustracción:** ¿Qué ocurrirá si algo se añade o se elimina?
- **Reemplazamiento y sustitución:** ¿Qué ocurrirá si utiliza algo en otro montaje o si sustituye algo?

El facilitador no necesariamente tiene que ser un profundo conocedor del tema que se discute pero si tiene que motivar al equipo de trabajo a aportar con entusiasmo a la búsqueda de causas y soluciones, por ello debe propiciar que todos aprendan de todos y sean capaces de identificar previamente los impactos de las soluciones propuestas en la cultura de la organización.

■ ¿Qué? El criterio de resolución

Un criterio de resolución es un acuerdo anticipado sobre cuándo el proceso cumplirá consistentemente con los requisitos que dan por resuelto el problema. Para ello es recomendable que se compare cada paso y aspecto de la solución propuesta con la configuración inicial y se demuestre la efectividad de la propuesta incluyendo una valoración (eventualmente negociación) con los potenciales afectados.

Prepare la implementación cuidadosamente, tratando cada detalle: ¿en 2 días? ¿3 semanas? ¿7 meses? ¿En el momento en que el cliente esté de acuerdo?

Determinar el criterio de resolución desde antes puede evitar malos entendidos durante la evaluación. Si todos entienden el criterio que se usará para evaluar la acción correctiva, no habrá desacuerdo respecto a si el problema está resuelto o no.

■ ¿Cuándo? La fecha de resolución

La siguiente acción es estimar una fecha en la que la acción correctiva debe estar implantada. Puede ser difícil determinarla con exactitud, pues estará en función de la complejidad del problema y su solución. No siempre a problemas aparentemente sencillos le corresponden soluciones fáciles y viceversa. Como en esta etapa, no se ha identificado ninguna causa raíz,

será solo una fecha tentativa de resolución que ayudará a planear y a dar prioridad a las acciones. La fecha de resolución estimada puede modificarse cuando se tenga más información sobre el problema y su solución.

Paso 2: Remediar temporalmente el problema

Ahora necesitamos analizar detenidamente las consecuencias que se identificaron en el Paso No. 1 para determinar si se necesita un remedio temporal o para evaluar la efectividad del que quizá ya esté implantado.

Un remedio temporal es un paso para mantener el proceso funcionando. Cuando se presenta un problema, la primera acción debe ser disculparse con el cliente. Cuando el resultado del proceso es un servicio, podemos volver a prestar el mismo servicio. Cuando el resultado es un producto, podemos repararlo o reemplazarlo. En cualquier caso, normalmente tranquilizamos al cliente de alguna manera “remendando” el proceso para reducir la incidencia y la intensidad de la insatisfacción del cliente.

Un remedio temporal minimiza las consecuencias de un problema, pero no se dirige a la eliminación de sus causas. No se pueden mantener los remedios temporales por tiempo indefinido, porque si no resolvemos el problema, tendremos que seguir remediándolo y costará más y más. No es una solución permanente del problema. Recuerde que la humanidad resume su inmensa sabiduría en los proverbios y hay uno muy verídico que dice: “no hay nada más duradero que lo provisional”.

Si los requisitos del cliente no se están cumpliendo, el problema debe remediarse para que el cliente no reciba productos y servicios con incumplimientos. El remedio temporal gana tiempo hasta que la causa o causas se pueden identificar y eliminar.

Paso 3: Identificar la causa raíz

Identificar la causa o causas raíz puede ser el más retador de los cinco pasos y para tener éxito requiere una comprensión profunda del proceso involucrado. Con el fin de lograr información del proceso, se desarrolla un plan para recolectar datos. Después que los datos se recolectan, se organizan y se analizan.

Las herramientas más utilizadas son los modelos de procesos y sus descendientes más completos como las técnicas de análisis de modo de falla y sus efectos, las hojas de verificación, las comparaciones con patrones de similitud, los diagramas de causa y efecto y los árboles de decisiones.

Los modelos de procesos les representan como sistema y analizan su comportamiento desde esa óptica. Los modelos para el análisis del modo de falla y sus efectos llegan más allá, representan el proceso objeto de análisis, listan cada uno de sus pasos, cada una de las formas en que pudieran cometerse errores y las probabilidades de que ocurran según los intereses de la organización.

Para llegar a las causas de un problema hay que tener un plan de búsqueda, por ello se acude a las Hojas de Verificación o Listas de Chequeo. Son conjuntos organizados de parámetros, condiciones, atributos, indicadores o características a controlar que permiten contar o cuadrar las observaciones. Con ellas se logra un registro claro de los datos para facilitar el análisis.

Las listas de chequeo permiten obtener datos numéricos tratables desde el punto de vista estadístico para elaborar histogramas u otros gráficos de barra, diagramas de Pareto, efectuar correlaciones, ajustar a diversas funciones, pronosticar, etc.

Para hacer buenas Listas de Chequeo se establecen Patrones de Similitud que establecen gradaciones o calificaciones para los parámetros que se controlan. Estos patrones dependen de cada tipo de proceso. Cuando los atributos del producto o proceso son perfectamente tangibles puede tabularse fácilmente el contenido de los patrones incluyendo dónde y cuándo hubo incumplimientos o fallas, qué factores de control están siendo más afectados, qué información o materiales están involucrados e incluso qué consecuencias trae. Cuando los atributos son mayoritariamente intangibles

–como ocurre en los procesos de prestación de servicios– entonces se acude a las comparaciones. Estos aspectos se explicarán y ejemplificarán más adelante.

De las herramientas para la detección de causas de problemas es sin duda el Diagrama de Causa Efecto, de Espinas de Pescado o de *Ishikawa*, el más conocido y popular.

Kaoru Ishikawa (Kaoru Ishikawa, 2009) fue un teórico de la administración de empresas japonés, profesor de la Universidad de Tokio y experto en el control de calidad. Ishikawa explicó el éxito de las políticas de calidad japonesas desde un enfoque profundamente humanista. Tal vez lo hiperbolizó un poco al aseverar que harían falta principios idiosincráticos como los orientales para que los sistemas basados en la filosofía de la calidad total tuvieran éxito, pero sin lugar a dudas nos hizo pensar que la calidad dependía en un alto porcentaje del elemento humano de la tecnología.

Su conocido Diagrama causa-efecto (también llamado “Diagrama de espina de pescado”, por su forma) como herramienta para el estudio de las causas de los problemas, se fundamenta en la idea de que los problemas relacionados con la calidad raramente tienen causas únicas, sino que suelen haber implicados en ellos, de acuerdo con su experiencia, un cúmulo de causas. Sólo hay que encontrar esta multiplicidad causal y colocarla en el diagrama, formando así grupos de causas a las que se aplicarán medidas preventivas.

Esta es una herramienta que organiza las causas de un problema en grupos de ellas. Casi siempre se acude al criterio recomendado inicialmente por Ishikawa de Máquinas, Materiales, Mano de obra, Métodos y Medio Ambiente. Posteriormente con la expansión de las certificaciones ISO se ha incluido Mediciones. Esta no es una estructura obligatoria para usar la herramienta. Pueden usarse las fases de un proceso como criterio de agrupamiento siempre que se concentre la atención en el problema que se está analizando.

El diagrama de Causa Efecto es una guía muy útil para organizar el trabajo en equipo en la búsqueda de causas de un problema, siempre que se cumplan las normas básicas para el trabajo en grupo y se aplique una herramienta específica. Lo más importante de recordar es usar el diagrama para

anotar todas las sugerencias posibles. Así pueden considerarse más posibles causas y nada se pasa por alto cuando intentamos identificar la causa o causas raíz del problema. Casi siempre se acude a la tormenta de ideas pero puede aplicarse también la Técnica de Grupos Nominales de Trabajo (Huerta, 2005) que tiene la ventaja de evitar los enfrentamientos directos, atenuar el temido efecto de halo (¿Que es el efecto de halo?, 2015), dosificar la participación de todos y conferir la debida atención a cada aspecto a analizar. Cuando se cuida que cada causa esté donde le corresponde, se consigue “limpiar” el diagrama, es decir, considerar cada causa original o intermedia en solamente un grupo.

Hay otras formas de buscar causas raíz que no necesariamente acuden al diagrama de Ishikawa. Usando las bases estructurales y conceptuales del árbol de decisiones, puede encontrarse la causa raíz. A diferencia del diagrama de espigas de pescado, cuando usamos el árbol de decisiones una causa puede contribuir a varios efectos intermedios. Es útil para problemas muy complejos como los que emanan de los conflictos humanos en las organizaciones. Sirve también para analizar cómo fluye la información en las organizaciones para el diseño o mejora de flujos informativos.

Los llamados mapas estratégicos que se usan en los sistemas de control de gestión se conforman usando este método. La razón está en que un objetivo estratégico puede contribuir al crecimiento empresarial en más de una perspectiva, como las personas se pueden relacionar con otras a niveles diferentes y de diversas maneras y la información puede fluir en múltiples direcciones.

Antes de pasar al próximo paso es necesario puntualizar en la diferencia que hay entre error y defecto.

- Un error es el resultado de una acción humana, por lo tanto es factible de ser previsto y evitado.
- Un defecto es la consecuencia tangible de un error que se detecta en una operación de inspección en la empresa o –lo que es peor– por el usuario o cliente.

El error se prevé, el defecto se elimina a través de la eliminación de los errores. Por eso, las acciones correctivas tienen que estar dirigidas a los errores para eliminar los defectos.

Paso 4: Acciones correctivas

Este paso consta de varias fases:

1. El convencimiento de los decisores
2. La elección de la solución
3. La planeación de la implantación
4. La implantación de la mejora
5. La validación de su impacto

1. Convencimiento de los decisores

Casi siempre cuando encontramos la causa de un problema tenemos la solución en la mano. Ocurre entonces que las acciones se hacen casi simultáneas con las del paso No. 3. A veces ya en la solución temporal del paso 2, nos hacemos hipótesis más o menos certeras sobre la solución definitiva. Pero no podemos atenernos a esas ideas preliminares, si no las comprobamos debidamente en el análisis causal.

En muchas maneras, las acciones en este paso son paralelas a las del Paso 2: remediar temporalmente. Aunque los planes para la acción puedan ser similares, la diferencia importante es que en este punto debe implantarse una solución permanente para el problema.

Los primero que hay que hacer es decidir quiénes patrocinarán la acción correctiva. Corregir es un proceso de mejora y la mejora es siempre un cambio. Como todo cambio tendrá inicialmente más detractores que defensores externos. Así que una buena parte del éxito de la mejora se logra decidiendo con cuidado a qué puerta se llamará. Lo ideal es hacer partícipes a los decisores directos en el área donde se ejecutará la mejora.

2. Elección de la solución definitiva

Luego habrá que comenzar a ajustar el plan que se esbozó en el Paso No. 1 comenzando por concertar con todos los implicados la validez de la acción correctiva. En el caso que se presenten varias alternativas de solución habrá que aplicar criterios de ingeniería del valor (Pérez, J.S.; Juárez, J.L.; Pérez,

J.L.) de manera suficientemente convincente para que todos los implicados estén convencidos de la validez de la variante elegida.

3. Planeación de la implantación

Demostrada convincentemente la validez de la solución propuesta, se procederá a planear la acción de mejora. Primero, si es necesario se reunirá a la gente que pueda decidir más efectivamente sobre ideas u opciones para la acción correctiva. Cuando se han planteado todas las opciones hay que elegir, planear, comunicar e implantar la mejor. Si la acción correctiva tiene éxito, el problema estará resuelto.

■ Reunir a la gente clave

Cuando comienza la acción correctiva es útil volver a evaluar los recursos humanos que están asignados a la solución del problema.

Elegir e implantar la acción correctiva puede requerir diferentes conocimientos y experiencias que los requeridos en describir el problema e identificar la causa o causas raíz.

En el Paso 1 se asignaron originalmente los recursos humanos. Las consideraciones fueron:

- ¿Quién tiene el conocimiento y la autoridad para cambiar el proceso?
- ¿Habrá que involucrar a alguien que no estuviera en el equipo original?
- ¿Quién tiene la responsabilidad última de resolver el problema?

Revisar estas decisiones a la luz de lo que actualmente se conoce puede ayudar a asegurar que la gente adecuada participe en tomar la acción correctiva. En el proceso de planeación de la solución tienen que implicarse los que tienen la autoridad y saben implantar la solución, de alguna manera aquellos que se beneficiarán en última instancia con la mejora y sin lugar a dudas, los responsables del problema y su solución.

■ Generar posibles acciones correctivas

Una vez que hemos identificado bien la causa o causas raíz, es el momento de tomar acción correctiva. Aunque muchas veces la medición nos muestra que hay más de una causa raíz.

Cuando esto sucede, necesitamos decidir si vamos a trabajar con todas las causas a la vez o en sólo una o dos de ellas. Puede no ser efectivo tratar con todas las causas simultáneamente y podemos evaluar mejor y dar seguimiento a nuestros esfuerzos si corregimos una causa a la vez. Además, con frecuencia hay más de una acción que eliminará cualquier causa raíz. Por lo tanto, es importante observar todas las acciones posibles que podamos.

Si Ishikawa creó el análisis de causa y efecto, fue Juran quién popularizó el principio de Pareto para la elección de las principales causas. Vilfredo Federico Dámaso Pareto fue un sociólogo, economista y filósofo italiano que se dedicó al estudio de la distribución de la riqueza. Fue el creador del concepto de eficiencia de Pareto y se considera uno de los padres de la moderna microeconomía. Su formulación básica parte del principio de los “muchos triviales y pocos vitales” en una relación aproximada de 80 – 20. Estas cifras son arbitrarias; no son exactas y pueden variar. Su aplicación reside en la descripción de un fenómeno y, como tal, es aproximada y adaptable a cada caso particular. (EUMED)

El principio es aplicable en muchas ocasiones de la práctica empresarial. El principio generalmente se cumple en la función comercial de las empresas porque tendencialmente el 20% de los clientes o de los productos generan el 80% de las facturaciones respectivas.

De la misma forma se cumple en la función de distribución y de gestión de inventarios. Casi siempre el 20% de los clientes o de los productos concentra el 80% de los esfuerzos de distribución y de gestión de inventarios.

En la solución de problemas de la práctica empresarial casi siempre no hay una sola causa identificable sino varias. Habrá entonces que cuantificar cuál de ellas deberá ser atacada primeramente para solucionar la mayor cantidad de efectos. Hay que cuidar mucho que las causas que se cuantifiquen CUMPLAN el principio de Pareto. Eso depende mucho de los criterios de agrupamiento de causas que se elijan. En el próximo capítulo discutiremos algunos ejemplos de aplicación de Pareto y los errores más frecuentes que se cometen en su análisis.

Aplicar el principio de Pareto ayuda a concentrar la atención y los esfuerzos en una sola dirección cada vez. Una vez solucionada y debidamente validada una causa, podemos revisar la situación, determinar cuál es la próxima

en importancia e impacto y atacarla. Pero no siempre esto es posible en la práctica. Muchas veces la existencia de múltiples y variadas causas puede generar múltiples y variadas soluciones –en muchos casos contradictorias– entonces una solución lineal no es suficiente. Habrá que acudir a otras técnicas de evaluación simultánea de varias alternativas como pueden ser las cajas morfológicas, los métodos multicriteriales y los derivados de la modelación matemática como los árboles de decisiones y las redes. Todo depende de cada situación, sin dejar de considerar que el éxito de la implantación de una mejora depende –en última instancia– del interés de las personas que participan en ella pero, en alguna medida, también depende de la herramienta que hayamos usado para elegirla, entre todas las alternativas.

Aquí hay algunas directrices que pueden ayudar:

- Cuando la causa raíz sea una duplicación (un mismo error provoca más de un defecto) o esté ocasionada por actividades múltiples que ocurren simultáneamente (un mismo defecto es causado por varios errores a la vez), la acción correctiva puede ser simplificar y reducir el número de actividades o mejorar la coordinación entre ellas.
- Cuando se identifican causas raíz que son actividades poco frecuentes, casi desconocidas o –al menos– no rutinarias, casi siempre los propios empleados capacitados revisan las actividades y sugieren maneras para mejorar.
- Al tomar decisiones se pueden crear problemas. Por lo tanto, planear con anticipación evita sorpresas. Para evitar incumplimientos serios, la respuesta podría ser crear redundancias o un respaldo para el proceso.
- Cuando sea posible, las acciones correctivas deben ser “a prueba de errores”, esto es modificar o aumentar los mecanismos en un proceso para que sea imposible producir o entregar a un cliente algo defectuoso.

El término “a prueba de error” es más conocido por su equivalente en japonés: *Poke Yoke* (Poka-Yoke, 2015) y es un conjunto de mecanismos y acciones para prevenir los errores de proceso. Aunque considero que el más importante será la facultad que tienen los operarios, en los verdaderos sistemas de gestión de la calidad total, de detener el proceso y convocar a sus colegas

a la solución de cualquier problema que se haya detectado, sin duda son más populares los mecanismos que impiden que se continúe una operación si no se cumplen determinados requisitos. A este grupo pertenecen los dispositivos de medición y conteo de unidades, los que detienen el funcionamiento hasta tanto no se cumplan determinados requisitos de seguridad y otros cada vez más conocidos en la medida que la tecnología sigue avanzando.

■ Elegir la acción correctiva

Los tres parámetros que permiten determinar cuán eficaz es una mejora serán los relacionados con la calidad, costo y plazo. Considerando estos tres parámetros, es que se elegirá la acción correctiva para solucionar el problema identificado.

Cuando nos referimos a **calidad**, la consideramos en su más amplia dimensión, es decir, la calidad del diseño –tanto del producto o servicio, como del proceso para obtenerlo o prestarlo– la calidad del propio proceso y la calidad intrínseca en el producto o servicio.

El **costo**, por su parte, está relacionado con la inversión de recursos de cada uno de los eslabones de la cadena del valor para dar continuidad al ciclo, lo que excede en cierta medida el contenido de la expresión contable tradicional de costo. En otras palabras: costo es toda la inversión de recursos en una determinada etapa del proceso, sean estos recursos objeto de contabilización o no.

Por último, el **plazo** se refiere a la duración del ciclo del proceso desde que se solicitan los aprovisionamientos hasta que se reciben los pagos correspondientes del cliente. Es decir que incluye no solamente los flujos materiales de agregación de valor o principales, los auxiliares y los de servicio, sino también los informativos y financieros. En muchos casos y, cuando los sistemas informativos disponibles lo permitan, pueden calcularse también las externalidades de tipo ambiental como son los costos e ingresos por reciclaje y relacionados.

Cada una de las opciones o alternativas para eliminar un problema está afectada por diversos factores vinculados a estos parámetros, tales como el costo de la acción correctiva, la complejidad al hacer el cambio y el tiempo requerido para ponerla en funcionamiento.

Cuando definimos la situación durante el primer paso, establecemos una fecha de resolución en la cual la acción correctiva debe estar implantada. Esta fecha debe también considerarse cuando se elige la acción correctiva.

Elegir la acción correctiva puede ser una decisión difícil. Por lo tanto, es importante conocer a detalle el proceso de la causa o causas del problema, y del costo, tiempo y complejidad de cada acción correctiva que se esté considerando. Con toda esta información a la mano podemos elegir una acción correctiva que eliminará la causa raíz que hemos decidido resolver.

4. El diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC (Supply Input Process Output Customer) es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad. El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad. El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad.

El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad. El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad. El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad.

El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad. El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad. El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad.

El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad. El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad. El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad.

El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad. El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad. El diagrama SIPOC es una herramienta que se utiliza para definir el proceso de una actividad.

2. Herramientas para describir el problema

1. El diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC (Asociación Española para la Calidad, 2015) (*International Organization for Standardization*, 2015) se popularizó con la aparición de la filosofía Seis Sigma y su uso se ha difundido con el enfoque por procesos que establece la familia de normas ISO en sus versiones posteriores al 2000.

Un diagrama SIPOC es una herramienta usada por un equipo de trabajo para identificar todos los elementos relevantes de un sistema productivo o de servicios para poder saber dónde ocurren los avances o dónde se pueden localizar los problemas del desempeño de sus procesos. Seis Sigma también lo recomienda como una herramienta adecuada y abarcadora de la fase de medición. Es muy similar al llamado mapeo de procesos, pero exige un nivel de detalle un tanto mayor.

El nombre de la herramienta proviene de las siglas en inglés de los elementos objeto de análisis: suministradores (Suppliers), suministros (Inputs), procesos (Process), resultados o salidas (Outputs) y clientes (Customers). En algunos casos pueden sustituirse las listas de clientes por los requerimientos específicos que estos hayan expresado.

SIPOC es verdaderamente útil para ofrecer una idea exacta de aspectos generales de procesos o sistemas de estudio como pueden ser:

- ¿Quiénes suministran al sistema?
- ¿Qué especificaciones tienen esos suministros?

- ¿Quiénes son los verdaderos clientes del proceso?
- ¿Cuáles son los requerimientos de esos clientes?

Las fases para conformar un diagrama SIPOC son:

1. Cree un área para cada uno de los componentes del diagrama. Si considera que hay pasos en esos componentes o agentes intermedios puede crear más de una. Ejemplo: si uno de sus suministros es una materia prima que llega de manera continua a través de un distribuidor o transportista fijo, será razonable considerar tanto al suministrador directo como al prestador estable del servicio. Lo mismo si se tienen clientes a los que se envían productos con intermediación.
2. Comience por los clientes y concéntrese en los requisitos o exigencias más prominentes de cada uno o en los que sean más importantes para su estudio.
3. Liste todas las salidas del proceso. Recuerde que esta es una herramienta que se utilizó originalmente para análisis de calidad pero puede ser también útil con otros fines. Todo proceso de agregación de valor influye en las actitudes y valores de los que participan en él, crea nueva información o conocimiento, etc... quiere decir que pueden considerarse también salidas de ese tipo.
4. Ahora ya puede listar el proceso. El nivel de detalle que use depende de los intereses de su análisis.
5. El propio proceso le propiciará listar los suministros. Recuerde siempre que hay tres flujos de suministro en una organización: los materiales, los financieros y los informativos. Recuerde además que los trabajadores no son parte del proceso sino el soporte de una importante parte de la información, el conocimiento y la garantía del desempeño organizacional.
6. Liste los suministradores pensando en todos los suministros que listó anteriormente.
7. Compruebe el diagrama completo y revíselo con ayuda de un elemento decisor del proceso que estudia, para posibles adecuaciones o ajustes.

Por ejemplo, mostramos un diagrama SIPOC de partida para un negocio de distribución/manutención/venta mayorista de productos importados

radicado en una zona portuaria.¹ Esta empresa importadora y comercializadora tiene numerosos proveedores de productos, de servicios de transportación marítima, de servicios de manipulación portuaria, de medios de manipulación y unitarización, de servicios de comunicación de datos y voz, de agua, de electricidad, de alcantarillado, señalización, etc. Cada uno de ellos suministra un producto o servicio necesario para su desempeño. Luego de ejecutar sus procesos (como se trata de un almacén de distribución, sus procesos básicos serán: recepción de mercancías, almacenaje, despacho de mercancías y gestión del inventario) la empresa envía a sus clientes los pedidos que estos le hagan, acompañados de sus correspondientes facturas. Esta es una representación preliminar para un SIPOC más detallado. Esquemático sería como aparece en la figura.

Figura 2. Diagrama SIPOC



Fuente: Elaboración propia

1 Sobre este mismo caso real se detalla más adelante en el epígrafe de histogramas y diagramas de Pareto.

2. Diagramas de procesos

Cuando ya hemos logrado representar el sistema que vamos a estudiar debidamente y sabemos con certeza el alcance que tendrá nuestro estudio, entonces estamos en condiciones de representar los procesos detalladamente.

Tradicionalmente en la gestión de empresas se usa el llamado diagrama OTIDA cuando van a representar procesos manufactureros y cada vez más se acude a los algoritmos cuando se representan procesos de prestación de servicios, donde las operaciones están caracterizadas por una gran cantidad de alternativas para la toma de decisiones. Por ello nos detendremos someramente en ambas herramientas.

■ Diagramas OTIDA

Es un diagrama de proceso (ADR, 2015) que muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones en taller o en máquinas; las inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado.

Para hacer constar en un gráfico todo lo referente a un trabajo u operación resulta mucho más fácil emplear una serie de símbolos uniformes propuestos por la Asociación de Ingenieros Mecánicos de Estados Unidos y adoptados en el British Standard Glossary of Terms in Work Study, (British standard 3138, 1959) que sirven para representar los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina.

Constituyen, pues, una clave muy cómoda, inteligible en casi todas partes, que ahorra escritura y permite indicar con claridad exactamente lo que ocurre durante el proceso que se analiza.

Las dos actividades principales de un proceso son la operación y la inspección, que se representan con los símbolos siguientes:

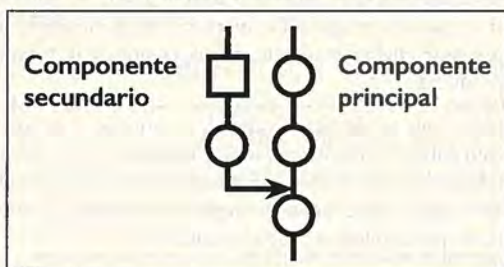
Tabla 2. Simbología OTIDA según British Standard Glossary of Terms in Work Study

Actividad	Símbolo	Contenido
Operación		Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica durante la operación. También se emplea el símbolo de la operación cuando se consigna un procedimiento, por ejemplo, un trámite corriente de oficina. Se dice que hay operación cuando se da o se recibe información o cuando se hacen planes o cálculos. La operación hace avanzar al material, elemento o servicio un paso más hacia el final, bien sea al modificar su forma, como en el caso de una pieza que se labra, o su composición, tratándose de un proceso químico, o bien al añadir o quitar elementos, si se hace un montaje. La operación también puede consistir en preparar cualquier actividad que favorezca la terminación del producto.
Inspección		Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas. La distinción entre esas dos actividades es evidente. La inspección no contribuye a la conversión del material en producto acabado. Sólo sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad
Operación/ Inspección		Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades. Un círculo dentro de un cuadrado representa la actividad combinada de operación inspección, que es la más utilizada. Con frecuencia se precisa mayor detalle gráfico del que pueden dar esos dos símbolos principales, y entonces se utilizan otros tres, que constituyen actividades secundarias.
Transporte		Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro. Hay transporte, pues, cuando un objeto se traslada de un lugar a otro, salvo que el traslado forme parte de una operación o sea efectuado por un operario en su lugar de trabajo al realizar una operación o inspección.
Depósito provisional o espera		Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite. Es el caso del trabajo amontonado en el suelo del taller entre dos operaciones, de los cajones por abrir, de las piezas por colocar en sus casilleros o de las cartas por firmar.

Almacena- miento permanente		Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia. Hay, almacenamiento permanente cuando se guarda un objeto y se cuida de que no sea trasladado sin autorización. La diferencia entre almacenamiento permanente y depósito provisional o espera es que, generalmente, se necesita un pedido de entrega, vale u otra prueba de autorización para sacar los objetos dejados en almacenamiento permanente, pero no los depositados en forma provisional.
-----------------------------------	---	--

Fuente: Elaboración propia. (British standard 3138, 1959).

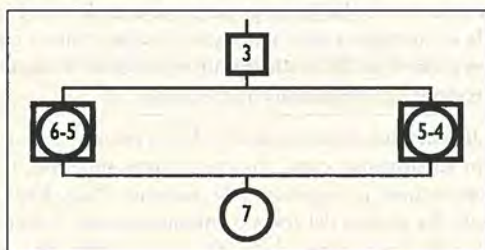
Figura 3. Línea de flujo, principal y secundaria



Fuente: Elaboración propia. (British standard 3138, 1959).

En un proceso siempre habrá una línea de flujo principal en la que se representa la parte más importante del proceso y que incluye generalmente aquella parte del producto a la que siempre se adicionan las otras partes o sobre la que se realizan las actividades principales.

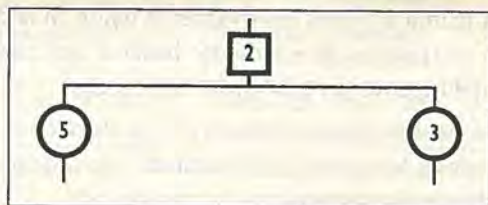
Figura 4. Flujo alternativo de selección dependiente



Fuente: Elaboración propia. (British standard 3138, 1959).

Ocasionalmente una línea de flujo puede dividirse para realizar procesamiento paralelo que una vez concluidos pueden integrar sus resultados a la línea de flujo original, siguiendo a partir de este punto otras actividades.

Figura 5. Flujo alternativo de selección independiente



Fuente: Elaboración propia.
(British standard 3138, 1959).

También de manera ocasional, una línea de flujo puede dividirse para realizar procesamiento paralelo que una vez concluidos no vuelven a la línea original o alguna de las líneas en que se divide esta, constituyen salidas hacia otros procesos o sistemas.

Las actividades de un proceso, presentes en un diagrama que lo describe, deben numerarse comenzando por las que se encuentran sobre la línea principal del diagrama desde arriba hacia abajo hasta encontrar una conexión a la línea principal, momento en el que se detiene la numeración sobre esa línea y se continúa en la línea inmediata izquierda de la misma forma descrita anteriormente. Cada actividad diferente tiene numeración independiente del resto.

Ejemplo: Como ejemplo de elaboración de un flujograma OTIDA veamos un proceso de suministro de biomasa residual de la cosecha de la caña de azúcar que se usará como combustible para la generación eléctrica (Castillo Coto, 1999). La biomasa residual se recopila en los ingenios de producción azucarera antes de que la caña sea colocada en los basculadores para ser molida. En este proceso se separa la caña de la paja acompañante.

Como la atención se centra en la paja, se detalla el proceso de cosecha de la caña y su transporte hasta el ingenio donde se separan. La caña es cortada por máquinas cortadoras (combinadas) que la expulsan hacia un camión ligero (hasta 10 t) que la transportan hasta las estaciones de trasbordo.

En las estaciones de trasbordo, la caña se pesa y se manipula hasta el medio de transporte correspondiente. Si la distancia desde el campo cosechado al ingenio es mayor que 10 km, el transporte hasta el ingenio se hará preferentemente en ferrocarril o en tractoremolques de 35 t de capacidad (R35t y FFCC) que son capaces de transportar cantidades significativas de materia prima a costos relativamente bajos. Si la distancia es menor que 10 km se traslada directamente hasta el basculador y la estación de limpieza del ingenio sin trasbordo intermedio.

La limpieza de la caña para su procesamiento se ejecutará en estaciones de limpieza concentradas a la entrada del basculador de cada uno de los ingenios donde se ubicarán la empacadora de paja de caña.

La compactación de la biomasa residual para su uso como combustible se hará en empacadoras fijas (PFG) de más de 100 t/d de capacidad en pacas de $0,8 \times 0,8 \times 1,2$ m con densidad de 345 kg/m³ que se suministrarán a los medios de transporte para su traslado al almacén.

Las pacas de biomasa combustible se mantendrán en almacenes intermedios (AI) situados en los lugares que cumplan los requisitos de localización establecidos para estos fines, cumpliendo para su diseño detallado con las normas establecidas para el almacenamiento de biomasa residual empacada.

El transporte desde los centrales hasta el almacén intermedio se realizará en camiones de más de 20 t de capacidad nominal (CG20t) o en tractoremolques de 35 t (R35t) siempre que el transporte por ferrocarril no sea posible. El transporte desde los almacenes intermedios (AI) hasta la central termoeléctrica se hará en remolques de 35 t (R35t) o en ferrocarril (FC), dando prioridad a este último.

La descripción a detalle del proceso a partir de la compactación de la biomasa residual se muestra a continuación:

Tabla 3. Descripción de un proceso de compactación de biomasa residual de la cosecha cañera

	Descripción	Equipos	Operarios	Duración	Observaciones
○	Carga de la tolva de la empacadora. (2,04 t)	Tractor palita.	Auxiliar de empacadora	3 min	Usa la palita del patio del central.
○	Elaboración de 7 pacas	Empacadora	Operador de empacadora	14,30	Merma de 10% en empacado
○	Formación de la paleta	Manual con winche	Auxiliar de empacadora	1 m/paca	Depende del plan de carga de la paleta
○	Carga del camión	Montacarga	Operador de montacargas	2,46 min/paleta	Depende del plan de carga del camión
○	Amarre del camión	Manual	Conductor, empacadores	40,00 min	En función del tipo de camión
➔	Transporte al almacén intermedio	CG20t o R35t	Conductor	60 km/h	
○	Descarga en el almacén intermedio	Montacarga	Operador de montacargas	2,46 min/paleta	
□	Espera por la formación de la pirámide				
○	Enganche a las grúas	Grúas (2)	operador de grúa	3,50	4 pacas por operación
○	Colocar en pirámide	Grúas (2)	Auxiliares (2) y operador de grúa	2,80	Armar la pirámide toma 4,6 d
△	Almacenamiento por más de 90 días				
○	Manipulación al ferrocarril	Grúas (2)	Auxiliares (2) y operador de grúa	6,30	4 pacas por operación
○	Carga del ferrocarril	Grúas (2)	Operadores grúas (2) auxiliares (2 por vagón)	141,9 min/vagón	Según plan de carga
○	Armar y enganchar tren	Tren	Operarios del tren	25,00	
➔	Transporte hasta almacén de la CTE	Tren	Operarios del tren		
○	Descarga en el almacén de la CTE	Grúa monorraíl	Operarios del almacén	90 min/vagón	

Fuente: (Castillo Coto, 1999)

■ Algoritmos

Simultáneo al desarrollo de la organización científica del trabajo ha sido el de diversos tipos de diagramas de flujo entre los que se destacan los diagramas OTIDA o similares. En la medida en que se ha incursionado más y más en la esfera de los servicios -cuando las decisiones han pasado a ser más participativas y los métodos de autocontrol han ganado terreno- la estricta simbología OTIDA ha quedado limitada a las producciones manufactureras.

Cada vez son más populares los símbolos surgidos en la informática (ADR, 2015) (Asociación Española para la Calidad, 2015) para representar procesos de prestación de servicios, basado en la necesidad de representar las múltiples tomas de decisiones que requieren los procesos de prestación de servicios. Estos diagramas de flujo se llaman algoritmos.

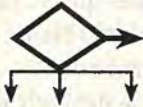
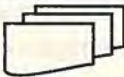
Un algoritmo² es el conjunto de operaciones y procedimientos que deben seguirse para resolver un problema. El lenguaje algorítmico (Fundamentos de programación. Algoritmos y programas, 2015) es aquel por medio del cual se realiza un análisis previo del problema a resolver y encontrar un método que permita resolverlo. Al conjunto de todas las operaciones a realizar y el orden en el que deben efectuarse, se le denomina algoritmo.

Se basan en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas. Se les llama diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de operación.

Para hacer comprensible los diagramas a todas las personas, los símbolos se sometieron a una normalización que los ha convertido en casi universales. (NTE INEN ISO 5807 Procesamiento de la información. Símbolos de documentación y convenciones aplicables a los diagramas de flujos de datos, de programación y de sistemas y a los gráficos de redes de programas y recursos del sistema, 1985).

2 La palabra "algoritmo" deriva del nombre latinizado del matemático árabe Mohamed Ibn Moussa Al Kow Rizmi, quien entre los años 800 y 825 difundió en Europa el sistema de numeración hindú y el concepto del cero en lo que actualmente llamamos números indoarábigos. (los autores).

Tabla 4. Simbología más recurrida para diagramas de flujo

Símbolo	Significado
	Terminal. Representa el inicio o final de un proceso o alguna parada necesaria en su transcurso.
	Entrada/Salida. Cualquier tipo de introducción de datos o información.
	Proceso. Operación que agregue valor o modifique alguna cualidad del servicio o el cliente.
	Decisión. Operación lógica de comparación entre datos o alternativas que llevan a una u otra decisión Sí / No.
	Decisión múltiple. Operación lógica de toma de decisiones comparando datos de varias alternativas. Llevan a una decisión 1; ...; n
	Conector. Sirve de enlace entre partes diferentes del diagrama. Debe llevar el número correspondiente al enlace.
	Conector. Sirve para enlazar páginas diferentes.
	Llamada a subrutina. Es un proceso que pertenece al proceso principal que se representa pero que es independiente de el.
	Documento impreso. Una copia.
	Documento impreso varias copias (se deberá especificar a dónde van las copias).
	Documento en soporte digital.

Fuente: Elaboración propia a partir de (NTE INEN ISO 5807 Procesamiento de la información. Símbolos de documentación y convenciones aplicables a los diagramas de flujos de datos, de programación y de sistemas y a los gráficos de redes de programas y recursos del sistema, 1985).

El diagrama de flujo permite comprender de forma rápida y segura los procesos. Permite reconfigurarlos con cambios fluidos y ofrece una mejor visualización de las modificaciones. Un diagrama puede ser modificado tantas veces como el análisis y el diálogo nos lleve a tomar tal decisión. La idea es que todos los trabajadores pasen a ser los diseñadores y analistas de los procesos operativos en que participan y que su herramienta por excelencia sea el diagrama de flujo.

En la elaboración de los diagramas de flujo deben participar siempre los ejecutores directos de los procesos de alguna manera. Cuando esto se logra se pone al sistema a disposición de las personas, en lugar de las personas a disposición del sistema. El sistema está para ayudar a los trabajadores, para que puedan buscar la mejor forma de trabajo que mejore constantemente las operaciones.

El diagrama ofrece una excelente oportunidad para aquellas personas que tienen que formarse dentro de un departamento, personas que se han incorporado y tienen que conocer los procesos operativos y la forma en la que se trabaja. Sin duda, es una mejor forma de verlo y comprenderlo.

Cada departamento tiene que tener sus diagramas y estos se deben compartir con el resto de departamentos.

3. Herramientas para el diagnóstico

1. Herramientas para la recolección y análisis de datos

■ Listas de chequeo

Las listas de chequeo –de las que ya hemos hablado anteriormente– son comúnmente usadas cuando la situación en la cual el riesgo identificado es similar a situaciones dirigidas sobre bases regulares (Gambino Nodarse, 2008). Pueden ser utilizadas para examinar el cumplimiento de parámetros de control de diversa índole.

El uso de las listas de chequeo o de verificación es una técnica que se basa en la preparación de inventarios, bastante amplios, que describen todos los posibles elementos que pueden ser afectados en el desempeño de un proceso.

El principal objetivo de una lista de chequeo es indicar al evaluador hacia dónde debe dirigir su mirada en busca de posibles impactos. Como elemento de evaluación se debe emplear una técnica sencilla. Las listas de chequeo son herramientas que pueden aplicarse indirectamente siempre que estén bien elaboradas. Podemos pedirle a un operario del proceso que nos elabore listas en determinada frecuencia, de ahí que su contenido debe ser explícito y comprensible.

Para hacer una lista de chequeo proponemos usar el procedimiento que recomienda Mancera (Nuñez Carballosa, 2014) y que se detalla continuación:

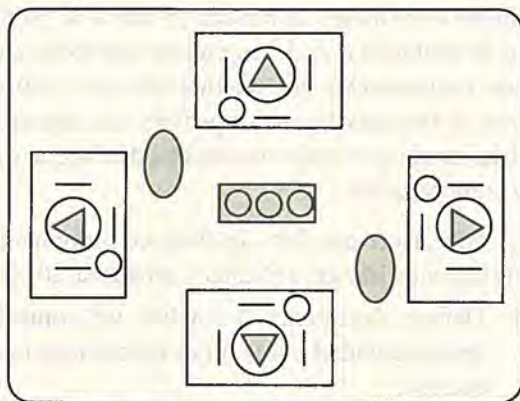
1. Definir claramente el objetivo del control. Debe concentrarse en una única actividad o una única máquina para que la lista de chequeo no sea extensa.

2. Observar el proceso, actividad o equipo, en su normal desempeño e ir detectando y registrando los peligros que se van presentando. Esta observación es necesario hacerla durante toda la actividad y operación e incluso en días diferentes ya que las condiciones varían muchas veces de un día a otro.
3. Aprovechar la experiencia de los operarios y sus supervisores. Es necesario comentarles los errores que, se considera, puedan cometerse y conocer sus opiniones.
4. Analizar y filtrar toda la información y elaborar una lista que describa los aspectos que conformarán la lista de chequeo.
5. Establecer el formato que queremos utilizar y hacer un pequeño manual de instrucciones.
6. Realizar una prueba piloto con el formato y manual de instrucciones, siendo aplicada por diferentes trabajadores.
7. Realizar retroalimentación de toda la información, a fin de hacer ajustes de forma y contenido.

Una manera muy práctica de elaborar listas de chequeo es la gráfica. Podemos hacer un diagrama del objeto a controlar y marcar los aspectos de interés de manera que el operario puede señalar la figura implicada. Debe hacerse lo más sencillo posible, pues de lo contrario dejaría de ofrecer la información que necesitamos. Ver figura 6.

Figura 6. Lista de chequeo gráfico para evaluar el cumplimiento de los requisitos básicos de montaje de una mesa en un restaurante de 4 tenedores.

Con este sencillo esquema pueden señalarse los errores que se pueden cometer en el montaje de una mesa para cuatro comensales. La leyenda puede ser una cruz para la ausencia de un elemento y una flecha para su incorrecta colocación.



Fuente: (Núñez Carballosa, 2014)

Tabla 5. Lista de chequeo de bioseguridad para un centro hospitalario

ASPECTOS A VALORAR	SI	NO	NP	OBSERVACIONES
A. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN				
1. La ubicación del área es correcta				
• • •				
B. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS				
12. Cuentan con un Programa de Bioseguridad				
• • •				
C. MEDIDAS DE SEGURIDAD				
17. El acceso está limitado al personal designado				
• • •				
D. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN				
35. Se realiza la desinfección periódica establecida de los circuitos del líquido en las máquinas de hemodiálisis				
• • •				
45. Hay suficiente abasto de agua				
E. MANEJO DE MUESTRAS BIOLÓGICAS				
46. Se rechazan las muestras que no llegan en condiciones óptimas según lo dispuesto en las normas				
• • •				
F. MANEJO DE DESECHOS				
53. Se dispone de contenedores diferenciados según el tipo de desechos				
• • •				
G. CONTROL DE ACCIDENTES				
• • •				
H. CONTROL DE EQUIPOS				
I. VIGILANCIA MÉDICA				
• • •				
J. CAPACITACIÓN				
• • •				

NP: No procede. Fuente: Condensado por los autores a partir del artículo Lista de chequeo de bioseguridad para una institución hospitalaria. (Gambino Nodarse, 2008).

Hay listas de chequeo más elaboradas que requieren ser aplicadas por personal con conocimiento de lo que se quiere controlar. Ver la tabla 5, en la página anterior, donde se muestra una lista de chequeo simplificada de bioseguridad para un centro o unidad hospitalaria, la cual consideramos sea de utilidad para el personal que tiene a su cargo la responsabilidad de velar por el cumplimiento de estos requisitos de proceso. La lista sigue un orden lógico de todos los aspectos a tener en cuenta en el cumplimiento de las normativas y regulaciones al respecto, así como los principios de la bioseguridad: Diseño, Técnicas y Equipamiento. (Gambino Nodarse, 2008)

Hay una tercera forma de elaborar listas de chequeo y son los patrones de similitud. Con ellos se identifican similitudes en condiciones que producen cumplimiento o incumplimiento. De esta manera se pueden reconocer diferencias sutiles u obvias entre dos situaciones y encontrar “pistas” para posibles causas del problema. A continuación se muestra un ejemplo de una lista de chequeo por patrones de similitud.

Tabla 6. Lista de chequeo por patrones de similitud

Patrones de Similitud		
	Cumplimiento	Incumplimiento
¿Dónde?		
¿Cuándo?		
¿Qué equipos o instalaciones estuvieron involucrados?		

Fuente. Elaboración propia

Histogramas

Un histograma es una representación gráfica de una variable en forma de barras que representan la frecuencia de los valores estudiados para un determinado intervalo. En el eje vertical se representan las frecuencias y en el eje horizontal los valores de las variables agrupadas en clases.

Se utilizan para estudiar el comportamiento de variables numéricas continuas y permiten la comparación de los resultados de un proceso.

Cuando se ha aplicado correctamente una lista de chequeo elaborada en función de la información que se desee recopilar es relativamente fácil aplicar un histograma. Para ello utilizaremos algunos ejemplos.

Ejemplo 1 En un Almacén Distribuidor a Minoristas se han recibido múltiples quejas de los clientes referidas a las demoras en la entrega de los pedidos. La gerencia decide comprobar si la queja tiene lugar y realiza un estudio de aprovechamiento de la jornada laboral hasta reflejar un total de 100 eventos de prestación de servicios donde el tiempo (en minutos) que media desde la entrega de la documentación del pedido con el arribo del transportista hasta que se comienza el proceso de carga del camión exceda los 10 minutos. Los resultados se listan a continuación.

Obsérvese que los datos se han recopilado en función de lo que se quiere conocer, en este caso si las quejas de los clientes acerca de las demoras en el

Tabla 7. Servicios prestados en tiempos superiores a los 10 min en un Almacén Distribuidor Minorista

Tpo espera (min)	A - Z	Tpo espera (min)	A - Z	Tpo espera (min)	A - Z	Tpo espera (min)	A - Z	Tpo espera (min)	A - Z
12	10	15	20	25	26	74	41	92	52
21	10	64	20	35	27	52	42	12	54
14	12	52	21	30	28	16	42	13	56
23	12	20	21	54	29	47	42	17	61
24	12	12	22	62	30	56	45	24	62
22	12	46	22	12	31	65	45	13	62
36	12	48	23	31	31	10	45	35	62
26	12	49	23	42	32	45	45	46	64
52	13	42	23	31	32	65	45	65	65
23	13	42	23	81	33	25	45	50	65
41	13	25	24	62	35	85	46	10	65
45	14	45	24	14	35	12	46	20	74
45	14	61	24	52	35	32	47	23	74
23	15	38	24	17	35	35	48	32	81
28	15	45	25	12	35	74	49	62	82
13	16	35	25	52	36	85	50	26	82
17	17	27	25	15	37	22	52	82	85
21	17	45	25	35	38	25	52	82	85
24	17	41	25	38	38	24	52	87	87
25	20	20	26	37	41	29	52	33	92

Fuente. Curso de Dirección de Operaciones. Programa de Maestría en Dirección. Universidad de Cienfuegos, Cuba.

servicio son ciertas. Generalmente, las organizaciones de prestación de servicios conocen cuánto demora cada una de las operaciones que usualmente ejecutan, en esta empresa distribuidora se conoce por experiencia empírica que el tiempo de tratamiento del pedido no debe exceder los 10 minutos. Así que los resultados del histograma, con una muestra de 100 observaciones, brindarán información suficiente para saber si las quejas tienen lugar o no.³

Para elaborar el histograma con la información recopilada seguiremos una secuencia de pasos.

1. Determinación del rango:

$$\text{Mayor valor} - \text{menor valor} = 92 - 10 = 82$$

(Significa que hay una variación en las duraciones de entrega de los despachos observados de 82 minutos).

2. Determinación del número de clases:

$$\text{No. de clases} = \sqrt{\text{número de observaciones}} = \sqrt{100} = 10 \text{ clases}$$

(Significa que dividiremos los datos en 10 grupos)

3. Determinación de los intervalos de clases:

$$\text{Intervalo} = \frac{\text{Rango}}{\text{No clases}} = 82/10 = 8$$

(Significa que cada uno de los intervalos agrupará una diferencia de 8 minutos en el tiempo de entrega de los despachos)

Intervalos de clase

10 - 18

19 - 27

28 - 36

37 - 45

46 - 54

55 - 63

64 - 72

73 - 81

3 Se parte del supuesto que las 100 observaciones resultan una muestra representativa del fenómeno observado.

82 - 90

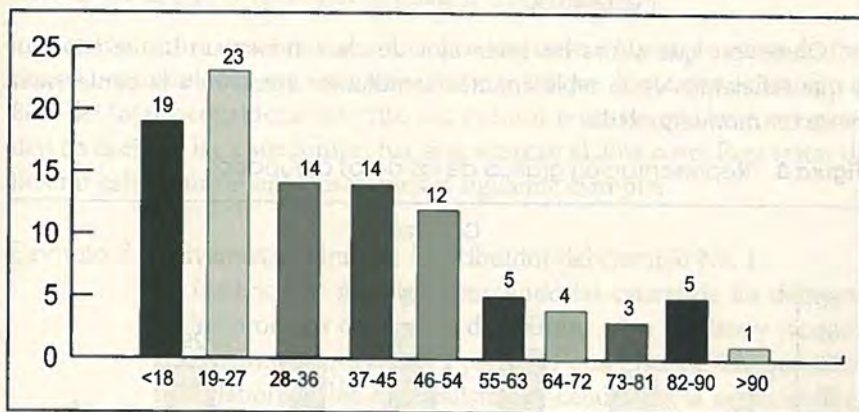
> 90

Sería entonces,

Agrupamiento de los datos

Intervalos	Frecuencia
10 - 18	19
19 - 27	23
28 - 36	14
37 - 45	14
46 - 54	12
55 - 63	5
64 - 72	4
73 - 81	3
82 - 90	5
> 90	1

Figura 7. Representación gráfica de los datos agrupados



Fuente: Elaboración propia

¿Qué conclusiones preliminares podemos sacar de este histograma?

El 23% de los clientes que arribaron durante la observación efectuada esperaron entre 19 y 27 minutos (un promedio de 23 minutos)

Un 42% esperan entre 10 y 27 minutos (obsérvese que es casi la mitad) pero un 82% esperan hasta una hora.

Con resultados como los obtenidos es obvio que se recomienda a la gerencia que la queja de los clientes sobre la demora sí tiene lugar.

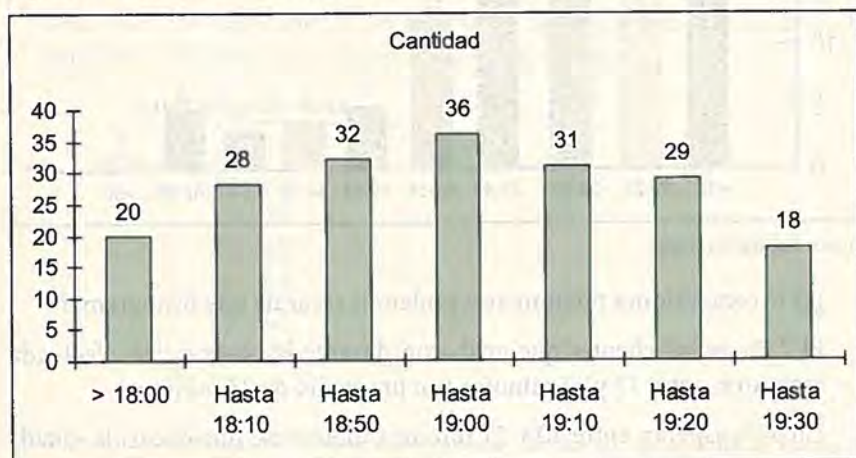
Ejemplo 2 Ahora usaremos el histograma para estudiar un fenómeno diferente al anterior ejemplo, veamos.

A una conferencia magistral, convocada a las 19:00 h, asisten un total de 194 estudiantes. Se efectúa una observación del número de arribos en intervalos de 10 minutos. Los resultados se muestran a continuación,

Hora arribo	Cantidad
> 18:00	20
Hasta 18:10	28
Hasta 18:50	32
Hasta 19:00	36
Hasta 19:10	31
Hasta 19:20	29
Hasta 19:30	18

Obsérvese que ahora los intervalos de clase tienen un límite superior y que reflejamos en la tabla cuántos estudiantes entraron a la conferencia hasta un momento dado.

Figura 8. Representación gráfica de los datos agrupados



Fuente: Elaboración propia

¿Qué conclusiones podemos obtener de este histograma?

Cuando el conferencista empezó su exposición habían 116 estudiantes sentados en la sala (59%) el restante 41% llegó tarde.

Tomando la barra de hasta las 19:00 h como eje, el comportamiento es casi simétrico. Casi tantos estudiantes llegan 10 minutos antes como los que llegan 10 minutos después del comienzo y lo mismo ocurre con los 20 y los 30 minutos.

Este tipo de fenómenos de arribo o espera son los que sirven de punto de partida para el estudio de colas.

■ Gráficos de Pareto

Como ya explicamos en el capítulo anterior, un gráfico de Pareto es un histograma organizado de forma descendente que busca comprobar si el Principio de Pareto se cumple, a saber, que el 20% aproximadamente de los eventos (o causas) del dominio (eje de las x) concentre aproximadamente el 80% de los efectos o valores de la imagen (eje de las y).

Un error muy usual que se comete es limitarse a buscar la suma de frecuencias acumuladas –ya sean absolutas o relativas– hasta que acumulen el 80% del total y considerar los criterios, eventos o causas que les corresponden en el eje de las x sin comprobar si se acercan al 20% o no. Para tratar de ilustrar este planeamiento, usaremos el siguiente ejemplo.

Ejemplo 3 Volvemos al Almacén Distribuidor del ejemplo No. 1.

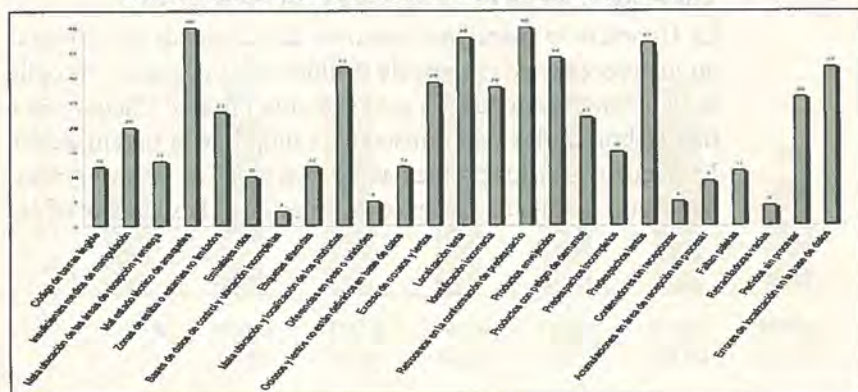
La Gerencia se mantiene buscando las causas de las demoras en los procesos de entrega de pedidos a los clientes y recopila la siguiente información a partir de una Lista de Chequeo que han elaborado los especialistas de calidad de la organización. La frecuencia de los problemas listados luego de 40 observaciones según la Lista de Chequeo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8. Datos recopilados originalmente sobre las demoras de servicio en un Almacén de Distribución

Problemas detectados en 40 observaciones	Frecuencia
Código de barras ilegible	12
Insuficientes medios de manipulación	20
Mala ubicación de las áreas de recepción y entrega	13
Mal estado técnico de anaquelos	40
Zonas de estiba o estantes no limitados	23
Embalajes rotos	10
Bases de datos de control y ubicación incompletas	3
Etiquetas alteradas	12
Mala ubicación y localización de los productos	32
Diferencias en peso o unidades	5
Ociosos y lentos no están definidos en base de datos	12
Exceso de ociosos y lentos	29
Localización lenta	38
Identificación incorrecta	28
Retrocesos en la conformación de predespacho	40
Productos envejecidos	34
Productos con peligro de derrumbe	22
Predespachos incompletos	15
Predespachos lentos	37
Contenedores sin recepcionar	5
Acumulaciones en área de recepción sin procesar	9
Faltan paletas	11
Retractiladoras vacías	4
Pedidos sin procesar	26
Errores de localización en la base de datos	32

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Representación gráfica de los datos agrupados sobre las demoras de servicio en un Almacén de Distribución



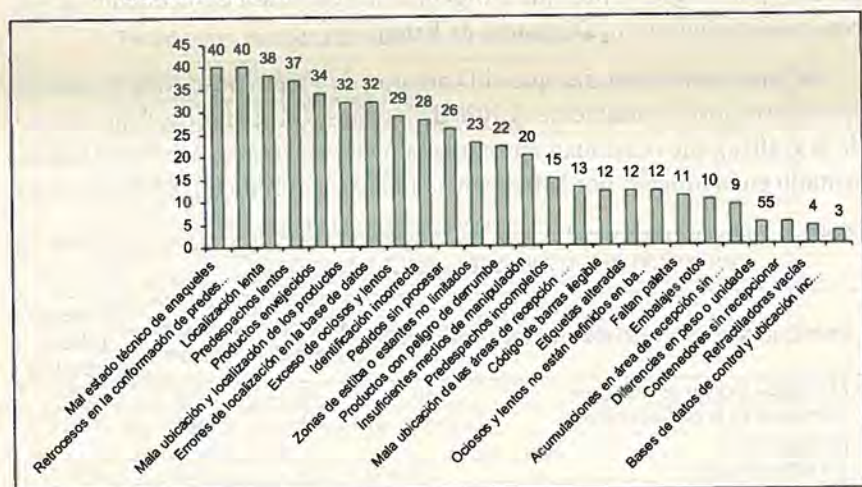
Fuente: Elaboración propia

Los datos presentados de esta forma no están organizados para ser analizados, por lo que se procede a organizarlos en orden descendente (Z -A) para poder elaborar un Diagrama de Pareto.

Es importante recordar que el Diagrama de Pareto busca que el analista encuentre aproximadamente el 20% de las causas (listadas en el eje de las x de la gráfica) que ocasionan aproximadamente el 80% de los efectos (representado en la función por la frecuencia relativa acumulada). Sería entonces:

Tabla 9. Datos organizados para el diagrama de Pareto sobre las demoras de servicio en un Almacén de Distribución

Problemas detectados en 40 observaciones	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
Mal estado técnico de anaqueles	40	40	0,005	0,005
Retrocesos en la conformación de predespacho	40	80	0,009	0,014
Localización lenta	38	118	0,013	0,027
Predespachos lentos	37	155	0,018	0,045
Productos envejecidos	34	189	0,021	0,066
Mala ubicación y localización de los productos	32	221	0,025	0,091
Errores de localización en la base de datos	32	253	0,029	0,120
Exceso de ociosos y lentos	29	282	0,032	0,152
Identificación incorrecta	28	310	0,035	0,187
Pedidos sin procesar	26	336	0,038	0,225
Zonas de estiba o estantes no limitados	23	359	0,041	0,266
Productos con peligro de derrumbe	22	381	0,043	0,309
Insuficientes medios de manipulación	20	401	0,046	0,355
Predespachos incompletos	15	416	0,047	0,402
Mala ubicación de las áreas de recepción y entrega	13	429	0,049	0,451
Código de barras ilegible	12	441	0,050	0,501
Etiquetas alteradas	12	453	0,051	0,552
Ociosos y lentos no están definidos en base de datos	12	465	0,053	0,605
Faltan paletas	11	476	0,054	0,659
Embalajes rotos	10	486	0,055	0,714
Acumulaciones en área de recepción sin procesar	9	495	0,056	0,770
Diferencias en peso o unidades	5	500	0,057	0,827
Contenedores sin recepcionar	5	505	0,057	0,884
Retractiladoras vacías	4	509	0,058	0,942
Bases de datos de control y ubicación incompletas	3	512	0,058	1,000
	512	8812,0	1,000	0,000

Figura 9. Diagrama de Pareto sobre las demoras de servicio en un Almacén de Distribución

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar si los datos que hemos recopilado y ordenado cumplen el principio de Pareto, tendremos que ver si aproximadamente los 8 primeros problemas (20% de 40 listados en total) son los que concentran el 80% de la frecuencia de ocurrencia.

Para ello habrá que calcular las frecuencias absolutas y relativas acumuladas.

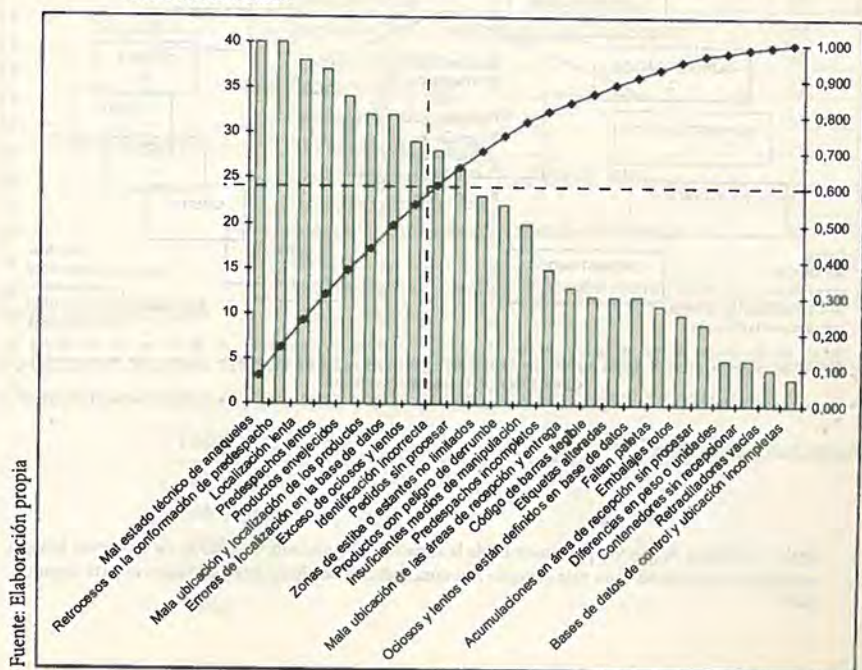
Tabla 10. Datos organizados para el diagrama de Pareto sobre las demoras de servicio en un Almacén de Distribución

Problemas detectados en 40 observaciones	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Absoluta Acumulada	Relativa acumulada
Mal estado técnico de anaques	40	0,078	40	0,078
Retrocesos en la conformación de predespacho	40	0,078	80	0,156
Localización lenta	38	0,074	118	0,230
Predespachos lentos	37	0,072	155	0,303
Productos envejecidos	34	0,066	189	0,369
Mala ubicación y localización de los productos	32	0,063	221	0,432
Errores de localización en la base de datos	32	0,063	253	0,494
Exceso de ociosos y lentos	29	0,057	282	0,551
Identificación incorrecta	28	0,055	310	0,605

Pedidos sin procesar	26	0,051	336	0,656
Zonas de estiba o estantes no limitados	23	0,045	359	0,701
Productos con peligro de derrumbe	22	0,043	381	0,744
Insuficientes medios de manipulación	20	0,039	401	0,783
Predespachos incompletos	15	0,029	416	0,813
Mala ubicación de las áreas de recepción y entrega	13	0,025	429	0,838
Código de barras ilegible	12	0,023	441	0,861
Etiquetas alteradas	12	0,023	453	0,885
Ociosos y lentos no están definidos en base de datos	12	0,023	465	0,908
Faltan paletas	11	0,021	476	0,930
Embalajes rotos	10	0,020	486	0,949
Acumulaciones en área de recepción sin procesar	9	0,018	495	0,967
Diferencias en peso o unidades	5	0,010	500	0,977
Contenedores sin recepcionar	5	0,010	505	0,986
Retractiladoras vacías	4	0,008	509	0,994
Bases de datos de control y ubicación incompletas	3	0,006	512	1,000

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Diagrama de Pareto sobre las demoras de servicio en un Almacén de Distribución



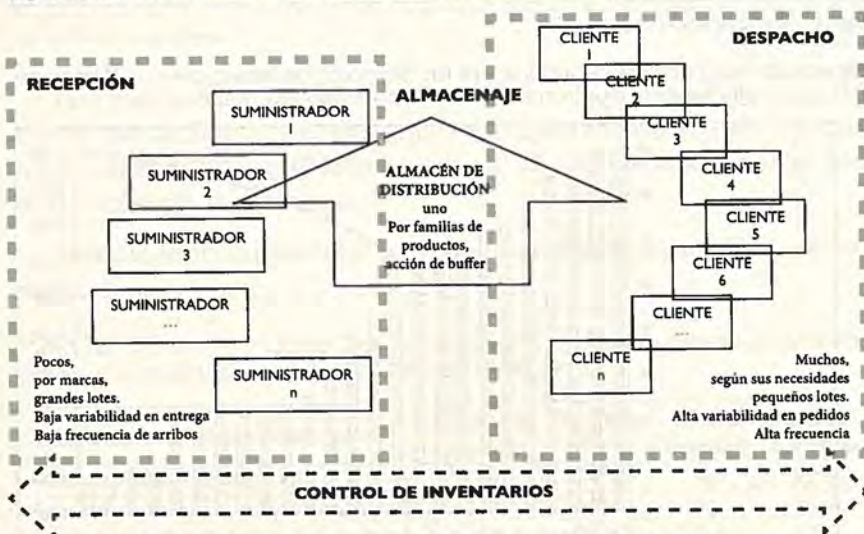
Se ha trazado una línea punteada vertical que representa el 20% de las causas y una horizontal para el 80% de los efectos y –como se observa– no hay correspondencia entre unos valores y otros, por tanto, no se cumple el principio de Pareto.

Esto no quiere decir que la información recopilada no sea útil, sino que hay que organizarla de otra forma.

- **Primer criterio de agrupamiento de la información recopilada**

Si se trata de un almacén distribuidor, tendrá entonces cuatro macroprocesos básicos, a saber: recepción, almacenaje, despacho y control de inventarios.⁴ Visto en un esquema sería así:

Figura 12. Macroprocesos básicos en un Almacén Distribuidor



Fuente: Elaboración propia

⁴ Según el enfoque de gestión por procesos de la serie ISO, los macroprocesos son de tres tipos: básicos, estratégicos y de apoyo. Para este ejemplo nos concentramos en los procesos básicos de esta organización.

Agrupando la información recopilada según este criterio, tendríamos:

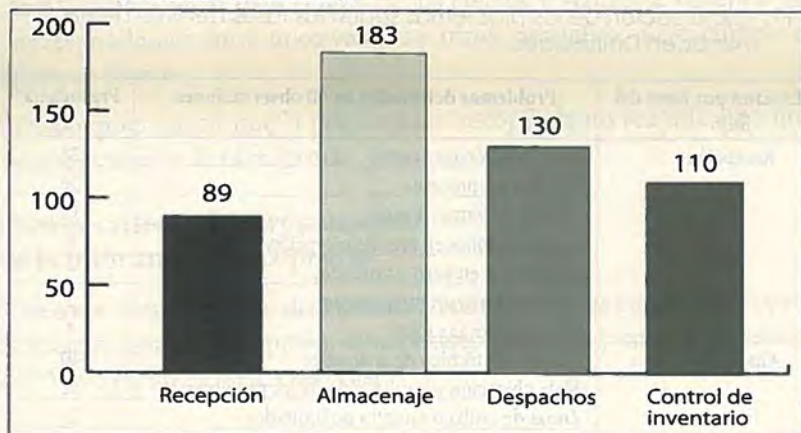
Tabla 11. Clasificación de los problemas según las fases del flujo de un Almacén Distribuidor

Clasificación por fases del flujo	Problemas detectados en 40 observaciones	Frecuencia
Recepción	Identificación incorrecta	28
	Pedidos sin procesar	26
	Código de barras ilegible	12
	Acumulaciones en área de recepción sin procesar	9
	Diferencias en peso o unidades	5
	Contenedores sin recepcionar	5
	Retractiladoras vacías	4
Almacenaje	Mal estado técnico de anaqueles	40
	Mala ubicación y localización de los productos	32
	Zonas de estiba o estantes no limitados	23
	Productos con peligro de derrumbe	22
	Insuficientes medios de manipulación	20
	Mala ubicación de las áreas de recepción y entrega	13
	Etiquetas alteradas	12
	Faltan paletas	11
Despachos	Embalajes rotos	10
	Retrocesos en la conformación de predespacho	40
	Localización lenta	38
	Predespachos lentos	37
	Predespachos incompletos	15
Control de Inventario	Productos envejecidos	34
	Errores de localización en la base de datos	32
	Exceso de ociosos y lentos	29
	Ociosos y lentos no están definidos en base de datos	12
	Bases de datos de control y ubicación incompletas	3

Fuente: Elaboración propia

Podemos entonces sumar las frecuencias para identificar en cuál de los cuatro macroprocesos se va a concentrar la mayor cantidad de errores.

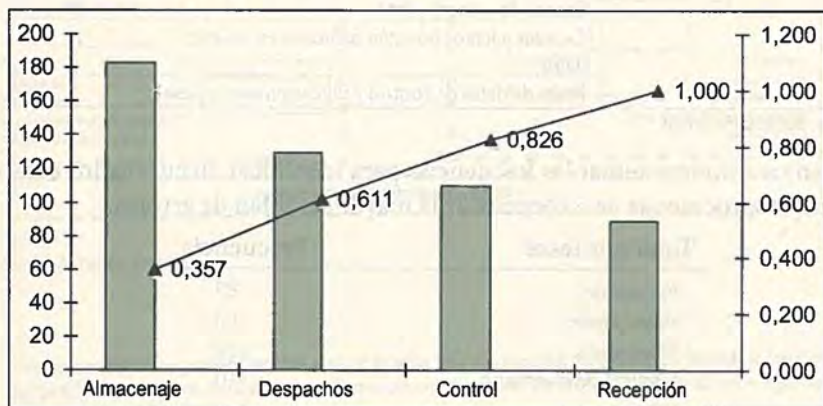
Total por fases	Frecuencia
Recepción	89
Almacenaje	183
Despachos	130
Control de inventario	110
Total	512

Figura 13. Histograma de frecuencias según los macroprocesos de un Almacén Distribuidor

Fuente: Elaboración propia

Y efectuando el Pareto tendríamos,

de Z - A	Frecuencia	Acumulada	Relativa	Relativa acumulada
Almacenaje	183	183	0,36	0,36
Despachos	130	313	0,25	0,61
Control	110	423	0,21	0,83
Recepción	89	512	0,17	1,00
	512		1,00	

Figura 14. Diagrama de Pareto según los macroprocesos de un Almacén Distribuidor

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse, el almacenaje tiene la mayor frecuencia de problemas (183; 36%) pero no cumple el principio de Pareto porque excede con mucho el 20%. De hecho, si los problemas estuvieran uniformemente distribuidos tampoco se cumpliría, pues cada macroproceso representaría el 25% de las causas.

Pero como la experiencia empírica nos muestra que las teorías solo representan un modelo ideal de la realidad, aceptaremos seguir analizando el macroproceso de almacenaje, aplicando un segundo criterio de agrupamiento.

• Segundo criterio de agrupamiento

Una segunda forma de abordar el agrupamiento de la información puede ser por las 5 M que considera Ishikawa en su Diagrama de Causa Efecto o de Espinas de Pescado, a saber: Hombres (man), Máquinas (machinery), Materiales (materials), Métodos (methods) y Ambiente (millieu).

Para comenzar el análisis, habría que elaborar un diagrama de Pareto al macroproceso Almacenaje, clasificando cada uno de los problemas en una de las vertientes de análisis, según Ishikawa. Este criterio de agrupamiento lo aplicaremos a los problemas clasificados como de almacenaje, sería:

Tabla 12. Problemas del macroproceso de almacenaje de un Almacén Distribuidor

Criterio	Problemas	Frecuencia
Hombres	Productos con peligro de derrumbe	22
Hombres	Etiquetas alteradas	12
Materiales	Embalajes rotos	10
Métodos	Mala ubicación y localización de los productos	32
Métodos	Zonas de estiba o estantes no limitados	23
Métodos	Mala ubicación de las áreas de recepción y entrega	13
Ambiente	Mal estado técnico de anaqueles	40
Equipos	Insuficientes medios de manipulación	20
Equipos	Faltan paletas	11
		183

Fuente: Elaboración propia

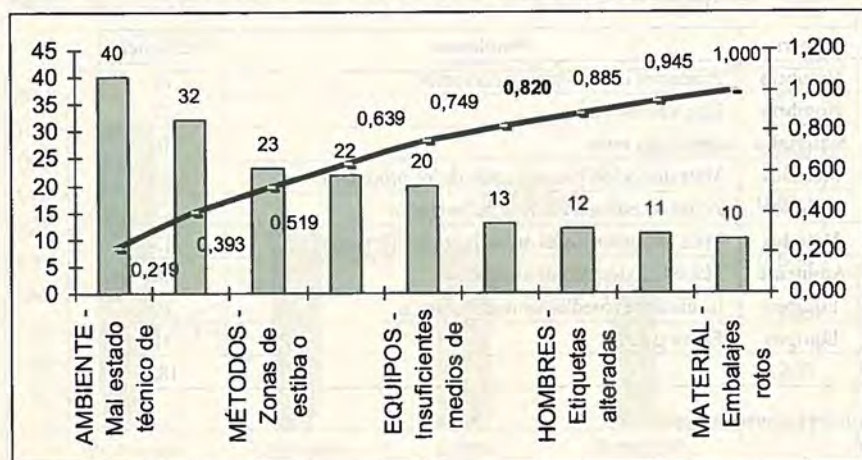
Elaborando entonces el Pareto de esta nueva forma de agrupamiento, tendríamos:

Tabla 13. Datos para el diagrama de Pareto del macroproceso de almacenaje de un Almacén Distribuidor

Problemas	Frecuencia	Acumulada	Relativa acumulada
AMBIENTE - Mal estado técnico de anaqueles	40	40	0,219
MÉTODOS - Mala ubicación y localización de los productos	32	72	0,393
MÉTODOS - Zonas de estiba o estantes no limitados	23	95	0,519
HOMBRES - Productos con peligro de derrumbe	22	117	0,639
EQUIPOS - Insuficientes medios de manipulación	20	137	0,749
MÉTODOS - Mala ubicación de las áreas de recepción y entrega	13	150	0,820
HOMBRES - Etiquetas alteradas	12	162	0,885
EQUIPOS - Faltan paletas	11	173	0,945
MATERIAL - Embalajes rotos	10	183	1,000

Fuente: Elaboración propia

Figura No. 15. Diagrama de Pareto de los problemas del macroproceso de almacenaje de un Almacén Distribuidor



Fuente: Elaboración propia

Puede observarse que aún no hay una debida concentración para dar cumplimiento al principio de Pareto, así que vamos a agrupar los problemas por grupo de causas según Ishikawa, sería:

Tabla 14. Agrupamiento causal según Ishikawa de los problemas del macroproceso de almacenaje de un Almacén Distribuidor

Causas	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Acumulada	Relativa acumulada
Métodos	68	68	0,417
Ambiente	40	108	0,663
Material	34	142	0,871
Hombres	11	153	0,939
Equipos	10	163	1,000

Fuente: Elaboración propia

Por lo que puede concluirse que las fallas que están motivando las quejas de los clientes se concentran, fundamentalmente, en el factor humano, ya sea en los trabajadores o en los métodos de trabajo que se están utilizando.

2. Herramientas para la búsqueda de causas

■ Método de los 5 Porqué

La técnica de los 5 Porqué es un método basado en realizar preguntas para explorar las relaciones de causa-efecto que generan un problema en particular. El objetivo final de los 5 Porqué es determinar la causa raíz de un defecto o problema.

Esta técnica se utilizó por primera vez en Toyota durante la evolución de sus metodologías de fabricación, que luego culminarían en el Toyota Production System (TPS) en la década de los 70. Adoptaron la costumbre de preguntar “por qué” cinco veces cuando descubrían un importante problema de producción o distribución, pues pensaban que las causas se encontraban por lo menos cuatro niveles por debajo de la superficie.

Esta técnica se usa actualmente en muchos ámbitos, y también se utiliza dentro de Six Sigma.

Ejemplo El siguiente ejemplo sencillo nos muestra el uso de este método. Partimos de un auto que no puede arrancar.

Tabla 15. Aplicación del método de los 5 Porqué a un automóvil que no arranca

Pregunta	Respuesta
¿Por qué no arranca?	Porque la batería está muerta.
¿Por qué la batería está muerta?	Porque el alternador no funciona.
¿Por qué el alternador no funciona?	Porque se rompió la cinta.
¿Por qué se rompió la cinta?	Porque el alternador no se reemplazó en el tiempo
¿Por qué no fue reemplazado?	Porque no estoy manteniendo mi auto de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Fuente: Elaboración propia

La solución del problema será entonces seguir las recomendaciones de explotación del fabricante.

Evidentemente, este ejemplo podría seguirse con más preguntas. Esto sería correcto, ya que el “cinco” en la técnica de los “Cinco Porqué” no es fijo, sino más bien una incitación a hacer varias iteraciones para encontrar la causa raíz. (La Técnica de los 5 Por Qué, 2014)

Según explicamos en el capítulo anterior, una causa raíz es la que inicia una cadena de causas que llevan a un efecto de interés. Generalmente, la causa raíz se usa para describir el lugar en la cadena de causas en donde se podría implementar una intervención para prevenir resultados no deseados.

Es importante saber cuándo parar con el análisis. En el ejemplo anterior se podría seguir preguntando por qué el auto no tenía mantenimiento, y luego por qué el vehículo tenía un diseño que necesitaba este tipo de mantenimiento.

En general, es el mismo marco del analista el que determina cuándo debe detenerse el análisis. Por ejemplo, si se ve desde el punto de vista del propietario del auto, entonces el análisis podría detenerse en el quinto por qué. Sin embargo, si el marco de referencia es el fabricante del auto, quien está atendiendo a miles de reclamos de este problema, el punto de detención del análisis tendría que llegar hasta el ámbito del diseño.

Veamos ahora un ejemplo de la práctica industrial: El problema es la parada de una máquina.

Tabla 16. Aplicación del método de los 5 Porqué a una máquina detenida

Pregunta	Respuesta
¿Por qué se paró la máquina	Se quemó un fusible por una sobrecarga
¿Por qué hubo una sobrecarga?	No había suficiente lubricación en los rodamientos
¿Por qué no había suficiente lubricación?	La bomba no estaba bombeando lo suficiente
¿Por qué no 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

Fuente: Elaboración propia

La solución del problema será instalar un filtro nuevo.

■ Diagrama de Ishikawa

Los Diagramas Causa-Efecto ayudan a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un problema y son idóneos para organizar un análisis, sobre todo si es grupal. Fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado "Diagrama Espina de Pescado" porque su forma es similar al esqueleto de un pez. (Ishikawa, 1986).

Para hacer un diagrama de causa efecto se coloca en el extremo derecho de una hoja el problema que se desea analizar al final de una recta horizontal y se colocan flechas con los grupos de causas que a nuestro entender han originado el problema.

A cada una de las flechas que indica un grupo de causas se le agregan las diferentes causas que originarían el problema desde esa perspectiva. De esta manera ganamos un conocimiento común de un problema más o menos complejo sin sustituir el análisis de datos.

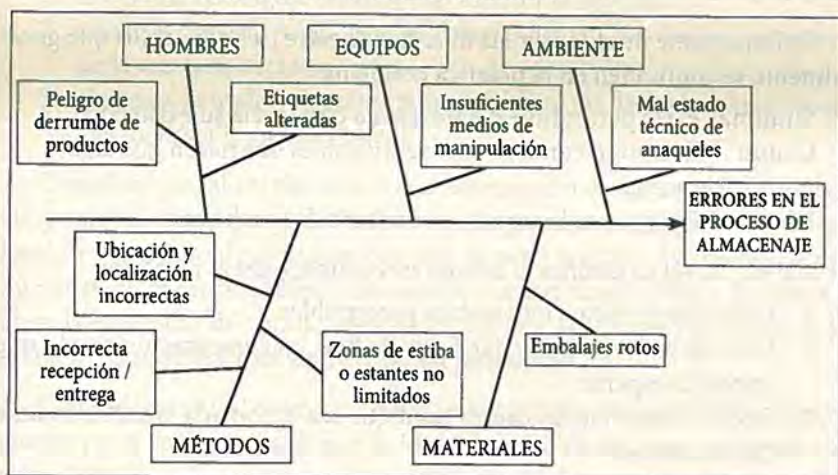
Hay que evitar aplicar un diagrama de causa efecto antes de analizar los síntomas en su totalidad y de manera integrada, porque se limitaría la formación de teorías que enmascararían la causa raíz.

Para elaborar un diagrama de causa efecto habrá que seguir los siguientes pasos:

1. Definir claramente el efecto o síntoma cuyas causas han de identificarse.
2. Encuadrar el efecto a la derecha y dibujar una línea gruesa central apuntándole.
3. Usar un enfoque racional para identificar las posibles causas.
4. Distribuir y unir las causas principales a la recta central mediante líneas.
5. Añadir subcausas a las causas principales a lo largo de las líneas inclinadas.
6. Descender de nivel hasta llegar a las causas raíz (fuente original del problema).
7. Comprobar la validez lógica de la cadena causal.
8. Comprobación de integridad: ramas principales con, ostensiblemente, más o menos causas que las demás o con menor detalle.

A manera de ejemplo usaremos la situación mostrada en el epígrafe 3.1.3. Gráficos de Pareto. Se trata de una base de almacenes de distribución que han recibido insistentes quejas de los clientes por las demoras en los tiempos de despacho. Un estudio detallado de la situación mostró un conjunto de problemas en los cuatro macroprocesos básicos de la empresa: Recepción, Manutención, Despacho y Gestión de Inventario. Analizando los problemas de cada uno de los macroprocesos desde la óptica de Ishikawa, tendríamos el diagrama que se muestra a continuación.

Figura 16. Diagrama de Ishikawa de los problemas del macroproceso de almacenaje de un Almacén Distribuidor



Fuente: Elaboración propia

■ Análisis causal

Los gerentes trabajan en función de resultados concretos, por lo que necesitan siempre conocer las causas de los problemas organizacionales y no siempre el diagrama de Ishikawa permite analizar causas pues, en ocasiones, estas se entrecruzan, entonces el análisis causal es el procedimiento adecuado. (Rojas, Pérez, & Grimán, 2015).

Por lo general, es fácil reconocer los problemas grandes tan pronto como surgen, pero no así los pequeños e insidiosos que crean situaciones intolerables.

Cuando en una organización surge un efecto indeseado, generalmente el gerente reacciona con una de estas tres opciones:

1. Corregirlo de inmediato.
2. Ganar tiempo y corregirlo posteriormente.
3. Adaptarse a su nueva situación.

El análisis causal parte del precepto de que un problema es como un iceberg: lo que se ve solo indica de manera indirecta el verdadero tamaño del

mismo. Solo mediante el análisis, el gerente puede determinar el tamaño y el alcance de su problema.

Es importante puntualizar las diferencias entre tres conceptos que generalmente se confunden en la práctica cotidiana:

Síntoma: Parte perceptible del problema que revela su existencia.

Causa: Eventos o condiciones identificables que hacen que algo suceda.

Efecto: Representa la secuela o resultado del problema.

El análisis causal se justifica si existen tres condiciones al respecto:

1. Debe haber efectos indeseables perceptibles.
2. Los eventos deben de estar fuera de fase, en comparación con lo que se podría esperar.
3. Deben conocerse las causas para que sea apropiada la reacción ante dichos efectos.

Para presentar el proceso de análisis causal se utiliza una hoja de trabajo para tabular los datos pertinentes, conforme se explica paso por paso.

Primero se obtienen y organizan los datos necesarios para la obtención de una buena descripción del problema.

Identidad: ¿En qué objeto se observó el defecto?

Localización: ¿Dónde se encuentra el objeto defectuoso?

Tiempo: ¿Cuándo se observó el defecto por primera vez? [hora y fecha]

Magnitud: ¿Cuán grande es el defecto del objeto?

Para la resolución del problema se siguen siete pasos:

1. Enunciar el problema.
2. Describir el problema:
 - a) hechos observados,
 - b) datos de comparación.
3. Identificación de diferencias.
4. Registro de cambios.
5. Buscar las posibles causas.
6. Probar la causa más probable.
7. Verificar la causa más probable.

Existen tres variantes de análisis causal:

1. Problema de origen: Desempeño inferior al esperado.
2. Análisis proyectivo: El uso del proceso del análisis causal en reversa: de la causa al efecto.
3. Cadenas causales: Seguimiento jerárquico de las relaciones causa-efecto, hasta la causa original.

El análisis causal se relaciona con el desempeño de la función de vigilancia y control, como parte del trabajo de un gerente. Aquí es frecuente que localice cierto tipo de situación que vale la pena verificar. El motivo de este interés pudiera ser una diferencia notable entre el desempeño y la norma, o bien, la existencia de condiciones asociadas con las causas de efectos indeseables; a esto se le llama análisis causal proyectivo.

Una cadena causal es una sucesión jerárquica de causas y efectos. Es frecuente en el análisis causal que la identificación de la causa más probable solo obliga a realizar otro análisis, enfocado hacia un nivel más bajo. Encontrar la causa primordial es la meta de las cadenas causales. El proceso es el mismo que el usado en el análisis causal. Aquí la dificultad radica en no perder la pista una vez que se ha avanzado en la cadena de causa y efecto.

Una de las aplicaciones más originales que ha tenido recientemente el análisis causal es el dado por el llamado Balanced Scorecard (Kaplan, 2009). A continuación mostramos un esquema de la lógica analítica seguida para determinar indicadores de desempeño por perspectivas empresariales.

Figura 17. Relación perspectivas-temas estratégicos-objetivos según un análisis causal de Norton y Kaplan



Fuente: Elaboración propia a partir de la interpretación de los esquemas de Norton y Kaplan (Kaplan, 2009).

Esta lógica analítica proviene de un proceso de derivación causal de indicadores que permita llegar a las metas finales de la organización. Veamos la siguiente figura:

Figura 18. Derivación de objetivos desde el ápice estratégico hasta los empleados según un análisis causal de Norton y Kaplan



Fuente: Elaboración propia a partir de la interpretación de los esquemas de Norton y Kaplan (Kaplan, 2009).

4. Herramientas de validación de soluciones

Generalmente debemos convencer a los elementos decisores de la organización de cuán beneficioso sería aplicar la solución que proponemos o resolver el problema que hemos identificado. Para ello usamos técnicas de evaluación de la factibilidad y la viabilidad de las soluciones. Aunque en el próximo capítulo profundizaremos en ello, es importante puntualizar en la diferencia que existe entre Viabilidad y Factibilidad.

Una solución es viable cuando existen los recursos humanos, financieros, materiales y de tiempo para realizarlo independientemente de las consecuencias que traiga.

Por su parte es factible cuando sus impactos o consecuencias (económicas, sociales y ambientales –según los Acuerdos de la Cumbre de Río en 1992– son adecuados al entorno en que se realiza. (Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo, 1992)

Lógicamente, la factibilidad es demostrable solamente cuando la viabilidad ha sido previamente probada.

1. Las 5 “s”

El método de las 5 «S», así denominado por la primera letra (en japonés) de cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples: (Palacio, 2013).

Seiri: Organización. Separar innecesarios

Seiton: Orden. Situar necesarios

Seisō: Limpieza. Suprimir suciedad

Seiketsu: Estandarizar. Señalizar anomalías

Shitsuke: Disciplina. Seguir mejorando

La integración de las 5S satisface múltiples objetivos. Cada 'S' tiene un objetivo particular:

- Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
- Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
- Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
- Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden
- Fomentar los esfuerzos en este sentido

2. Métodos heurísticos

Los métodos heurísticos⁵ son estrategias generales de resolución y reglas de decisión utilizadas por los solucionadores de problemas, basadas en la experiencia previa con problemas similares. Estas estrategias indican las vías o posibles enfoques a seguir para alcanzar una solución. Casi siempre incluyen acciones que comportan un cierto grado de variabilidad y su ejecución no garantiza la consecución de un resultado óptimo. Generalmente se utilizan para seleccionar estrategias que nos acercan a una solución.

Los métodos heurísticos pueden variar en el grado de generalidad. Algunos son muy generales y se pueden aplicar a una gran variedad de dominios, otros pueden ser más específicos y se limitan a un área particular del conocimiento.

■ Métodos de Análisis Estructural: el Método Morfológico de Exploración de Posibilidades Técnicas

El Método Morfológico de Exploración Sistemática de Posibilidades Técnicas es explicado por Fernández Font (Fernández, 1996) como semejante al árbol de objetivos con la diferencia de que excluye la jerarquía u orden de subordinación en los elementos.

Con él pueden examinarse la totalidad de soluciones posibles a un problema dado explorando sistemáticamente todas las posibilidades que pueden asumir. El procedimiento básico se enuncia de la siguiente manera:

5 Heurístico, ca. (Del gr. εὐρίσκειν, hallar, inventar, y -tico). 1. adj. Perteneciente o relativo a la heurística. 2. f. Técnica de la indagación y del descubrimiento. 3. f. Busca o investigación de documentos o fuentes históricas. 4. f. En algunas ciencias, manera de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas, etc. (Real Academia Española, 2012)

- Se establece el enunciado exacto del problema a resolver como puede ser el diseño de un sistema, un método, un dispositivo, un aparato, etc.,
- Se identifican los factores, parámetros, o variables que resulten definitivos para la solución del problema y, en tal sentido, se elabora una lista de estos factores considerándolos como parámetros críticos que pueden asumir valores o propiedades independientes,
- Se construye una caja morfológica de forma matricial que incluya todos los valores posibles de los factores considerados, según se muestra en la siguiente figura:

Tabla 17. Caja Morfológica

FASES DEL PROCESO				
1; 2 ... n				
SOLUCIONES POSIBLES 1; 2 ... m				

Fuente: Elaboración propia

- Para cada vector se analizan los elementos posibles de ser conectados, donde cada cadena representa una solución posible del problema inicial,
- Se determinan los valores de ejecución de todas las soluciones derivadas, en términos de tiempo, costos u otros criterios de evaluación.

De esta manera se encuentran todas las posibles soluciones técnicamente, se evalúan para eliminar aquellas que técnicamente sean imposibles hasta encontrar una “área de soluciones factibles”.

Este método tiene una fundamentación heurística pues combina armónicamente los métodos de solución numérica con la evaluación cualitativa de los resultados. Con el es posible acudir al “sentido común” sin abandonar la fundamentación científica del resultado obtenido.

Ejemplo El interés por la protección medioambiental se manifiesta en el uso de combustibles residuales de las cosechas en los procesos agroindustriales. La obtención de sacarosa a partir de la caña de azúcar por métodos convencionales es un proceso de alta intensidad energética, por lo que la utilización de los residuos de la cosecha como insumo en la obtención de energía calórica es de interés económico pues teóricamente reduciría los costos de combustible. Sin embargo la paja de caña –principal residuo de la cosecha– tiene muchas limitantes desde el punto de vista logístico.

Para la selección de alternativas que puedan dar solución al problema logístico del abastecimiento de biomasa combustible en forma de residuos aprovechables de la cosecha (RAC) a una Central Termoelectrónica (CTE) acoplada al ingenio⁶ se aplicará el Método Morfológico de Exploración de Posibilidades Técnicas.

Paso No. 1: Definición del problema, parámetros definitorios y fases

En el caso estudiado se trata de lograr el abastecimiento continuo y uniforme de paja-combustible a una CTE cogeneradora cumpliendo determinados parámetros de efectividad, eficiencia y flexibilidad.

Parámetros definitorios

El eslabón definitorio de los volúmenes a abastecer será el generador de 20 MW que deberá trabajar 3.900 horas anuales sin interrupciones. Para ello deberán suministrarse 125.000 t de combustible (considerando una merma entre 30 y 45% en el proceso de abastecimiento) con las siguientes características:

- Ritmo uniforme de 30 t/h,
- Granulometría de 250 a 500 mm,
- Humedad inferior a 25%,
- Embalaje homogéneo
- Grado de conservación aceptable para la manipulación.

⁶ En Cuba se llama ingenio a la planta de procesamiento de la caña de azúcar para obtener sus derivados primarios: azúcar cruda o morena, mieles finales y bagazo (N. de A)

Para el cumplimiento de estos parámetros la paja deberá ser recopilada, compactada, transportada y almacenada. Estos momentos son ineludibles y podrán ser realizados de varias maneras cada uno generando con ello un determinado nivel de costos en cada caso.

Fases del problema logístico a resolver

Se considerarán cuatro fases del proceso de suministro:

- obtención del combustible,
- compactación,
- transporte y
- almacenamiento.

Las fases de compactación, transporte y almacenamiento pueden cambiar el orden en que se realizan e incluso repetirse durante el proceso de suministro.

Obtención de la paja-combustible

Puede realizarse en varios puntos diferentes:

- en el campo directamente luego de la cosecha o simultáneamente con ella (C),
- en los Centros de beneficio⁷ donde la caña es separada de las materias extrañas y cortada en porciones más pequeñas (CB), o
- en el ingenio en caso de que se transportara la caña sin ser beneficiada anteriormente (Int).

Compactación

El proceso de compactación a que debe someterse la paja tiene como objetivo abaratar los procesos de transporte y almacenamiento reduciendo su volumen de forma que la energía consumida en estas actividades resulte inferior a la que aportaría su consumo como combustible.

Las formas posibles en que puede lograrse la compactación pueden ser:

- molida (M),
- peletizada (P),
- briqueteada (B),

7 En Cuba la caña se corta mecánicamente y se traslada en camiones ligeros o carretas tiradas por tractor hasta centros de beneficio que limpian y trozan la caña, la pesan y la trasbordan a trenes hasta el ingenio.

- empacada con empacadora móvil (PM),
- empacada con empacadora fija en cada CB (PFCH),
- empacada con empacadora fija en puestos seleccionados (PFG) o
- obviar éste paso y trasladarle a granel (Gr).

Transportación

El transporte de la paja puede ser automotor (AM) o por ferrocarril (FC). Pueden existir, sin embargo, múltiples combinaciones de estos medios.

Puede ser entonces con:

- carretas tiradas por tractores (CTr),
- camiones de hasta 8 t (CP8t),
- camiones de hasta 10 t (CM10t),
- camiones de hasta 20 t (CG20t),
- remolques de hasta 35 t (R35t),
- ferrocarril.

Por resultar la fase más compleja y dinámica del proceso de suministro se asumirá que:

- el transporte por ferrocarril (FC) será por vía ancha en vagones similares a los utilizados para el tiro de caña,
- no se realizarán procesos de transportación de la paja-combustible sin previa compactación,
- no se ejecutarán trasbordos con la excepción de las alternativas que excluyen la separación de la caña y la paja,
- no se evaluarán aquellas variantes que incluyan retornos en el proceso o que interfieran la producción de azúcar.

Almacenamiento

El almacenamiento de la paja combustible deberá durar alrededor de 90 días que es la duración óptima estadísticamente estimada (Jakeway, 1991). La cosecha cañera tiene una duración que oscila entre 90 y 150 días mientras que la generación de electricidad en la planta se prevé que dure unos 170 días del año incluyendo la zafra durante la cual se espera consumir preferiblemente bagazo producido en la molienda y paja como combustible complementario.

El consumo estable de paja-combustible ocurrirá en los días de no-zafra en que la CTE se mantenga generando. Esto obliga a la inclusión de almacenes en el proceso de abastecimiento que, dados los volúmenes de combustible a almacenar y sus características, deberán ser de mucha capacidad estática y, por tanto, costosos.

La decisión se centra en la ubicación de los almacenes que podría ser:

- en el campo (C),
- en los CB (CB),
- en los ingenios cuyos CB tributen paja a la CTE (I),
- almacenes distribuidores intermedios (AI) o
- un almacén en las inmediaciones de la CTE (AF).

Definición de la caja morfológica y de los criterios de decantación

Simplificando los valores independientes de cada uno de los factores analizados en el problema puede concluirse en que existen inicialmente 5 040 posibles procesos de abastecimiento de paja-combustible a la Central Termoeléctrica.

Criterios de decantación

Para poder analizar las alternativas del sistema de suministro se definen tres criterios de decantación de variantes:

1. El sentido común o criterio ingeniero,
2. La Relación Energética Neta,
3. El costo.

Ningún criterio prevalece sobre otro sino que el análisis se ha hecho considerando integralmente y en cada acercamiento se aceptarán solamente la tercera parte de las variantes que satisfagan los criterios a fin de facilitar el análisis.⁸

⁸ En cada situación de análisis se adoptará el criterio que se considera razonable. Aceptar la mejor tercera parte es el criterio acordado para este caso y se basa en la sección áurea que es una división en dos partes de un segmento, según las proporciones dadas por el número áureo ϕ . La longitud total $a + b$ es al segmento más largo a , como a es al segmento más corto b . (Di Domenico, 2005).

• El Sentido Común o criterio ingeniero

Se descartarán todas las combinaciones que impliquen un retorno en el proceso o haya sido demostrado por otras investigaciones anteriores que no son factibles técnica o económicamente.

• La Relación Energética Neta

Como todo combustible alternativo, la biomasa es factible cuando la energía calórica que aporta resulta sensiblemente mayor que el equivalente calórico del combustible convencional consumido para ponerla a punto.

Los mayores consumos de combustible del proceso de suministro de paja de caña para su utilización como combustible en la generación eléctrica deben ocurrir, como en la mayoría de los sistemas logísticos, en la fase de transportación donde se consume como promedio más del 85% del total.

Con el fin de poder comparar si este principio se cumple, se decide comparar el consumo de combustibles de la fase de transportación para cada una de las variantes evaluadas con su equivalente calórico en biomasa. El criterio seguido será que la energía que aporte la biomasa que se abastezca a la central termoeléctrica tiene que ser mucho mayor que la que se consuma en el proceso de su suministro.

Este procedimiento analítico parte de la Relación Energética Neta (REN) que se sustenta en el análisis del balance energético que permita determinar si la energía producida por la fuente objeto de análisis es consumidora neta o productora.

La REN calcula la diferencia entre la energía comercial consumida para la obtención de biomasa combustible (fertilización, cultivo, proceso de suministro, insumos de la generación, etc.) y el producto energético obtenido con ella (combustible para la generación directa, derivados, etc.).

Si la Relación Energética Neta es menor que 1 se considera que puede resultar competitiva con los combustibles convencionales (Walston, 1992).

• El Costo

Sin dudas la utilización de fuentes alternativas de energía para la generación energética cumple un principio de conservación del equilibrio ecológico sin perder el sentido económico.

La generación eléctrica en Cuba requiere erogaciones importantes en divisas a causa de la necesidad de adquirir combustibles en el exterior lo que lleva a ser cuidadosos al evaluar posibles alternativas de sustitución de estos combustibles, pues pueden resultar más costosos a largo plazo.

Una tonelada de fuel oíl No. 6, que es el llamado combustible convencional, cuesta como promedio entre 98,00 y 110,00 USD⁹ y equivale a una 4 toneladas de paja y 5 t de bagazo aproximadamente. Si se considera que la utilización de biomasa como combustible implica un aumento de los gastos de equipamiento de aproximadamente 30-60%, entonces la paja de caña será factible en el caso de que su costo sea al menos 60% menor que el de su equivalente en combustible convencional, lo que implicaría economías notables si se considera que el equipamiento es parte de la inversión y el combustible es parte de los costos de operación. Este estimado no resulta exagerado si se considera que no existe experiencia previa en el país de consumo masivo de este tipo de combustible para estos fines.

El elemento de más peso en el costo de transportación es el consumo de combustible de los medios de transporte que puede representar entre un 24 y un 33% del costo total del sistema logístico y todas estas consideraciones serán tenidas en cuenta en cada uno de los acercamientos.

Exploración sucesiva de posibilidades técnicas de solución al problema logístico

Se decide seleccionar como variantes adecuadas para continuar el análisis a la mejor tercera parte de cada uno de los resultados obtenidos.

a. Primer acercamiento considerando el sentido común o criterio ingeniero

Se descarta la variante de obtención de la paja en el campo, transportarla a granel en carretas tiradas por tractores y su almacenamiento en el campo (C-Gr-C_{Tr}-C) pues más del 80% de la cosecha cañera se realiza con corte mecanizado que implica que una buena parte de la paja se vaya con la caña y sea separada efectivamente en los CB. Por otra parte existen criterios agro-técnicos que abogan por el mantenimiento de la paja que queda en el campo

9 Precios vigentes en el 2000, año en que fuera realizado el estudio.

a fin de que se retenga la humedad del terreno, se detenga el crecimiento de malas hierbas, etc.

La posibilidad de transportar paja a granel es en todo sentido antieconómico pues sus bajos valores de densidad y contenido calórico hacen no rentable su traslado con independencia de la distancia.

La variante de transportación con tractores tirando de carretas (CTr) está demostrado que es a todas luces ineficiente para cualquier objeto de transportación e implicaría que la combinación no sea aceptada.

No tendría sentido almacenar paja en el campo si la paja se obtuviese en realidad en el centro de beneficio pues implicaría un retorno en el flujo productivo.

Los criterios expuestos anteriormente llevan a descartar los siguientes valores:

- variante de obtención en el campo (C),
- variante de compactación a granel (Gr),
- variante de transportación en carretas tiradas por tractores (CTr),
- variante de almacenamiento en el campo (C).

Lo que implicaría una reducción inicial de la matriz a 1.680 variantes.

b. Segundo acercamiento considerando las experiencias previas

Si se valoran de forma conjunta todos los posibles modos de aumentar la densidad de la paja podrá observarse que hay modalidades cuya factibilidad técnica para su aplicación a gran escala es cuestionable.

Si bien el proceso de combustión demanda determinados valores de granulometría, moler la paja con una humedad oscilante entre 45 y 53% es técnicamente muy difícil, lo que motivaría un proceso de secado previo que sería económica y técnicamente difícil de lograr, además, el transporte y el almacenamiento de esta variante de densificación exigiría medios especializados con las consiguientes consecuencias negativas para el costo del combustible.

La peletización de la paja de caña es un proceso que no tiene comprobación práctica factible a gran escala y las pruebas efectuadas han mostrado

altos consumos energéticos para lograr las densidades y granulometrías deseadas además de precisar medios especializados de transportación y almacenamiento.

El briqueteado, por su parte, requiere de humedades inferiores al 20%, es un proceso lento, de altos consumos energéticos y está concebido para pequeñas producciones. Este proceso exigiría una manipulación muy laboriosa, dadas las pequeñas dimensiones de las briquetas además de que el almacenamiento debería ser bajo techo.

Quiere decir que tanto la paja molida como briqueteada o peletizada no parecen ser variantes de compactación aplicables para el objetivo que se persigue, por lo que se desechan. Con ello se reduce el área de soluciones factibles a 720 variantes.

c. Tercer acercamiento considerando la Relación Energética Neta

La implicación de la Relación Energética Neta (REN) se analizará primeramente para los procesos de obtención-compactación-transporte.

Habría que determinar qué cantidad de biomasa puede trasladarse en cada medio de transporte evaluado según la forma de compactación adoptada. De esta manera se conforma una matriz perteneciente a la original de cuatro formas de transportación y tres presentaciones de compactación todas en pacas.

Tabla 18. Presentaciones en pacas de paja residual aceptadas para evaluación

Denominación	Obtención	Descripción	Dimensiones de la paca (mm)	Densidad (kg/m ³)	Masa (kg)
PM	Campo	Empacadora forrajera móvil	1000,00 500,00 500,00	135	33 - 35
PFCh	Centro de beneficio	Empacadora fija pequeña	600,00 400,00 400,00	250	24
PFG	Centro de beneficio	Empacadora fija grande	1200,00 800,00 800,00	345	260 - 265

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recopilada para el estudio por los autores.

Tabla 19. Variantes de transportación evaluadas

Modo	Medio	Denominación	Capacidad (t)	Dimensiones (m)	Consumo diesel (L/km)
Automotor	Camión rígido	CP8t	8	4,52	0,44
				2,43	
				1,52	
	Camión rígido y remolque	CM10t	10	6,10	0,48
				2,32	
				2,20	
Automotor	Camión rígido y remolque	CG20t	2 * 20	2 * 6,10	0,52
				2 * 2,32	
				2 * 2,20	
	Tractor y remolque articulado	R35t	35	12,00	0,56
				2,80	
				2,50	
FFCC	Tren	FC	16 vagones	12,00	8,96
				2,60	
				2,73	

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recopilada para el estudio por los autores.

Como son conocidos los volúmenes de cada una de las formas de densificación (pacas) y las dimensiones de cada medio de transporte, puede estimarse qué cantidad de biomasa es posible transportar por cada variante según sea la densidad de cada paca. En la práctica este resultado puede variar según el plan de carga del medio de transporte pero, a los efectos de este análisis, las diferencias pueden ser despreciadas.

Se asume una distancia media de 60 km que corresponde a la que existe entre los 11 centrales abastecedores de paja de caña de la provincia y la Central Termoeléctrica.

De los resultados de ambas matrices se concluye que la obtención y compactación de la paja se hará en el en el central por lo que, aplicando el criterio del sentido común, se descartan todas aquellos valores de variables que impliquen un retorno en el proceso lo que lleva a continuar el análisis de un total de 36 variantes.

d. Cuarto acercamiento considerando criterios de costo

En esta etapa se analizará la relación existente entre los procesos de almacenamiento y los de transportación a partir de que tanto la obtención como la compactación fueron definidas en las etapas anteriores.

Como existen tres posibilidades diferentes de almacenamiento: en los ingenios (I), en almacenes intermedios (AI) o en las inmediaciones de la termoelectrica (AF) sería necesario entonces evaluar un total de 25 variantes de almacenamiento-transporte si se tiene en consideración que el almacenamiento intermedio implicaría dos procesos de transportación y que no se incluye la variante de transporte por ferrocarril (FC) desde cada central hasta los almacenes intermedios pues en realidad en la provincia objeto de estudio no existen conexiones ferroviarias adecuadas entre los diferentes centrales azucareros.

El número de almacenes intermedios pudiera variar pero existen condiciones para su localización que lo limitan. Estas son:

- estar en zonas llanas,
- estar en zonas vastas,
- no afectar grandes plantaciones de caña,
- estar en zonas donde existan reservas suficientes de agua,
- estar en zonas donde haya fuerza de trabajo disponible,
- ubicarse en un CB o central con gran capacidad de procesamiento,
- un almacén deberá estar situado inmediato a la CTE y
- estar acoplado al FC central.

En la zona estudiada existen tres lugares que cumplen con esos requisitos y esta será la cantidad que se considerará.

Se acude entonces al análisis de costos aplicando el criterio del trade off logístico entre los costos de almacenamiento y de transportación. Como en este caso todavía no se está realizando un diseño detallado del proceso logístico sino que se está decidiendo qué variante de abastecimiento se va a utilizar no sería necesario detallar en cada uno de los aspectos sino considerar aquellos que resulten más significativos.

La manutención del combustible será a cielo abierto con sistema de primero que entre primero que sale (FIFO) que propicie la continuidad del secado de la paja luego de compactada, permita mayor libertad de acción en caso de incendios y disminuya el costo inicial de construcción dada la gran capacidad estática que estas instalaciones demandan. Lo que coincide con otras recomendaciones hechas como resultado de estudios efectuados en Hawái (State of Hawaii renewable energy savings, 2014).

Luego de efectuadas las estimaciones de costo considerando la base normativa vigente para estos fines se detallan a continuación las partidas de costos más significativas.

Tabla 20. Gastos de inversión por variante de almacenamiento

	Almacén Ingenio	Almacén Intermedio	Almacén Final
Área a pavimentar (m2)	410 400,00	86 600,00	206 800,00
Gasto de pavimento (p)	989 064,00	208 706,00	498 388,00
Cisternas (u)	12	3	1
Gastos de cisternas (p)	30 879,12	7 719,79	2 573,26
Bombas (u)	12	3	1
Gastos de bombas (p)	56 841,84	14 210,46	4 736,82
Grúas (u)	12	3	1
Gastos de grúas (p)	480 000,00	120 000,00	40 000,00
TOTAL (p)	1 556 784,90	350 635,79	545 698,08

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recopilada para el estudio por los autores.

• Conclusiones

De los resultados del análisis efectuado se concluye que la forma de almacenamiento recomendable es la de almacenes intermedios (AI), la transporación desde los centrales a dichos almacenes deberá realizarse en camiones de alta capacidad nominal o remolques (CG20t y R35t) y desde los almacenes intermedios hasta la CTE en remolques o por ferrocarril (R35t y FC).

■ Métodos de Estímulo a la Creatividad: De TRIZ a USIT

Son todas aquellas que tratan de no atenerse a experiencias anteriores y de abordar los problemas de forma creativa y desprejuiciada. Por mucho tiempo fueron consideradas poco serias y anticientíficas pero su aplicación

ha ido en aumento en la medida en que la complejidad de los problemas ha aumentado.

TRIZ (teoría de los problemas inventivos) (ASIT, A Revolutionary Creative-Thinking Method, Will Lead You Step-by-Step from Deadlocks to Breakthroughs) surge en la ex URSS desde los años 50 para la solución creativa de problemas eminentemente técnicos. Su creador el Ing. Genrich Altshuler emigró a EEUU en los años 80 y comienza a tratar de expandir sus teorías. Lentamente se fue reconociendo en TRIZ la ventaja de lograrse una solución más rápida y eficaz de los problemas, pero su limitación fundamental era la complejidad, profundidad y amplitud con que se desarrollaban los análisis (Nakagawa, 2014).

En la década de los 80 se crea en Israel el método ASIT (pensamiento inventivo sistemático) que redujo las técnicas de planteamiento de soluciones de 40 principios en TRIZ a sólo 4 en ASIT.

Ya en 1995 la Ford Motors Company adaptó el ASIT y creó la Metodología USIT (pensamiento inventivo unificado y estructurado)

Como una u otra metodologías tienen su génesis en la misma forma de abordar la solución de problemas de manera creativa, se ha considerado válido concentrar la atención solamente en USIT que resulta la de más reciente aparición según la bibliografía consultada.

Los objetivos y características de USIT pueden resumirse como:

1. se concentra en la etapa de generación de conceptos que requiere extrema creatividad y es la menos atendida por otras técnicas de estímulo a la creatividad,
2. se aplica a la solución de problemas prácticos, no está concebida para invenciones,
3. posee un procedimiento conformado por tres etapas: definición, análisis y generación de la solución del problema,
4. el sistema tecnológico del sistema objeto de análisis se describe en términos de Objetos, Atributos y Funciones bien definidos,
5. dispone de sólo 4 técnicas consistentes en guías bien definidas que se aplican indistintamente en función de los Objetos, Atributos y Funciones,

6. no usa bases de conocimientos externos ni software. Se fundamenta en el trabajo de grupo de especialistas,
7. evita los detalles de ingeniería para hacer la generación de ideas amplia y libre. Posteriormente filtra las soluciones propuestas con la aplicación de métodos de análisis estructural (Nakagawa, 2014).

■ Los métodos de asignación de secuencias

La planeación operativa a muy corto plazo es una de las actividades que quedan generalmente como responsabilidad de los directivos de línea. Esta característica provoca que las cantidades de trabajadores que se asignan para una determinada tarea o jornada no coincida con la carga prevista para ese día, sobre todo cuando la información referida a la demanda se concentre en niveles de dirección superiores o tenga escalas de detalle diferentes (la demanda sea semanal y la asignación de carga sea diaria, por ejemplo). Esta situación puede propiciar que se especifiquen las horas de trabajo necesarias pero no las características de los trabajadores.

Cuando las tareas a asignar son pocas y hay sólo un turno de trabajo todo es factible, pero el hecho se complica cuando hay que programar una amplia variedad de tareas personales.

Otro elemento que puede complicar la planeación es la variación constante de la demanda (ej. un hospital, una firma de abogados, etc.).

Generalmente se acude a planear trabajadores en espera y asignar trabajadores a tareas de baja prioridad hasta que la demanda aumente.

Una manera de asignar trabajadores para cargas diarias variables se muestra a continuación.

• Ejemplo demostrativo de programación de la fuerza de trabajo

Cuando varía la cantidad de personas que se necesitan cada día y todos deben tener dos días de descanso cada semana, puede utilizarse el procedimiento siguiente que se repite con cada empleado.

Paso No. 1. Observar cada día (par) consecutivo. Elegir el par que tenga los menores requerimientos totales de mano de obra.

Paso No. 2: considerar ese par como el fin de semana de ese empleado y programarle los 5 días restantes de trabajo.

Paso No. 3: actualizar los requerimientos restantes para repetir el paso No. 1 con el proximo empleado.

Si se requiere programar el trabajo de 10 empleados y se tienen los siguientes requerimientos de trabajo para una semana.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
7	5	6	7	8	8	9

Buscando el par de días consecutivos de menores requerimientos totales de trabajo.

L - M - 12 Mi - J - 13 V - S - 16 Mi - 11 J - V - 15 S - D - 17

Menor par - M - Mi que se le asigna al obrero 1 como días de descanso.

Actualizando el trabajo a asignar.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6	5	6	6	7	7	8

Buscando el par de días consecutivos de menores requerimientos.

L - M - 11 Mi - J - 12 V - S - 14 M - Mi - 11 J - V - 13 S - D - 15

Se elige siempre la pareja primera por lo que se asigna al empleado 2 el par L-M como días de descanso.

Actualizando el trabajo a asignar.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6	5	5	5	6	6	7

Buscando el menor par.

L - M - 11 Mi - J - 10 V - S - 12 M - Mi - 10 J - V - 11 S - D - 13

Al empleado 3 se le asigna M - Mi

Actualizando el trabajo a asignar.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
5	5	6	4	5	5	6

Buscando el menor par.

L - M - 10 Mi - J - 9 V - S - 10 M - Mi - 10 J - V - 9 S - D - 11

Se asigna al empleado 4 Mi - J como día de descanso.

Actualizando el trabajo a asignar

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
4	4	5	4	4	4	5

Buscando el menor par.

L - M - 8 Mi - J - 9 V - S - 8 M - Mi - 9 J - V - 8 S - D - 9

Se asigna el empleado 5 L - M como días de descanso.

Actualizando los tiempos a asignar

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
4	4	4	3	3	3	4

Buscando el menor par.

L - M - 8 Mi - J - 7 V - S - 6 M - Mi - 8 J - V - 6 S - D - 7

Se asigna al empleado 6 J - V como descanso.

Actualizando los tiempos a asignar.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
3	3	3	3	3	2	3

Buscando el menor par para el empleado 7

L - M - 6 Mi - J - 6 V - S - 5 M - Mi - 6 J - V - 6 S - D - 6

Se asigna al empleado 7 J - V como descanso.

Actualizando los tiempos a asignar

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
2	2	2	3	3	1	3

Buscando el menor para el empleado 8

L - M - 4 Mi - J - 5 V - S - 4 M - Mi - 4 J - V - 6 S - D - 4

Se asigna al empleado 8 el menor par L - M como descanso.

Actualizando los tiempos a asignar.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
2	2	1	2	2	0	2

Buscando el par menor para el empleado 9.

L - M - 4 Mi - J - 3 V - S - 2 M - Mi - 3 J - V - 4 S - D - 2

Se asigna al empleado 9 v - s

Actualizando los tiempos a asignar.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	1	0	1	2	0	1

Buscando el menor par para el empleado 10.

L - M - 2 Mi - J - 1 V - S - 2 M - Mi - 1 J - V - 3 S - D - 1

Se le asigna M - Mi al empleado 10

Tabla 21. Resultados de la asignación de carga

PMP	LUNES	MARTES	MIER-COLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMIN-GO
Trab 1							
2	Descansa						
3		Descansa					
4			Descansa				
5	Descansa						
6				Descansa			
7					Descansa		
8	Descansa						
9			Descansa				
10						Descansa	

Fuente: Elaboración propia

■ Aplicaciones de la matriz de impactos cruzados

La matriz de impactos cruzados permite la investigación metódica de la interrelaciones que puedan producirse entre diferentes sucesos que está previsto que ocurran. Asimismo, se pueden investigar los efectos que la ocurrencia o no ocurrencia de un determinado suceso, puede provocar en la probabilidad de ocurrencia de los demás sucesos previstos (Medina Vázquez, 2006).

Se dice que existe impacto cruzado entre dos sucesos cuando la probabilidad de que ocurra uno de ellos varía en función de que acontezca o no el otro. Si la probabilidad de ocurrencia aumenta, se dice que el sentido del impacto es positivo; si la probabilidad disminuye, el sentido del impacto se dice que es negativo; si la probabilidad no varía, se dice que no existe impacto cruzado.

Las anteriores situaciones pueden ser representadas adecuadamente en una matriz-resumen de los posibles impactos cruzados entre los diferentes sucesos sometidos a estudio. La fila representa el suceso cuya influencia se trata de determinar y la columna el suceso influido.

Cuando existe un impacto cruzado positivo, éste se representa en la casilla correspondiente con un símbolo o valor previamente convenido.

Además del sentido del impacto, es interesante determinar la fuerza del impacto o grado de influencia que tiene la ocurrencia o no ocurrencia de un suceso en la probabilidad de que otro suceso ocurra.

La matriz de impactos cruzados como instrumento de análisis permite observar las posibles interdependencias entre diversos factores clave del entorno futuro de una forma sencilla, exhaustiva y sistemática. Sin embargo, más que un método de validez individual para efectuar previsiones, constituye un instrumento de previsión complementario de otros métodos. Así, los impactos cruzados pueden ser muy útiles en la construcción de escenarios y en el análisis de la evolución de los mismos

La matriz de impactos cruzados tiene muchas aplicaciones en la determinación de los grados de influencia y dependencia de múltiples variables. De esta forma es posible identificar cuáles son las variables clave de un sistema y cuáles las más influyentes o dependientes.

La multiplicación sucesiva de la matriz por si misma permite concentrar la distribución de las variables en función de su influencia y dependencia y centrar la atención en las más representativas.

Las fases del método de impactos cruzados son:

- listado de las variables,
- la descripción de relaciones entre variables, y
- la identificación de variables clave.

• Fase No. 1: Listado de variables

Las fuentes de información para esta fase deberán ser los representantes de actores del sistema estudiado, expertos o agentes externos. Como resultado se obtiene una lista homogénea de variables internas y externas al sistema considerado. Es recomendable que el número de variables listadas esté entre 70 y 80 según el tamaño y complejidad del sistema estudiado y que se haya hecho una definición cuidadosa del contenido de cada una de las variables identificadas. Para ello es bueno trazar sus evoluciones históricas, buscando cuáles han sido las variables que han dado origen a esta evolución, caracterizar su situación actual y descubrir las tendencias o rupturas futuras (Godet, M y J. Medina, 1995) (Godet, M y J. Medina) (Godet M. y., 2011) (Godet m. y., 2007).

• Fase No. 2: Relaciones entre variables

La propia definición de sistema es el punto de partida de esta fase pues una variable existe únicamente por su tejido relacional con las otras.

El análisis estructural relaciona las variables en un tablero de doble entrada o matriz de relaciones directas. Este proceso deberá ser el resultado de un trabajo grupal en el que participen las personas, que hayan estado en el listado de variables y en su definición, que rellenan la denominada matriz del análisis estructural.

Los criterios de validación pueden ser símbolos o números. Generalmente los casos a los que nos enfrentamos los ingenieros industriales exigen una validación graduada, por lo que recomendamos hacerlo en cuatro niveles: fuerte, mediana, débil y nula. (3;2;1;0)

El trabajo de rellenado de una matriz de influencias directas para aplicar el método de impactos cruzados es tedioso,¹⁰ por lo que es recomendable efectuarlo en varias sesiones preguntando siempre si existe una relación de influencia directa entre la variable *i* y la variable *j* con las posibles respuestas.

Generalmente entre 20-30% de las variables tienen relaciones de influencia de algún grado. La utilidad de este análisis radica en evitar errores, permitir ordenar y clasificar ideas, desarrollar un lenguaje común en el seno del grupo y lleva en muchos casos a redefinir las variables con lo que el análisis del sistema se hace más acertado. Los paquetes disponibles en la página web de Lipsor son ideales para estos análisis. Un ejemplo de matriz de impactos cruzados aparece en las herramientas de ayuda de la mencionada página web y se detalla a continuación:

Figura 20. Matriz de influencias directas para la selección de variables claves de un sistema según MICMAC: Multiplicación Aplicada para una Clasificación

Matrice des Influences Directes (MID)

	Matr	Org	Alin	Mig	Marc	Trois	PoS	Divers	Env	Eco	Orga	Pol	Fisc	Imm	Par	Fam	Jeun	Ortra	Pa
Matr	0	0	0	2	2	2	0	0	0	3	0	P	1	0	0	2	0	1	
Org	0	0	2	0	3	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Alin	0	1	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mig	0	0	0	0	3	3	0	2	0	1	0	2	0	1	0	1	2	3	
Marc	3	0	0	3	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	1	2	3	1	
Trois	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	0	2	0	2	0	3	2	0	
PoS	P	0	0	P	3	1	0	1	0	0	0	0	2	0	2	1	1	1	
Divers	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	
Env	1	0	2	P	P	0	0	2	0	1	0	1	3	2	0	0	0	1	
Eco	P	1	1	0	0	0	0	3	3	0	P	P	P	1	0	0	0	1	

Les influences sont notées de 0 à 3, avec la possibilité de signaler des influences potentielles

0: Pas d'influence
1: Faible
2: Moyenne
3: Forte
P: Potentielle

LIPSOR 2015A-MICMAC

OK Annuler

Fuente: LIPSOR Laboratory for Investigation in Prospective Strategy and Organization (LIPSOR, 2015).

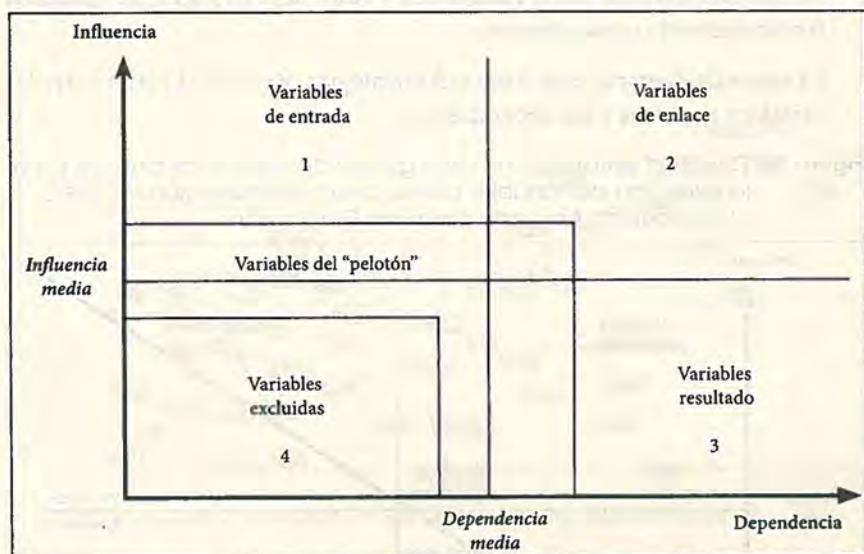
Con esta matriz es posible identificar las variables claves esenciales a la evolución del sistema, ya sea por clasificación directa (sumas de valores de motricidad/influencia y de dependencia para cada una de las variables) o por clasificación indirecta a través del método MICMAC: Multiplicación Aplicada para una Clasificación resultado de la potenciación sucesiva de la matriz.

¹⁰ La cantidad de veces que habrá que estimar la influencia en una matriz de *n* variables será $n(n-1)$.

La jerarquización de variables permite confirmar la importancia de ciertas variables y desvelar ciertas variables que en razón de sus acciones indirectas juegan un papel principal y que la clasificación directa no ponía de manifiesto.

Los resultados en términos de influencia y de dependencia de cada variable pueden estar representados sobre un plano donde el eje de abscisas corresponde a la dependencia y el eje de ordenadas a la influencia.

Figura 21. Gráfico de influencias directas para la selección de variables claves de un sistema según MICMAC: Multiplicación Aplicada para una Clasificación



Fuente: LIPSOR Laboratory for Investigation in Prospective Strategy and Organization (LIPSOR, 2015).

El interés del análisis estructural es estimular la reflexión sobre los aspectos contra-intuitivos del comportamiento de un sistema y sus resultados nunca deben ser tomados al pie de la letra. No hay una lectura única y "oficial" de resultados del MICMAC por lo que conviene que el grupo forje su propia interpretación.

Un análisis estructural no es la realidad, pero es un medio para verla, el objetivo de esta herramienta es permitir la estructuración de la reflexión colectiva reduciendo sus inevitables rodeos.

Los resultados, como los datos de entrada (lista de variables y matriz) nos dicen cómo percibe la realidad el grupo de trabajo.

La primera diagonal es la diagonal de entradas/salidas y aporta el sentido de lectura del sistema.

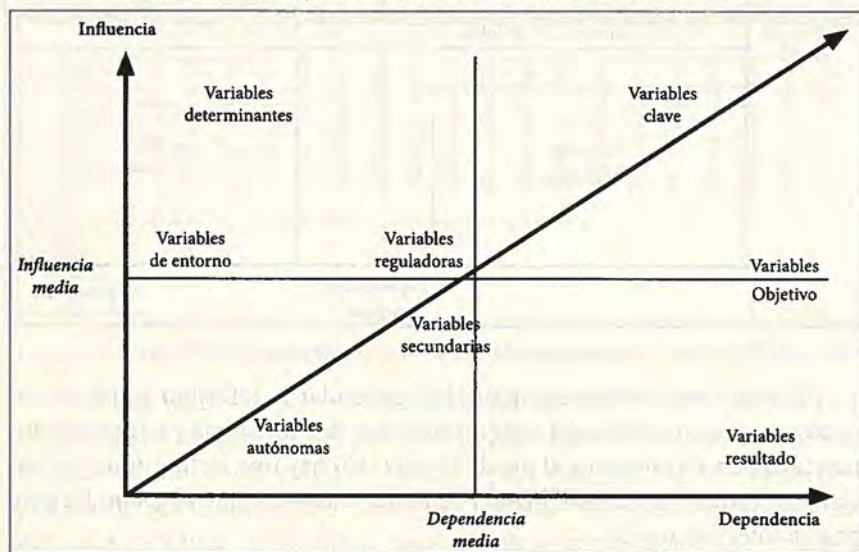
Variables de entrada: motrices, poco dependientes y determinan el funcionamiento del sistema.

Variables de regulación: funcionamiento normal del sistema.

Variables de salida, de resultado o sensibles: resultados de funcionamiento del sistema. Poco influyentes y muy dependientes. Se traducen frecuentemente como objetivos.

La segunda diagonal es la diagonal estratégica, Reparte el plano entre las variables motrices y las dependientes.

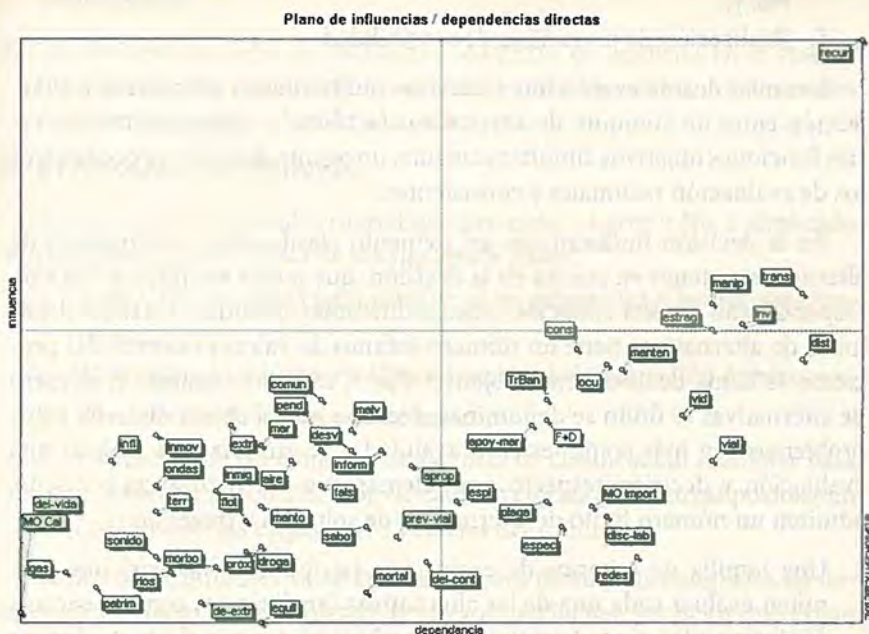
Figura 22. Diagonal estratégica en un gráfico de influencias directas para la selección de variables claves de un sistema según MICMAC: Multiplicación Aplicada para una Clasificación



Fuente: LIPSOR Laboratory for Investigation in Prospective Strategy and Organization (LIPSOR, 2015).

La siguiente figura muestra el plano de influencias directas de las variables identificadas en un sistema integral de protección y seguridad de un puerto comercial.

Figura 22. Plano de influencias directas para la selección de variables claves de un sistema según MICMAC: Multiplicación Aplicada para una Clasificación



Fuente: LIPSOR Laboratory for Investigation in Prospective Strategy and Organization (LIPSOR, 2015).

3. Métodos Multicriterio

Una única opción puede tornarse insuficiente cuando se analizan problemas complejos, sobre todo cuando las decisiones pueden afectar a muchas personas. Por todo esto se debe optar por generar discusiones e intercambios entre los actores, que por su conocimiento y experiencia pueden ayudar a estructurar el problema y evaluar las posibles soluciones.

Todo proceso de toma de decisiones comprende de manera general los siguientes pasos:

1. Análisis de la situación.
2. Identificación y solución del problema.
3. Identificación de aspectos relevantes que permitan evaluar las posibles soluciones.
4. Aplicación de un modelo de decisión para obtener un resultado global; y,
5. Realización de un análisis de sensibilidad.

Los métodos de evaluación y decisión multicriterios comprenden la selección entre un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivos simultáneamente, un agente decisor y procedimientos de evaluación racionales y consistentes.

En la decisión multicriterio un elemento clasificador es el número de alternativas a tener en cuenta en la decisión, que puede ser finito o infinito. Dependiendo de esta situación existen diferentes métodos. Cuando el número de alternativas tiene un número infinito de valores posibles del problema se llama decisión multiobjetivo. Por el contrario cuando el número de alternativas es finito se denominan decisión multicriterio discreta. Estos problemas son más comunes en la realidad y se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto a problemas que por naturaleza o diseño, admiten un número finito de alternativas de solución a través de:

1. Una familia de criterios de evaluación (atributos, objetivos) que permiten evaluar cada una de las alternativas (analizar sus consecuencias), conforme a los pesos (o ponderaciones) asignadas por el agente decisor y que reflejan la importancia (preferida) relativa de cada criterio.
2. Un conjunto de alternativas estables, generalmente finito (soluciones factibles que cumplen con las restricciones posibles o previsibles), se asumen que cada una de ellas es perfectamente identificada, aunque no son necesariamente conocidas en forma exacta y completa de todas sus consecuencias cuantitativas y cualitativas.
3. Una matriz de decisión o de impactos que resume la evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio, una valoración (precisa o subjetiva) de cada una de las soluciones a la luz de cada uno de los criterios, la escala de medida de las evaluaciones puede ser cuantitativa o cualitativa, y los

medios pueden expresarse en escala cardinal (razón o intervalo), ordinal, nominal y probabilísticas.

4. Una metodología o modelo de agregación de preferencias en una síntesis global, ordenación, clasificación, participación, jerarquización de dichos juicios para determinar la solución que globalmente recibe las mejores evaluaciones.
5. Un proceso de toma de decisiones (contexto de análisis) en el cual se lleva a cabo una negociación consensual entre los actores o interesados (analista-“experto”, decisor y usuario).

■ El Método COMBINEX

Este es un método multicriterial que pertenece al grupo No. 1 explicado anteriormente y que consta de los siguientes pasos:

1. Análisis del objetivo para identificar las exigencias o beneficios esperados,
2. Aplicación de la ponderación en función de la limitación de recursos,
3. Eliminación de los valores extremos,
4. Definición de un conjunto de factores de clasificación medibles para representar la contribución de cada una de las alternativas posibles en cada una de las exigencias o ventajas del producto.

El método Combinex tiene aplicación para problemas complejos de decisiones asociadas al lanzamiento de nuevos productos- servicios que exijan de la presencia de expertos no involucrados en el proyecto.

En la aplicación del método deben participar:

1. clientes,
2. diseñadores del producto-servicio,
3. fabricante,
4. finanzas,
5. compras o marketing.

Ejemplo de aplicación del método Combinex para el Producto FACDERMIN

• Fases:

1. ¿Qué se estudia?

- Producto que cuesta más de lo que el cliente puede pagar,
- se vende en envases de 200 g,
- Cliente exclusivo los hospitales a un precio de importación de \$40, 00 USD la unidad.

2. ¿Qué es?

- antimicrobiano de acción antibacteriana, cicatrizante y epitelizante

3. ¿Para qué sirve?

- para tratamiento de quemaduras de diferentes grados.

Tabla 22. Aplicaciones hospitalarias del FACDERMIN

TRATAMIENTO	GRADO	EVOLUCIÓN
Quemaduras epidérmicas	1ero.	3 a 5 días
Quemaduras dérmicas	Superficiales	De 5 a 7 días
	Profundas o de 2do. grado	De 1 a 2 semanas
Úlceras cancerígenas de la piel	-	No hay información sobre evolución en ambos casos
Úlceras tróficas del diabético	-	

Fuente: Elaboración propia

4. ¿cuánto cuesta? ¿cuál es su precio?

Ficha de Costo (\$/u)

Gastos de Materias Primas

Factor de Crecimiento Epidérmico (EGF) \$10, 34

Excipientes 0,03

Envase 0,03

Gastos Indirectos 0,03

Costo Unitario \$10,70

Tasa de ganancia (0,05) 0,54

Precio de Empresa 11,24

≈\$11,25

¿Qué otra cosa puede desempeñar la función?

Este es un producto muy bueno pero hay otros que sirven también para tratar quemaduras como la Sulfatiazida de Plata y el Nitrato de Plata pero que no se pueden aplicar en todas las partes del cuerpo.

¿Cómo mejorar el valor del producto?

Valor = Función / Costo

Se conoce la limitante de que para rebajar el costo del producto habría que aumentar las capacidades de producción de EGF que no tiene muchas aplicaciones rentables dentro del país.

No hace falta mejorar las funciones intrínsecas del producto sino su presentación considerando la ampliación potencial del mercado hacia los policlínicos, consultorios médicos y hogares de ancianos que requerirían presentaciones más pequeñas.

Tabla 23. Presentaciones del FACDERMIN

TIPO DE ENVASE	MATERIAL
Frasco 200 g	PVC AD
Frasco 50 g	PVC AD
Tubo 25 g	Tubo de PVC
Tubo 5 g	Tubo de PVC

Fuente: Elaboración propia

¿Cuál es el diseño más conveniente?

Como este es un producto necesario para prestar un determinado servicio de salud debe cumplir tres exigencias generales:

- Rendimiento (que dure en buenas condiciones hasta el final),
- Satisfacción del cliente,
- Costo asociado al producto.

Un grupo de expertos analizó estas exigencias y definió con qué atributos cada una pudiera ser valorada:

Tabla 24.2. Satisfacción del Cliente sobre el Producto FACDERMIN

ENVASE DE	TIPO DE ENVASE 0,4		CAPACIDAD DEL ENVASE 0,20		TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN 0,20		TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN 0,20		MÉRITO
200 g	70	28	90	18	75	15	85	17	78
50 g	80	32	85	17	85	17	85	17	83
25 g	85	34	80	16	85	17	80	16	83
5 g	90	36	90	14	80	16	80	16	82

Tabla 24.3. Rendimiento del Producto FACDERMIN

ENVASE DE	CAPACIDAD DE ENVASE 0,75		TIPO DE ENVASE 0,25		MÉRITO
200 g	90	67,50	85	21,25	88,75
50 g	85	62,75	85	21,25	85,00
25 g	80	60,00	75	18,75	78,75
5 g	70	52,50	75	18,75	71,25

Tabla 24.4. Matriz general de diseño más conveniente del Producto FACDERMIN

ENVASE DE	RENDIMIENTO 0,2		SATISFACCIÓN DEL CLIENTE 0,35		COSTO 0,45		MÉRITO
200 g	88,75	17,75	78	27,30	70,65	31,79	76,84
50 g	85,00	17,00	83	29,05	82,90	37,30	83,35
25 g	78,75	15,75	83	29,05	85,95	38,67	83,47
5 g	71,25	14,25	82	28,70	88,70	39,90	82,87

Fuente: Elaboración propia

Por lo que la alternativa que se elige es la de tubos de PVC de 25 g adecuada para policlínicos, consultorios y hogares de ancianos.

■ Árboles de decisiones

El árbol de decisiones es una excelente ayuda para la elección entre varios cursos de acción. Provee una estructura sumamente efectiva dentro de la cual estimar cuales son las opciones e investigar las posibles consecuencias de seleccionar cada una de ellas. También ayudan a construir una imagen balanceada de los riesgos y recompensas asociados con cada posible curso de acción.

En resumen, los árboles de decisión proveen un método efectivo para la toma de decisiones debido a que:

- claramente plantean el problema para que todas las opciones sean analizadas.
- permiten analizar totalmente las posibles consecuencias de tomar una decisión.
- proveen un esquema para cuantificar el costo de un resultado y la probabilidad de que suceda.
- nos ayuda a realizar las mejores decisiones sobre la base de la información existente y de las mejores suposiciones.

4. La validación de factibilidad

Cuando queremos convencer a los decisores de la posibilidad real de que la solución propuesta funcione, debemos usar el lenguaje del dinero. Las dos maneras más utilizadas son el valor del capital en el tiempo y el punto de equilibrio.

■ Valor del Capital en el Tiempo

Permite conocer la ganancia total neta de la inversión durante un determinado período de tiempo. Generalmente se hace para dos períodos de tiempo:

- el plazo de la vida útil económica,
- el plazo de pago de los créditos obtenidos para financiar la inversión.

$$VC = \sum_{i=1}^n CFI : (1+I)^n + Vr : (1+I)^n$$

Donde,

VC – valor del capital

CFI – flujo neto de caja en el año I.

li- tasa de interés en el tiempo (puede ser el del crédito o el coeficiente ramal).

n- número de años de análisis.

Vr – valor residual de la instalación en el año n.

Asimismo pueden usarse otras técnicas financieras de evaluación relacionadas como la tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación (Pr).

■ Punto de equilibrio

Su utilidad está demostrada bien cuando la vida útil económica es relativamente corta y las condiciones económicas no cambian significativamente o cuando se analiza una tecnología en una rama de comportamiento muy estable. Esta técnica es muy conocida.

Ejemplo de aplicación del punto de equilibrio para la toma de decisiones.

Una empresa quiere instalarse en el mercado y debe decidirse por una de tres alternativas posibles según la tabla que se muestra:

Tabla 25. Alternativas para la elección de la capacidad de producción de una nueva empresa

Alternativa	Capacidad (u/a)	Costo Fijo (MCUP)	Costo Variable (CUP/u)	Precio
Grande (G)	7 000	1 800,00	1 500,00	2 000,00
Mediana (M)	5 000	1 200,00	1 600,00	2 000,00
Pequeña (P)	2 500	740	1 700,00	2 000,00

Fuente: Elaboración propia

Calculando el punto de equilibrio:

Volumen de Producción = Costo Fijo Total / (Precio – Costo Variable Unitario) (1)

Volumen de Alternativa Grande = $1\,800 : (2\,000 - 1\,500) = \dots = 3\,600 \text{ u}$

Volumen de Alternativa Mediana = $1\,200 : (2\,000 - 1\,600) = \dots = 3\,000 \text{ u}$

Volumen de Alternativa Grande = $740 : (2\,000 - 1\,700) = \dots = 2\,466 \text{ u}$

Como puede observarse hay 3 diferentes capacidades donde los costos se igualan a los ingresos:

Si la Demanda < 2 466 u ==> preferible no invertir

2 466 < Demanda < 2 500 ==> elegir la Pequeña (P)

3 000 < Demanda < 5 000 ==> elegir la Mediana (M)

3 600 < Demanda < 7 000 ==> elegir la Grande (G)

Quedaría por decidir entre las plantas Mediana y Grande pues la demanda tiene alta probabilidad de quedar incluida en ambos intervalos. La solución a esta disyuntiva puede encontrarse aplicando las probabilidades según la tabla que se muestra a continuación.

Para ello se darían valores a la ecuación (1) asumiendo demandas que vayan desde 1 000 hasta 7 000 unidades al año, con una media de 4 000 unidades al año y una desviación típica de 1 000 unidades. Se elegirá la alternativa que mayores beneficios reporte. Sería:

Tabla 26. Alternativas para la elección de la capacidad de producción de una nueva empresa

Capacidad a Largo Plazo							
	Probabilidad (Pi)	Grande (G)		Mediana (M)		Pequeña (P)	
		Bgi*	BGi*Pi	BMi	BMi*Pi	BPi	BPi*Pi
1 000	0,05	(1 300 000)	(65 000)	(800 000)	(40 000)	(440 000)	(22 000)
2 000	0,15	(800 000)	(120 000)	(400 000)	(60 000)	(140 000)	(21 000)
3 000	0,25	(300 000)	(75 000)	0	0	10 000	2 500
4 000	0,25	200 000	50 000	400 000	100 000	10 000	1 500
5 000	0,15	700 000	105 000	800 000	120 000	10 000	1 500
6 000	0,10	1 200 000	120 000	800 000	40 000	10 000	500
7 000	0,05	1 700 000	85 000	800 000	40 000	10 000	500
Beneficio Esperado $\sum B_i \cdot P_i$			100 000,00		240 000,00		(35 000,00)

Fuente: Elaboración propia

*B = (Precio * Volumen) - (Costo Fijo + Costo Variable Unitario * Volumen)

Con este análisis queda evidenciado que la mejor alternativa es la Capacidad Mediana.

5. La presentación de informes técnicos

No pretendemos con este capítulo dar una guía rigurosa de cómo se presenta un informe técnico pues cada organización tiene sus propias bases normativas, pero sí insistir en la forma de argumentar propuestas para la dirección, presentar ideas de proyectos o resultados de trabajos de investigación de diversa índole que se hayan realizado.

I. Proyectos de curso o de grado

Los proyectos son una manera muy valiosa para evaluar la obtención de habilidades por parte de los estudiantes. Generalmente estas habilidades se agrupan en dos:

1. Ejecutar con rigor las etapas de una investigación científica bajo la conducción de un tutor,
2. Comunicar claramente los resultados de su investigación así como sus conocimientos y experiencias profesionales.

Para ejecutar los proyectos, los estudiantes deberán cumplir –con diversos matices, según el nivel- los siguientes objetivos:

1. Movilizar en diferentes situaciones una base amplia de conocimientos científicos en un tema de investigación concreto y su campo de estudio así como los conocimientos generales de las diferentes disciplinas,
2. Aplicar con rigor metodologías aprendidas en el programa,
3. Utilizar resultados de investigación precedentes disponibles para realizar diversos estudios y/o aplicaciones en el campo de la ciencia específica que se aplica,
4. Analizar creativamente los resultados de la investigación,

5. Dar prueba de rigor, probidad, sentido crítico y respeto de la propiedad intelectual,
6. Respetar las condiciones éticas en el proceso de la investigación.

Para ser capaz de comunicar los resultados de su trabajo científico o transmitir sus conocimientos y experiencia profesional, el estudiante deberá:

1. Redactar la presentación de los resultados de su trabajo de investigación,
2. Exponer los resultados científicos en reuniones de profesionales y, en casos, realizar diversas actividades docentes,
3. Utilizar las nuevas técnicas de la informática y las telecomunicaciones con diferentes propósitos durante la investigación.

Hay 4 factores de éxito para culminar exitosamente un proyecto:

1. La motivación de estudiantes y profesores,
2. La calidad de los estudiantes, el programa del proyecto y del claustro del programa,
3. La definición correcta del campo y tema de la investigación,
4. Tiempo, tiempo y tiempo.

Estos factores de éxito siempre están presentes¹¹ pero hay un conjunto de Habilidades del Conocimiento que son esenciales para culminar exitosamente un proyecto y son:

1. Capacidad para estructurar información
 - a) Clasificar y categorizar las ideas,
 - b) Poner las informaciones en red,
 - c) Relacionar, esquematizar, etc,
 - d) Extraer información esencial.
2. Capacidad para elaborar partiendo de ideas
 - a) Exponer ideas libremente y con coherencia sobre un tema para un público y en una situación específica,

¹¹ Mann, R. en su obra *The college classroom: conflict, change and learning* considera 9 grupos de estudiantes: Obedientes incondicionales, Ansiosos frente al éxito, Con tendencia a desanimarse durante el programa, Independientes y autónomos, Veleidosos, cuyas ambiciones sobrepasan ampliamente las acciones, Cautelosos en extremo, Inconstantes, pero exigentes con el programa y el tutor, Que necesitan llamar la atención o Que se pierden en el anonimato. (Mann, 1971).

- b) Resumir y argumentar sobre un punto de vista,
 - c) Responder preguntas con respeto y habilidad,
 - d) Crear analogías para hacerse comprender,
 - e) Escribir textos respetando normas.
3. Capacidad para planificar el trabajo
- a) Fijarse objetivos y elaborar un plan calendario,
 - b) Evaluar su eficacia y avance en el trabajo,
 - c) Ajustar su ritmo y estrategias de trabajo.
4. Capacidad para administrar su trabajo y tiempo
- a) Establecer un horario de trabajo realista,
 - b) Administrar sus esfuerzos,
 - c) Respetar sus objetivos y planes de trabajo,
 - d) Reforzarse positiva y negativamente,
 - e) Solicitar ayuda externa autorizada en caso de necesidad.

A partir de estos factores puede analizarse un Modelo marco de actuación Tutor-Estudiente según Chaupart (Chaupart, 1998) que se basa en Principios y Actividades:

Figura 23. Actividades y principios que deben cumplirse durante las etapas de un proceso de investigación



Fuente: Elaboración propia a partir de Chaupart, Corredor y Marín (Chaupart, 1998).

Asimismo deben existir un conjunto de aspectos claves que estarán **muy claros** entre Tutor y Aspirante para garantizar un pleno entendimiento:

1. Presentación mutua,
2. Motivaciones y expectativas del aspirante,
3. Competencias específicas que el aspirante deberá tener / desarrollar y las que quiere alcanzar al terminar el programa de maestría,
4. Intercambio de ideas para la elaboración del proyecto de investigación y del plan de trabajo o calendario,
5. Acuerdo sobre el modo de trabajo / tutoría con que ambos se comprometen,
6. Acuerdo sobre la propiedad intelectual de los resultados de la investigación,
7. Otros aspectos específicos.

Las Responsabilidades mutuas del Tutor y el Estudiante serán:

Por el Tutor:

1. Establecer el acuerdo de entendimiento inicial con el aspirante,
2. Motivar y estimular al aspirante,
3. Guiar competentemente al aspirante,
4. Mostrar disposición para trabajar con el aspirante,
5. Informar oportunamente al aspirante sobre sus disponibilidades de tiempo,
6. Estimular la redacción de artículos y la presentación de ponencias,
7. Promover en el aspirante una actitud ética y de respeto de la propiedad intelectual,
8. Otras.

Por el Estudiante:

1. Mostrar autonomía, responsabilidad e iniciativa en el trabajo,
2. Dedicar el tiempo necesario al trabajo,
3. Respetar los reglamentos,
4. Respetar los plazos y fechas acordados con el tutor,

5. Ser proactivo ante el acuerdo de una relación sana y efectiva con el tutor,
6. Informar al tutor de todo factor que pueda entorpecer el trabajo,
7. Respetar las normas de presentación de los trabajos científicos,
8. Otras específicas.

Cada estudiante busca un conjunto de **Cualidades** para elegir a su Tutor:

1. Guía de manera competente,
2. Establece compromisos explícitos,
3. Manifiesta verdadero interés por el aspirante y su tema,
4. Es realista, apoya y afirma,
5. Favorece una comunicación clara,
6. Crea una relación interpersonal cómoda, segura y de distensión,
7. Posee la cualidad de escuchar,
8. Sabe preguntar, explicar y retroalimentarse,
9. Otras.

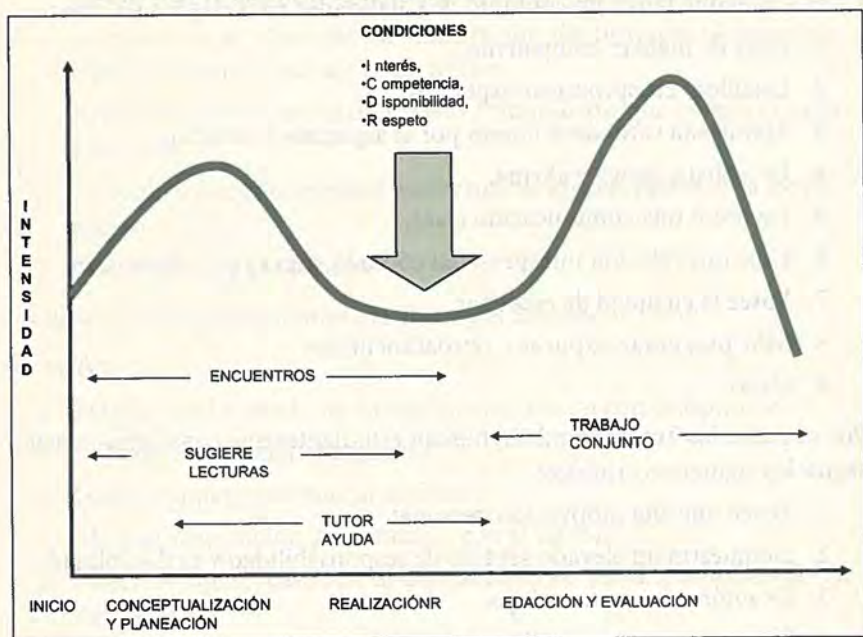
Por su parte, los Tutores también buscan estudiantes que consideran ideales según los siguientes criterios:

1. Posee una alta motivación personal,
2. Demuestra un elevado sentido de responsabilidad y es disciplinado,
3. Es autónomo en su trabajo,
4. Sabe aprender por sí mismo,
5. Sabe cómo recurrir a sus similares y obtener recursos e información,
6. Demuestra competencia profesional,
7. Respeta plazos y fechas,
8. Sabe comunicar sus necesidades,
9. Otras.

Es muy recomendable que el estudiante elija un tema definitivo de investigación desde el principio del programa –tal y como hemos explicado– y que el Tutor sea una especie de guía del curso. De la misma forma, esta definición propicia mayor fluidez en la culminación de los ejercicios evaluativos

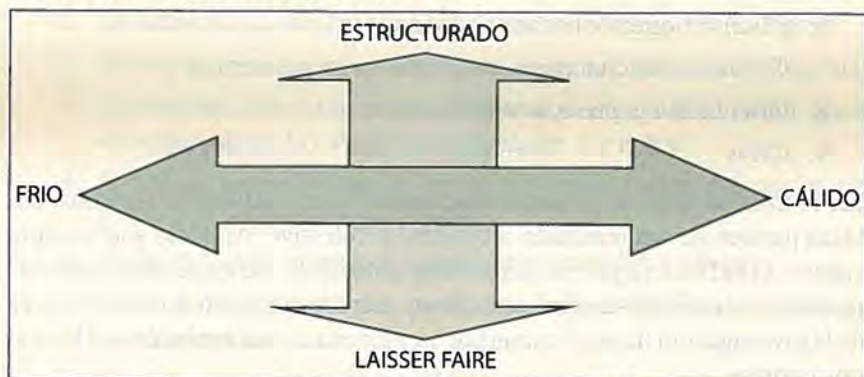
durante el ciclo lectivo. Una correcta definición del tema de investigación facilita que cada uno de los trabajos finales se haga en función de la tesis y sistematiza el aprendizaje. En este proceso hay diferencias de intensidad en las relaciones que mostramos a continuación:

Figura 24. Comportamiento de la intensidad de trabajo durante las etapas de un proceso de investigación



Fuente: Elaboración propia a partir de Chaupart, Corredor y Marín (Chaupart, 1998).

Como todo proceso donde participan personas, hay matices diferentes. Así surgen Estilos de investigación, según Brown, G "Effective teaching".

Figura 25. Estilos de investigación

Fuente: Elaboración propia a partir de Brown y Atkins. (Brown, 2002).

Es importante puntualizar que durante la ejecución de un proyecto no se trata de lograr una aplicación mecánica de un cuerpo de preceptos y reglas para realizar un conjunto de observaciones analizarlas y comprender su significado para la búsqueda de la verdad pues para ello se requiere también de CREATIVIDAD, INGENIO Y PERSPICACIA de tal manera que no resulten observaciones de una simple acumulación de datos obtenidos al azar sino un cuerpo organizado y explicable de hechos comprobables.

2. Las fases de los proyectos

Sin pretender asumir ninguna de las múltiples estructuras temporales o contextuales que muchos estudiosos formulan para definir las fases de ejecución de un proyecto, nos detendremos en algunas que creemos son las más falibles de que se cometan errores en ellas.

■ Argumentación de los proyectos

Las ideas constituyen el primer acercamiento a la realidad que habrá de investigarse. Son fuentes de ideas de investigación las siguientes:

1. Las experiencias individuales,
2. Los materiales escritos (documentos, libros, revistas, tesis, etc)
3. Teorías propias o ajenas
4. Descubrimientos resultado de investigaciones precedentes,

5. Conversaciones o intercambios profesionales,
6. Observaciones de hechos ocurridos,
7. Creencias, meditaciones, sospechas, presentimientos,
8. Orientación expresa, acuerdos, etc
9. Otras

Las fuentes originarias no están relacionadas con la calidad de las ideas. Las ideas pueden ser un resultado individual o colectivo. Al inicio son siempre vagas y SIEMPRE requieren un análisis cuidadoso para que sean transformadas en planteamientos más precisos y estructurados. Al formular la idea de la investigación hay que comenzar estructurando sus antecedentes lo cual nos permite:

1. No investigar al menos de la misma manera lo que ya ha sido estudiado a profundidad y haya sido divulgado,
2. Estructurar más formalmente la investigación,
3. Seleccionar la perspectiva principal o fundamental desde la que se abordará la investigación.

La mayoría de las investigaciones, a pesar de que se ubican en una determinada rama de la ciencia, no pueden evitar relacionarse con otras disciplinas científicas a causa del carácter cada vez más multidisciplinario o interdisciplinario de la investigación científica.

Los antecedentes pueden agruparse, según sea el tipo de la investigación, en empíricos (los que se conocen de la experiencia práctica o que nos han llegado por una vía diferente a la de la documentación de divulgación científica) y teóricos (los referidos en la divulgación científica que casi siempre son objeto de análisis crítico en los marcos teóricos).

Los antecedentes empíricos por su contenido pueden ser: científico-técnicos y socio-económicos y, por su alcance: locales y nacionales.

Ejemplificamos con una propuesta de macroproyecto comunitario para el redimensionamiento logístico de una ciudad:

Antecedentes locales del proyecto

1. La existencia de un Programa de Desarrollo Integral de la región.
2. El funcionamiento exitoso del Consejo de Administración Regional.
3. El prestigio alcanzado por la Universidad en cuestión como agente extensionista de la cultura tecnológica en el territorio.
4. El trabajo sostenido con el cuidado y conservación del medio ambiente por organizaciones locales...
5. El desarrollo de proyectos comunitarios anteriores como...
6. La existencia de múltiples resultados de investigaciones históricas y antropológicas ...
7. El desarrollo alcanzado por diferentes organizaciones que soportan la actividad (en cuestión...) de forma individual y que precisan de integrarse ...
8. La infraestructura de la ciudad (región, barrio, etc...)
9. La existencia de personal científico y empresarial capacitado y de instituciones en disposición de aunar esfuerzos para estos fines...

Antecedentes nacionales del proyecto

1. El programa, proyecto, la iniciativa...
2. La convocatoria...

Antecedentes científico-tecnológicos locales del proyecto

1. Los estudios vinculados a la actividad marítimo-portuaria, a la actividad industrial, pesquera y agropecuaria... de la zona que precisan de una gestión integrada.
2. Los resultados introducidos en la búsqueda de soluciones a los movimientos de cadenas de transportación desde y hasta la ciudad así como su movimiento interno.
3. Las soluciones aplicadas al movimiento de pasajeros en la ciudad...
4.

Antecedentes científico-tecnológicos generales del proyecto

1. Los acuerdos de las Cumbres de la Tierra que señalan al desarrollo local sostenible en armonía con el medio ambiente como vía para la supervivencia y desarrollo de la Humanidad.

2. Las experiencias alcanzadas en gestión de ciudades logísticas en diferentes entornos, tanto europeos (enfoque comunitario), orientales (enfoque contingencial) como norteamericanos (enfoque industrial) que propician que puedan ser integradas y adaptadas a nuestras condiciones.
3. Precedentes culturales propios que posibilitan extender sus logros a otros momentos de la actividad social...

Casi siempre los antecedentes científico-técnicos generales son buenos argumentos teóricos que emanan de las revisiones bibliográficas preliminares con vistas a la presentación de anteproyectos.

En la figura donde explicábamos la intensidad de relaciones de Tutor y Estudiante insistíamos en que la revisión bibliográfica era una actividad que se mantenía durante todo el proceso investigativo y comienza con la llamada Investigación previa del tema. Sin duda, en la medida en que mejor conozca el investigador el tema que pretende investigar, mayor será la facilidad con que podrá "afinar" la idea inicial. No debe olvidarse, sin embargo, que:

1. Hay temas ya investigados, estructurados y formalizados,
2. Hay temas investigados pero que su estructuración es menor y, por tanto, su formalización,
3. Hay temas poco estructurados por haber sido poco investigados,
4. Hay temas no investigados.

Quiere decir, que en la medida en que aumenta la información disponible sobre resultados de investigación en un tema, la complejidad tiende a disminuir. Es importante mencionar diversos criterios sugeridos por inventores famosos según Dankhe (1986) citado por Hernández, G. (2002) como son:

1. Las buenas ideas intrigan, alientan y motivan al investigador de manera personal,
2. No son necesariamente nuevas pero sí novedosas,
3. Pueden servir para elaborar teorías y/o solucionar problemas concretos,
4. Pueden dar origen a investigaciones en otros temas afines al inicialmente concebido.

La intensidad de trabajo que medie entre la idea y la formulación del problema está en dependencia de:

1. La familiarización del investigador con la temática,
2. La complejidad del tema a investigar,
3. La existencia de estudios o investigaciones precedentes,
4. La motivación y el empeño del investigador,
5. El talento y las habilidades personales.

Seleccionar una buena idea para investigar no conduce sola al éxito. Se requiere de una correcta formulación en términos concretos y explícitos, de manera que pueda ser investigada con métodos científicos.

1. Debe contemplar una justificación en cuanto a importancia, actualidad, pertinencia, antecedentes, factibilidad de ejecución, consecuencias o impactos, etc.
2. Debe estar expresada como una relación entre dos o más variables,
3. Debe ser formulada sin ambigüedades como respuesta a una pregunta,
4. Debe dejar clara la posibilidad de una prueba empírica.

Los objetivos de los proyectos constituyen una forma afirmativa de plantear la solución del problema a resolver, y establecen QUÉ pretende la investigación y CÓMO la investigación contribuirá a resolverlo. Los objetivos de la investigación deben ser:

1. Claros, sin ambigüedades para evitar posibles desviaciones en el curso de la investigación,
2. Posibles de alcanzarse en el tiempo y con los recursos disponibles,
3. Expresados en términos de acciones concretas,
4. Desagregados en Generales y Específicos (enfoque sistémico)
5. Especificados en los límites espaciales, contextuales y temporales del estudio,
6. Susceptibles de ser modificados, eliminados o ampliados en el curso de la investigación.

Durante la ejecución de un proyecto es muy común que se incluyan, modifiquen o sustituyan objetivos según la dirección que vayan tomando los resultados parciales.

La investigación científica tiene un carácter social por lo que siempre hay la necesidad de justificar las razones que motivan a la investigación con argumentos suficientemente fuertes para que apoyen su realización.

Preguntas claves para justificar una investigación son:

1. ¿Por qué es conveniente llevar a cabo la investigación?
2. ¿Cuáles serán los beneficios que se deriven de esta?

Algunos criterios para evaluar el valor potencial de una investigación serán:

1. Conveniencia: ¿Para qué sirve?
2. Relevancia Social: ¿Qué proyección (impacto) social aportará la investigación?
3. Implicaciones prácticas: ¿Contribuirá a resolver un problema práctico concreto o una amplia gama de estos por su valor generalizador?
4. Valor Teórico: ¿Llena vacíos en el conocimiento? ¿son generalizables sus resultados a principios de mayor alcance? ¿sus resultados pueden contribuir a enriquecer una teoría o perspectiva teórica? ¿sugiere ideas, recomendaciones o hipótesis a estudios posteriores?
5. Utilidad metodológica: ¿Tiene posibilidades de replicarse en estudios similares?

Es bueno puntualizar que no todas las investigaciones tienen que aportar a todos los aspectos anteriormente mencionados pero sí a una parte significativa de ellos.

Además de los elementos fundamentales en el planteamiento del problema de investigación es necesario considerar también la Viabilidad y Factibilidad del estudio en términos de recursos (materiales, humanos, de tiempo e información) para su ejecución así como el alcance del estudio condicionado por esa disponibilidad.

En este caso las preguntas claves a responder serán:

1. ¿Se dispone de recursos para llevar a cabo la investigación?
2. ¿Se cuenta o se pueden obtener racionalmente las informaciones necesarias para llevar a cabo la investigación?
3. ¿Cuánto tiempo se requiere para llevarla a cabo? ¿se dispone de éste?
4. En las condiciones anteriores ¿cuál será el alcance real del estudio?

Las respuestas a estas interrogantes (y muchas otras que pueden surgir) resultan particularmente importantes cuando se conoce de antemano que se dispondrá de recursos limitados para llevar a cabo la investigación.

Es importante puntualizar en la diferencia que existe entre Viabilidad y Factibilidad. Un proyecto es **Viable** cuando existen los recursos humanos, financieros, materiales y de tiempo para realizarlo independientemente de las consecuencias que traiga. Un proyecto es **Factible** cuando sus impactos o consecuencias (económicas, sociales y ambientales –según los Acuerdos de la Cumbre de Río en 1992– son adecuados al entorno en que se realiza (Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo, 1992). Lógicamente, la Factibilidad es demostrable solamente cuando la Viabilidad ha sido previamente probada.

Concentrémonos ahora en las Consecuencias o Impactos de la investigación. Aunque no sea para fines estrictamente científicos, todo investigador tiene la Obligación Moral de conocer y compartir las Consecuencias de su investigación tanto en lo Económico (tradicional análisis económico financiero) como en lo Social (político, ético, ideológico) o en lo Ambiental. Hay investigaciones cuyos impactos se manifiestan más en unas esferas que en otras o que son difícilmente medibles en algunas. Aún así, es imprescindible que el investigador sepa proyectarse en cada una de estas magnitudes de impacto y prever tanto los Positivos como los Negativos mencionando medidas para eliminar o reducir estos últimos en el caso que se decida llevar a cabo la investigación.

Adjuntamos un ejemplo de impactos esperados del macroproyecto para el desarrollo de una ciudad logística ya citado:

Beneficios de la Ciudad Logística

- La definición y control de los parámetros críticos de la ciudad vista como sistema logístico facilita y agiliza la toma de decisiones por parte del gobierno local,
- La existencia de un soporte informativo sobre la localización y disponibilidad de los recursos en la ciudad,
- Favorece la toma de decisiones con relación al medio ambiente (calidad del aire, hidrología, drenaje, escurrimiento y otras),

- Contribuye a la responsabilidad ciudadana en todas sus manifestaciones mediante el fortalecimiento de la acción educativa ambiental y otras,
- Facilita una estructura sistémica para la gestión de las vías no formales de empleo y capacitación,
- Mejora la utilización de la infraestructura rural-urbana,
- Permite la gestión de los costos del tratamiento de las aguas residuales y la eliminación o reutilización de los desechos sólidos de la ciudad,
- Contribuye – como proyecto eminentemente formativo – a fortalecer en los ciudadanos y las instituciones la visión de una ciudad turística, ecológica, informatizada, segura y culta en consonancia con el Desarrollo Cultural Integral y la estrategia de desarrollo territorial,
- Posibilita la atención personalizada a los puntos críticos de la ciudad y con ello eleva la calidad de la gestión de las diferentes instancias del gobierno local,
- Facilita el funcionamiento eficaz en la esfera de la gestión de la seguridad y salud laboral con la determinación de puntos débiles y fuertes que permiten la mejora de la calidad de vida en el ámbito laboral.

Resultados científicos esperados del proyecto

Aporte Científico-Tecnológico

El modelo de ciudad logística como tecnología apropiada para garantizar su gestión inteligente y autosostenible en una ciudad.

Aporte Económico

Una herramienta de la gestión empresarial integrada a su entorno inmediato sin afectar su integración sectorial que permita las acciones puntuales garantizando la eficacia de los servicios a un costo mínimo y en sintonía con el medio ambiente.

Aporte Social

La acción formativa del proyecto facilita a los ciudadanos e instituciones de la ciudad el conocimiento explícito para acometer efectivamente los procesos de cambio necesarios que hagan realidad la visión de una ciudad turística, ecológica, informatizada, segura y culta.

Aporte Medioambiental

La secuencia de acciones que posibilitan un incremento de la ecoeficiencia de los procesos que conforman el flujo logístico integrado de la ciudad.

Aporte Metodológico

El modelo de ciudad logística puede ser generalizado a otras ciudades del país.

■ El marco teórico de un proyecto

Hemos planteado anteriormente que el estudio bibliográfico y la revisión de información son actividades que se mantienen durante todo el proceso de la investigación. Hay un momento, sin embargo, en que el trabajo de mesa frente a libros y otras fuentes informativas, es el contenido total de la fase investigativa, pues será necesario crear un sustento teórico a la investigación que realizamos.

La función principal del marco teórico-referencial de un proyecto es sustentar teórica y pertinentemente la investigación, lo que implica exponer y analizar aquellas teorías, enfoques teóricos, resultados de investigaciones precedentes y antecedentes en general que se consideren válidos para la misma. Sus funciones específicas son:

- Ayudar a prevenir errores que se han cometido en otros estudios,
- Orientar cómo habrá de llevarse a cabo la investigación,
- Ampliar el horizonte del estudio y guía al investigador para que este se concentre en su problema, evitando desviaciones del planteamiento original,
- Crear las bases y conducir al planteamiento de la hipótesis de la investigación y otras afirmaciones o preguntas que más tarde serán sometidas a su prueba empírica en las condiciones concretas en que se realiza el estudio,
- Motivar al investigador a identificar nuevas líneas y áreas de investigación,
- Proveer un marco de referencia para el análisis e interpretación de los resultados de la investigación.

La elaboración de un marco teórico referencial tiene dos etapas:

1. Revisión de la literatura científica y otras fuentes de información,
2. Construcción del marco teórico referencial de la investigación que lleva a adoptar una teoría o desarrollar una perspectiva teórica para sustentar la investigación.

La revisión bibliográfica es un proceso que consisten en detectar, obtener, consultar, extraer y recopilar información relevante y necesaria disponible en distintos documentos y fuentes relativas al problema de investigación planteado. Este proceso consta de varias etapas:

1. Organización de la revisión bibliográfica. Definición del Hilo Conductor y del marco teórico referencial de la investigación.
2. Detección de la bibliografía y localización.
3. Inicio de la revisión de la bibliografía. Contactos iniciales con centros de investigación, personalidades, etc, en caso necesario.
4. Obtención (recuperación) de la bibliografía y otras fuentes informativas.
5. Consulta de la bibliografía científica y otros documentos informativos obtenidos sobre el tema de investigación.
6. Extracción y recopilación de la información relevante y de interés para el tema de investigación.

La organización de la revisión bibliográfica y de otras fuentes de información constituye una de las etapas más importantes de este proceso, por cuanto en esta el investigador define la estrategia que seguirá para llevar a cabo de manera efectiva esta revisión como base fundamental para la construcción del marco teórico referencial de la investigación que se propone desarrollar. Un instrumento de gran utilidad para lograr lo anterior es la definición del Hilo Conductor del marco teórico referencial.

Se conoce como Hilo Conductor a un esquema de contenidos relacionados y ordenados jerárquicamente donde el investigador plasma sintéticamente y de forma gráfica o semántica su Estrategia a seguir para la revisión bibliográfica y la construcción y posterior redacción del marco teórico referencial de su investigación.

Ejemplo Para un Problema Científico referido a la determinación de las capacidades de almacenaje de extintores de una empresa proveedora de sistemas integrales de seguridad y protección industrial, el marco teórico referencial deberá concentrarse en:¹²

1. Los métodos de determinación de capacidades de almacenes
 - a) Como estos métodos parten de la demanda, entonces los métodos de estudio de demanda,
2. Los métodos de extinción de incendios, tipos de extintores, etc
3. Las características de trabajo de las empresas de protección y seguridad:
 - a) En el mundo,
 - b) En el país,
 - c) En la región

Los diferentes estudiosos entre ellos Sampieri (Sampieri, 2010) consideran tres niveles básicos de bibliografía científica:

Fuentes Primarias o Directas: Que constituyen el objetivo principal de la revisión bibliográfica y proporcionan datos de primera mano.

Fuentes Secundarias: Que consisten en compilaciones, resúmenes, listas de referencias publicadas en un área específica del conocimiento. Es decir, que reprocessan y condensan la información de primera mano.

Fuentes Terciarias: Son documentos que compendian nombres de revistas y títulos de sus artículos (generalmente el índice) y otros tipos de publicaciones periódicas así como boletines de eventos científicos, etc. Generalmente compendian informaciones de segunda mano y son muy útiles para detectar fuentes no documentales que pueden originar información relevante para la organización.

Para iniciar la revisión bibliográfica se debe ante todo formular el hilo conductor, organizar la estrategia de búsqueda y seguir las sugerencias siguientes:

12 Con esta estrategia es posible proyectar las conclusiones a que nos llevará el marco teórico referencial: el método de determinación de capacidad de almacenaje que se utilizará será... de los tipos de extintores existentes en el mundo se utilizan... es posible realizar un estudio de capacidad de almacenaje de extintores en... porque...

Para fuentes documentales:

1. Acudir directamente a la fuente primaria cuando se conoce muy bien el área de conocimientos donde se realiza la investigación y se disponga de posibilidades y recursos para obtenerlas,
2. Acudir a expertos del área de conocimientos en cuestión para que orienten la detección de bibliografía pertinente y recomienden fuentes secundarias donde se puedan localizar otras fuentes primarias.
3. Acudir a fuentes terciarias para localizar fuentes secundarias así como a otros lugares donde se puedan obtener informaciones de este tipo que nos lleven a fuentes primarias de información.

Para fuentes no documentales:

Establecer los contactos iniciales con personas, empresas, organizaciones e instituciones que se prevean como fuentes de información potenciales.

Una vez identificadas las fuentes primarias de información, es necesario localizarlas físicamente en librerías, bibliotecas, hemerotecas, centros de investigación, instituciones especializadas, casas editoras, intranets, internet y otros lugares donde se encuentren, incluyendo la que están en poder de profesores, científicos e investigadores para poder consultarlas.

Aunque casi nunca se dispondrá para consulta de todas las fuentes primarias existentes y necesarias sobre un determinado tema de investigación, es importante que se localicen y revisen la mayoría de ellas, sobre todo las más trascendentales (clásicos) y recientes que hayan sido editadas o expuestas, según sea el caso, por los principales autores, expertos, personalidades, etc, tanto nacionales como extranjeros.

Es necesario que siempre se consulte a expertos (y que se citen posteriormente en el marco teórico referencial) por medios directos o indirectos, que se revisen los artículos y trabajos publicados en internet y se participe en listas de discusión y foros de internet.

Una vez que se han localizado físicamente las fuentes primarias de información para la investigación, se procede a su consulta. Para ello se recomienda seleccionar primero las fuentes primarias que sean de utilidad directa para construir el marco teórico referencial de la investigación. Algunas preguntas claves para esta situación serán:

- a) ¿se relaciona con el problema de la investigación?
- b) ¿resulta novedoso?
- c) ¿cómo?
- d) ¿qué aspectos trata?
- e) ¿desde qué óptica o perspectiva?
- f) ¿en qué contexto?

Hay que hacer énfasis en particular en las publicaciones periódicas, proceedings y memorias de eventos científicos, ya sean nacionales o extranjeros y revisar cuidadosamente e identificar la información necesaria y relevante que sea coherente con la estrategia trazada de construcción del marco teórico referencial de la investigación (hilo conductor).

Es recomendable elaborar un cuaderno o una base de datos de la bibliografía de la investigación organizado por orden alfabético donde se fichen ANTE TODO, en el caso de libros:

1. Nombre y apellidos de todos los autores
2. Título de la obra
3. Nombre del Capítulo que se consulta
4. Páginas totales de la obra
5. Páginas que se consultan realmente
6. Editorial, lugar de edición (país y ciudad) y año
7. Breve referencia del contenido de interés para la investigación

En el caso de artículos de publicaciones periódicas:

1. Título del artículo,
2. Autores
3. Páginas
4. Nombre de la Publicación
5. Volumen, año, número
6. Breve referencia del contenido de interés para la investigación

En el caso de otros documentos:

1. País,
2. Institución
3. Año de publicación
4. Tipo de documento (norma, regulación, ley, decreto, ...)
5. Breve reseña del contenido de interés

Esto es de gran importancia pues evita tener que buscar la fuente original de la información en etapas más avanzadas de la investigación, incluso en la presentación de resultados, respuestas a preguntas de los evaluadores, etc. Por otra parte permite ahorrar tiempo a la hora de elaborar la bibliografía del documento de informe pues ya están recopilados todos los datos de ficha.

Existen varias formas de recopilar la información extraída. No hay una mejor que otra sino más adecuada al estilo de trabajo del investigador. En realidad, la forma no es importante sino la extracción de datos en sí que aporten la información para la construcción del marco teórico referencial

Una vez extraída la información se ordena según los objetivos que se persigan en la estrategia establecida en el hilo conductor que puede ser:

1. por escuelas o enfoques teóricos,
2. por temas,
3. por países,
4. cronológicamente, etc.

Proponemos una serie de preguntas para autoevaluarse en cuanto a la revisión bibliográfica y que son:

1. ¿acudimos a bases de datos nacionales e internacionales reconocidas (web of Science, por ejemplo) para obtener información terciaria, secundaria o primaria de los últimos 5 años?
2. ¿se consultó un mínimo de revistas científicas actualizadas (menos de 5 años) sobre el tema?
3. ¿se consultaron tesis de doctorado y maestría sobre el tema?
4. ¿hay un porcentaje representativo de libros y textos clásicos sobre el tema?
5. ¿se consultaron proceedings y memorias de eventos científicos del tema?

6. ¿se consultaron científicos, expertos y personalidades públicas sobre el tema?
7. ¿pueden mencionarse las escuelas, autores, aspectos y variables más estudiadas del problema?

A estas preguntas consideramos útil agregarles las siguientes:

1. ¿coincide lo planteado internacionalmente con lo establecido en el país?
2. ¿se conocen las regulaciones nacionales, ramales y locales vigentes referidas al tema? (normas, leyes, decretos, etc)
3. ¿está en condiciones de escribir / disertar sobre el tema COHERENTEMENTE según el hilo conductor que inicialmente diseñó?

Si es así, ya hay condiciones de comenzar a construir su marco teórico referencial de la investigación.

Cuando se construye un marco teórico puede arribarse en principio a una de las siguientes conclusiones alternativas:

1. Que existe una teoría completamente desarrollada con abundante evidencia empírica y que es aplicable al problema de investigación planteado,
2. Que hay varias teorías que son aplicables al problema de investigación planteado,
3. Que hay piezas o pedazos de teorías con demostración empírica limitada que sugieren variantes importantes y que son aplicables al problema de investigación planteado,
4. Que solamente existen guías aún no estudiadas a profundidad y/o ideas vagamente relacionadas con el problema de investigación planteado.

La construcción del marco teórico referencial de una investigación deriva y se basa en los resultados (conclusiones) obtenidos de la revisión de bibliografía y la estrategia a seguir depende de lo que esta revele sobre el estado del arte y la práctica sobre el tema objeto de investigación.

Concentrémonos en cómo hacer el marco teórico referencial según la conclusión alternativa que hayamos obtenido del estudio bibliográfico.

Tabla 27. Estrategias a seguir según las conclusiones de un estudio bibliográfico

Conclusión alternativa	Estrategia Maestra	Precauciones a tener
Se constata la existencia de una teoría completamente desarrollada que es capaz de describir, explicar y predecir el fenómeno de manera lógica y consistente.	Adoptar esta teoría como estructura fundamental del marco teórico referencial de la investigación.	1. ¡Cuidado de no estudiar lo que ya está estudiado! 2. Dejar claro dónde está LO NUEVO que puede ser en el enfoque contextual o condicional a partir de la ya comprobado.
Se comprueba que hay varias teorías aplicables para la solución del problema de investigación planteado	1. Elegir una y tomarla como base para la construcción del marco teórico referencial. 2. Seleccionar, de las teorías disponibles, sólo aquellos aspectos que se relacionan directamente con el problema y ordenarlos de acuerdo a los objetivos del estudio.	1. La elección debe recaer en aquella que se evalúe más positivamente de acuerdo a los criterios antes señalados. 2. Seleccionar las proposiciones centrales (primarias y secundarias) comunes (no antagónicas ni excluyentes) que posean mayor evidencia empírica y mejor se apliquen al problema de investigación planteado. En el ordenamiento de los aspectos seleccionados de las teorías disponibles, juega un papel preponderante el hilo conductor para evitar contradicciones, sobre todo en los casos de teorías que poseen un alto grado de antagonismo o exclusión mutua.
Existencia de piezas o pedazos (generalizaciones empíricas o microteorías) de teorías con apoyo limitado o moderado que sugieran variables que pueden ser importantes y aplicables a la solución del problema dado.	Construir una perspectiva teórica a partir de los resultados y conclusiones a que han arribado los estudios precedentes según algún esquema lógico (ejemplo: cronológicamente, por proposiciones, por variables, etc) que permitan analizarlos o interrelacionarlos.	1. En el desarrollo de una perspectiva teórica el hilo conductor constituye una guía ineludible. 2. El ordenamiento de los resultados y conclusiones precedentes puede llevarse a cabo cronológicamente, por proposiciones o variables o siguiendo una guía de acuerdo con las particularidades y complejidad del problema de investigación.
Existencia de guías aún no investigadas y/o ideas vagamente relacionadas con el tema de investigación planteado	Buscar bibliografía científica y otras fuentes de información que, aunque no se refieran al tema planteado, provean una orientación dentro del mismo	1. Este caso es poco probable. Generalmente se debe a una insuficiente búsqueda bibliográfica. 2. Se exige el despliegue de un máximo de creatividad por parte del investigador y el empleo de la analogía como método.

Fuente: Elaboración propia

Se debe cuidar de que haya un orden lógico evidente siguiendo el hilo conductor (si es posible presentarlo en forma de algoritmo como una figura dentro del trabajo). Generalmente es un capítulo de la tesis, por lo tanto contendrá conclusiones que sirvan de argumento a la continuidad de la investigación.

No pueden omitirse los análisis críticos de documentos derivados de investigaciones precedentes del tema o del objeto de estudio específico aunque no estén directamente relacionados con el tema.

Debe cuidarse la concentración en el tema, no divagar en asuntos ajenos al estudio por muy interesantes que parezcan. Un buen marco teórico no es el más largo sino el que aborde con profundidad el estado del arte y la práctica en el objeto de estudio.

Debe cuidarse el balance de los contenidos. Si se abordan tres contenidos básicos, se dedicará aproximadamente la misma cantidad de páginas a cada uno.

No es una reunión o suma integrada de contenidos a estudiar, sino un análisis crítico e integral de ellos. Si se analizan tres vertientes de una teoría cualquiera, habrá varias posiciones críticas:

1. De las tres, permanezco con la primera, porque...
2. De las tres tomo el aspecto tal de la primera, el tal de la segunda y tal de la tercera, porque ...
3. No me quedo con ninguna de las tres y procedo a desarrollar la mía, porque...

Hay que cuidar mucho la redacción. Recuerde que la ciencia es una actividad social, reportamos los resultados de la investigación para que otros se sirvan de ellos en el futuro y tenemos que hacer comprensibles esos resultados a todos. Use oraciones cortas, en lenguaje directo, evite los adjetivos en exceso. No plantee que ésta u otra teoría está mal, sino que no coincidimos con ella por determinadas razones que mencionemos. Se redacta en modo indirecto, no en primera persona del plural.

Todos los documentos consultados que se mencionan en el marco teórico referencial deben ser debidamente referidos.

Ejemplo: (tomado de una tesis de maestría)

Existen actualmente muchas definiciones sobre comercio electrónico entre las que se han podido recopilar las siguientes calificadas como suficientemente abarcadoras y que expresan el contenido real de esta actividad:

Según la Asociación Española de Comercio Electrónico (AECE), "...el comercio electrónico es cualquier actividad de intercambio comercial en la que las órdenes de compra/venta y pagos se realizan a través de un medio telemático, los cuales incluyen servicios financieros y bancarios suministrados por Internet". Esta definición coincide en principio con las dadas por Benda, Benetti y Baltagi.

Dai Q. y Kauffman definen al comercio electrónico como "...la venta a distancia aprovechando...". Por su parte Arthur plantea que "... el comercio electrónico no se limita a tecnología..." Además opina que "... tendrá un crecimiento explosivo en todas las industrias ..." Figueroa define al comercio electrónico como "...toda forma de transacción comercial o intercambio de información, mediante el uso de las Nuevas Tecnologías de Comunicación entre empresas, consumidores y administración pública".

Estas definiciones quedan restringidas a una de las múltiples funciones que puede realizar el comercio electrónico, por lo que se ha considerado que el comercio electrónico es la ejecución, a través de un soporte informático, de los flujos financieros e informativos de cualquier proceso logístico que cursa paralelamente y a mayor velocidad que los tradicionales y al propio flujo material.

En este sentido hay coincidencia con los criterios que, referentes a los procesos de servicios, defiende Schroeder que plantea que "...en las industrias que producen servicios no existe un flujo físico del producto, sin embargo, existe una secuencia de operaciones que se realiza para suministrar el servicio. Esta secuencia de operaciones de servicios se considera como flujo del producto en las industrias de servicio". El comercio electrónico actúa con más celeridad en la esfera de los servicios que en las de comercialización de productos tangibles como se verá más adelante en el presente trabajo.

Fíjese que el autor va mencionando diferentes definiciones sobre un mismo objeto de estudio, dadas por diferentes autores, a partir de citas textuales, y luego da una propia. En este caso estamos ante la Conclusión Alternativa de un estudio bibliográfico No. 3: pedazos o piezas de teorías... y el autor define entonces qué será para él el objeto de estudio en esta investigación. Más adelante busca a un clásico (Schroeder) para apoyarse en el planteamiento que hace.

Mire cómo la redacción se hace impersonal:

...realizar el comercio electrónico, por lo que se ha considerado que el comercio electrónico es la ejecución...

y cómo el autor emite sus criterios propios, no solamente para definir sino para fundamentar sus coincidencias con teorías ya probadas:

En este sentido hay coincidencia con los criterios que, referentes a los procesos de servicios, defiende Schroeder (105) que plantea que "... en las industrias...

ahora el autor va a anunciar algo que él quiere demostrar en el marco teórico referencial pues es uno de sus objetivos específicos:

"...de servicio". El comercio electrónico actúa con más celeridad en la esfera de los servicios que en las de comercialización de productos tangibles, como se verá más adelante en el presente trabajo.

La manera de referir la fuente de la que se obtiene la información que se analiza varía según las normativas que regulen la presentación formal de los documentos, lo que sí es común en todos los lugares es que se muestre debidamente la fuente de la que fue obtenida la información.

Siempre es muy saludable consultar a especialistas en cuanto a la forma de presentar la bibliografía utilizada en el trabajo pues es una tarea engorrosa. Si Ud. cuida de fichar correctamente los datos de cada documento consultado no tendrá problemas para elaborar la bibliografía.

■ Presentación de los resultados del proyecto

Ya hemos dicho anteriormente que una buena parte del éxito de una investigación está en la forma y contexto en que se presente. En ello un papel determinante lo juegan los reportes tanto de proyecto (protocolo) de investigación como de investigación terminada que en muchos casos se llaman Tesis.

La primera vez que el investigador presenta resultados es cuando define y organiza la investigación y la inscribe en dependencia del tipo y objetivo que esta tenga.

Elaborar el protocolo, además de ser generalmente un requisito evaluativo de los programas, es de gran utilidad pues lleva al investigador a organizar sistémicamente su investigación y a tener claridad en los objetivos y el alcance de la investigación. Se elabora un protocolo cuando el marco teórico referencial **ya está construido** y el investigador **tiene claridad en el estado del arte y la práctica** en la temática que investiga.

No hay una “receta” para redactar la tesis que valga para todo tipo de trabajos, pero sí son útiles algunos consejos:

- Siempre hay tres partes en el desarrollo **que no tienen que coincidir necesariamente con los capítulos**:
 - o marco teórico referencial,
 - o procedimientos, materiales y métodos
 - o validación empírica y análisis de resultados
- Debe existir un balance entre las diferentes partes del cuerpo del informe,
- Las conclusiones finales son derivadas de las conclusiones parciales y las recomendaciones de estas conclusiones finales,
- Primero se redacta el desarrollo, luego las conclusiones y recomendaciones, la introducción y por último el resumen
- Cuide de revisar que la hipótesis, los objetivos, alcance del trabajo, estructura, etc coincidan con lo que realmente redactó. En la medida en que una investigación avanza ocurren variaciones de su concepción inicial y en muchas ocasiones, el reporte de resultados no coincide con lo inicialmente planteado
- La bibliografía que se liste al final del trabajo **tiene** que estar referida de alguna forma en el cuerpo del informe,
- El título definitivo y la portada es lo **último** que se elabora
- Cuide que la estructura del trabajo sea lógica, coherente, que haya una unidad temática y buena redacción,
- El estilo de redacción debe ser preciso, serio, grave, **impersonal**, ágil, sin ironías, medido, matemático, sin pasión, objetivo, entendible, medido, conciso, sin rodeos ni exceso de adjetivos,
- Hay que cuidar el uso del lenguaje propio de la especialidad

- Las citas textuales se presentan en cursiva y se coloca la bibliografía de la que se obtuvo con el número correspondiente, el resto del trabajo se presenta en letra normal. Se pueden usar notas a pie de página o al final del texto cuando sea necesario aclarar o comentar algo sobre la cita.
- Las abreviaturas se declaran como un anexo o bien la primera vez que se usen (ejemplo: ...Unión Nacional Eléctrica (en lo adelante UNE)
- Los anexos son informaciones que ilustran el contenido pero que no son determinantes para la comprensión del trabajo. Se organizan por letras (A; B;...) las figuras, tablas, etc que son necesarias para la comprensión del contenido se incluyen dentro del cuerpo del trabajo.
- No llene la tesis de cuadros de textos coloreados, figurines, marcas de agua y otros comandos que recarguen el texto innecesariamente.

La forma de presentación de una tesis se evalúa en función de los siguientes aspectos:

- Cumplimiento general del formato establecido y calidad formal del documento presentado,
- Estructura general de la tesis,
- Redacción y ortografía,
- Calidad de las ilustraciones, tablas, etc en el texto y los anexos
- Cumplimiento de las normas de referencia y presentación de la bibliografía y otras fuentes de información.

El contenido de la tesis se evalúa por:

1. Dominio del tema (asimilación de los conocimientos científicos de la ciencia específica, dominio de la problemática, conocimiento del objeto de estudio, etc)
2. Bases teóricas y fundamentación científica de las soluciones aportadas (amplitud, profundidad, actualidad, solidez, ética, pertinencia, etc)
3. Capacidad de análisis y creatividad (profundidad del análisis, sistematicidad y/o metódica de ejecución, concreción, objetividad, integración, correspondencia y novedad de los resultados y las soluciones, etc)

4. Calidad de las conclusiones y recomendaciones (objetividad, coherencia, integración, claridad, fructificación, etc)
5. Otras.

A veces nos preguntamos por qué se obtienen calificaciones inesperadas con argumento de calidad del trabajo o de la defensa, por eso consideramos útil enumerar algunos de los errores más comunes en unos y otros.

En la presentación del documento:

- Falta de originalidad,
- Subjetividad,
- Vaguedad, poca especificidad, documento muy amplio y poco profundo o que no concreta,
- Imprecisión, poca cuantificación o datos no analizados totalmente, objetivos vagos, planteamientos ambiguos o equivocados,
- Planteamientos contradictorios, errores de citas, ilustraciones mal manejadas,
- Oraciones y párrafos fuera de lugar o contexto,
- Errores de ortografía, puntuación, sintaxis, etc.,
- Desbalance entre partes del trabajo (capítulos muy cortos y otros muy largos),
- Incoherencia entre conclusiones parciales y finales,
- Incoherencia entre conclusiones finales y recomendaciones,
- Bibliografía referida y no analizada.

En la presentación de los resultados:

- Falta de orden,
- Incoherencia,
- Estilo lectivo o promocional, showman, etc, no correspondiente a la presentación de los resultados de una investigación,
- Uso de las diapositivas como texto y no como ilustración de lo que se expone,
- Exceso de duración,
- No correspondencia entre la forma y contenido del trabajo y la exposición,

- Exceso de agresividad, reactividad ante la crítica o exceso de pasividad,
- No correspondencia entre la calidad de la tesis y la defensa.

Algunos consejos para la presentación de los resultados:

- Presencia personal acorde con la importancia y características del acto,
- Presentación de acuerdo al tiempo (generalmente de 15 a 20 min para la presentación de los resultados)
- Partes de la presentación:
 - o título
 - o breve resumen de la situación problemática
 - antecedentes
 - hipótesis
 - objetivos
 - o resultados del estudio bibliográfico
 - o procedimiento aplicado
 - o resultados de la validación del procedimiento
 - o impactos
 - o conclusiones resumidas
 - o argumentación de las recomendaciones
- Recuerde que el tribunal que lo evalúa conoce el tema que Ud trata y la metodología de la investigación, pero no el trabajo específico que Ud ha realizado, sino solamente el texto que Ud redactó.
- No tema al tribunal, pero defienda sus resultados argumentando debidamente las preguntas tantas veces como se las hagan.
- Elabore diapositivas con pocas palabras. Prefiera esquemas, diagramas, etc.
- No recargue las diapositivas de adornos, efectos de sonido u otros comandos que hagan más lenta la presentación o la compliquen,
- Use fondos claros y letras grandes con muchos contrastes,
- Piense las preguntas antes de responderlas y deje hablar a quien le pregunte,

- Cuide la forma en que recibe y responde a las preguntas.
- Cuide de responder estas preguntas cuidadosamente, ellas son parte importante de su defensa y posterior evaluación. Use diapositivas u otro material de apoyo si lo cree necesario.
- Por último, y no menos importante, la calificación **Excelente** es la máxima pero **no la única**. Acepte la calificación que le concede el tribunal que está compuesto por personas seleccionadas por sus conocimientos, experiencia investigativa y prestigio. Si no está de acuerdo con la calificación, use los canales establecidos para apelarla.

Bibliografía

- ¿Que es el efecto de halo? (30 de 01 de 2015). Recuperado el 30 de 01 de 2015, de La mente es maravillosa: <<http://lamenteesmaravillosa.com/que-es-el-efecto-halo/>>
- ADR. (02 de 02 de 2015). Curso de Calidad ISO 9001. Recuperado el 02 de 02 de 2015, de adr iNFORMACIÓN: <<http://www.adrformacion.com/cursos/calidad08/leccion3/tutorial2.html>>
- ASIT, A Revolutionary Creative-Thinking Method, Will Lead You Step-by-Step from Deadlocks to Breakthroughs. (s.f.). Recuperado el 12 de 02 de 2015, de <Start2Think: <http://www.start2think.com/>>
- Asociación Española para la Calidad. (02 de 02 de 2015). Diagrama SIPOC. Recuperado el 02 de 02 de 2015, de QAEC- Asociación Española para la Calidad: <<http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>>
- British standard 3138. (1959). *Glossary of terms in work study* (British standard 3138). Washington: Amazon Books Editors.
- Brown, G. y. (2002). *Effective teaching in higher education*. Routledge.
- Castillo Coto, A. L. (1999). *Enfoque prospectivo para el diseño de estrategias logísticas de aprovisionamiento de biomasa residual azucarera para la cogeneración*. Universidad Central de Las Villas, Cuba: Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Chaupt, J. C. (1998). UNAM. Recuperado el 12 de 02 de 2015, de El tutor, el estudiante y su nuevo rol: <http://fcaenlinea1.unam.mx/docs/doc_academicos/el_tutor_el_estudiante_y_su_nuevo_rol.pdf>
- de la Mora, J. P. (17 de 07 de 2009). 5 pasos para la solución de problemas. Recuperado el 30 de 01 de 2015, de mailxmail: <<http://www.mailxmail.com>>
- Declaración de Río sobre medio ambiente y desarrollo. (14 de 06 de 1992). Recuperado el 02 de 02 de 2015, de Organización de Naciones Unidas: <<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>>
- Di Domenico, A. (2005). The golden ratio—the right triangle—and the arithmetic, geometric, and harmonic means. Recuperado el 12 de 02 de 2015, de The Mathematical Gazette 89: <http://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_Association>

- Esopo. (s.f.). El granjero, su hijo y el asno. Recuperado el 30 de 01 de 2015, de La casa de la abuela Silvia: <<http://www.casadelabuelasilvia.com.ar/>>
- EUMED. (s.f.). Grandes economistas. Vilfredo Pareto. Recuperado el 30 de 01 de 2015, de EUMED. enciclopedia virtual: <<http://www.eumed.net/curso-con/economistas/Pareto.htm>>
- Fernández, F. (1996). *Gestión Tecnológica y competitividad. Estrategia y filosofía para alcanzar la calidad total y el éxito en la gestión de empresas*. La Habana: Academia.
- Fundamentos de programación. Algoritmos y programas. (02 de 02 de 2015). Recuperado el 02 de 02 de 2015, de WikiLibros: <http://es.wikibooks.org/wiki/Fundamentos_de_programaci%C3%B3n/Algoritmos_y_programas>
- Gambino Nodarse, D. (04 de 04 de 2008). Lista de chequeo de bioseguridad para una institución hospitalaria. Recuperado el 02 de 02 de 2015, de Revista Ciencias: <<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EkpZAVpVEknNRNbLne.php>>
- Godet, M y J. Medina. (1995). Prospectiva Por qué? Cómo? 7 ideas claves. Recuperado el 06 de 02 de 2015, de Cuadernos de administración de la Universidad del Valle: <<http://sy.e.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/cuadernosadmin/article/view/1093>>
- Godet, M y J. Medina. (s.f.). Prospectiva y estrategia. Enfoques integrados. Recuperado el 06 de 02 de 2015, de Cuadernos de Administración de la Universidad del Valle: <http://www.worldcat.org/title/estrategia-orientacion-al-mercado-y-desempeno-organizacional/oclc/867036209&referer=brief_results>
- Godet, m. y. (2007). La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Problemas y métodos. Recuperado el 06 de 02 de 2015, de Prospektiker: <<http://www.prospektiker.es/prospectiva/caja-herramientas-2007.pdf>>
- Godet, M. y. (2011). La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios. Recuperado el 06 de 02 de 2015, de Laprospective: <<http://es.laprospective.fr/dyn/traductions/contents/1dunod-unesco-vspan-ext-15-06-2011.pdf>>
- Huerta, J. M. (2005). GRUPO NOMINAL. Recuperado el 30 de 01 de 2015, de GRUPO NOMINAL: <http://academic.uprm.edu/jhuerta/HTMLobj-95/Grupo_Nominal.pdf>
- International Organization for Standardization. (02 de 02 de 2015). ISO 9000. Recuperado el 02 de 02 de 2015, de ISO: <<http://www.iso.org/iso/home.html>>
- Ishikawa, K. (1986). *¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa*. Bogotá: Norma.
- Jakeway, L. (1991). *Alternativas de biomasa combustible para no-zafrá en ingenios azucareros*. Revista seriada de la estación experimental de la Asociación de cultivadores de caña de Hawai, 780.

- Juran, J. (2001). *Manual de Calidad*. Madrid: Interamericana Mc Graw Hill.
- Kaoru Ishikawa. (2009). Recuperado el 30 de 01 de 2015, de Biografías y Vidas. la enciclopedia biográfica en línea: <<http://www.biografiasyvidas.com/biografia/i/ishikawa.htm>>
- Kaplan, R. y. (2009). *El Cuadro de Mando Integral*. Gestión 2000.
- La Técnica de los 5 Por Qués. (06 de 06 de 2014). Recuperado el 02 de 02 de 2015, de Dos Ideas. Personas y Softwares: <<http://www.dosideas.com/metodologias/366-la-tecnica-de-los-5-porque.html>>
- LIPSOR. (2015). MICMAC- LIPSOR Laboratory for Investigation in Prospective Strategy and Organization. Recuperado el 12 de 02 de 2015, de GNOSS: <<http://red.gnoss.com/comunidad/prospectivatecnologica/recurso/lip-sor-laboratory-for-investigation-in-prospective/5f66995f-af8f-43d0-bfc1-bf15695c5215?inicio=1>>
- Mann, R. (1971). *The college classroom: conflict, change and learning*. John Wiley & Sons.
- Medina Vázquez, J. y. (2006). Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe. Recuperado el 12 de 02 de 2015, de CEPAL: <<http://www.cepal.org/ilpes/publicaciones/xml/3/27693/manual51.pdf>>
- Nakagawa, T. (11 de 09 de 2014). General Methodology of Creative Problem Solving Reorganizing Various Application Cases and Their Methods in the 'Six-Box Scheme. Recuperado el 12 de 02 de 2015, de TRIZ/USIT/CrePS Paper: <<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/epapers/e2014Papers/eNaka-CrePS-JTS-JCS-ETRIA-2014/eNaka-CrePS-JTS-JCS-ETRIA-141106.html>>
- NTE INEN ISO 5807 Procesamiento de la información. Símbolos de documentación y convenciones aplicables a los diagramas de flujos de datos, de programación y de sistemas y a los gráficos de redes de programas y recursos del sistema. (1985). Recuperado el 09 de 02 de 2015, de Instituto Ecuatoriano de Normalización- (ISO 5807:1985, IDT): <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/KCA/nte_inen_iso_5807extracto.pdf>
- Núñez Carballosa, A. (2014). Dirección de Operaciones. Barcelona: UOC.
- Núñez Carballosa, A. (07 de 2014). Dirección de operaciones. Decisiones tácticas y estratégicas. Recuperado el 02 de 02 de 2015, de ProQuest Ebrary: <<http://site.ebrary.com/lib/biblioumetasp/detail.action?docID=10903102>>
- Palacio, A. (2013). Total Productive Maintenance. TPM. Autores.
- Pérez, J.S.; Juárez, J.L.; Pérez, J.L. (s.f.). SOMI. Recuperado el 30 de 01 de 2015, de Ingeniería del valor: <<http://proton.ucting.udg.mx/somi/memorias/me-canica/Mec-8.pdf>>

- Poka-Yoke. (02 de 02 de 2015). Recuperado el 02 de 02 de 2015, de iSixSigma: <<http://www.isixsigma.com/dictionary/poka-yoke/>>
- Real Academia Española. (2012). Heurística. Recuperado el 12 de 02 de 2015, de Real Academia Española: <<http://lema.rae.es/drae/?val=heuristica>>
- Rojas, T., Pérez, M., & Grimán, A. y. (2015). Mejora de la calidad de un proceso a través de INFOCAS: Un estudio de casos. Recuperado el 02 de 02 de 2015, de Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652007000200005&script=sci_arttext>
- Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw Hill.
- State of Hawaii renewable energy savings. (2014). Recuperado el 12 de 02 de 2015, de Hawaii State Energy Office: <<http://energy.hawaii.gov/2014-energy-resources-coordinators-annual-report>>
- Walston, J. (1992). *Otras vías, otros medios*. CERES. 24 (1):22:1 992. CERES, 22-29.



Carlos Xavier Espinoza Cordero

Ecuador (1969). Doctor en Ciencias Pedagógicas en la Universidad Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba y Rector de la Universidad Metropolitana del Ecuador. Docente e investigador. Egresado de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte y Abogado de los Tribunales de la República de la Universidad Metropolitana. Magister en Administración de Negocios de la universidad canadiense de Quebec. Magister en Logística y Comercio Internacional de la Universidad Fundación Empresa de Mursia ENAE, España. Magister en Gerencia Educativa de la Universidad Metropolitana. Con certificado de estudio post-doctoral de la Universidad de Cienfuegos, Cuba. Presidente del Directorio del Instituto Ecuatoriano de Créditos y Becas. Presidente de la Fundación Metropolitana. Actualmente rector de la Universidad Metropolitana.

Ana Lilia Castillo C. • Carlos Xavier Espinoza C.
MANUAL PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS
EN LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

Esta obra posee gran valor por cuanto permite sistematizar un grupo de herramientas y métodos para la solución de problemas en el área de ingeniería, con un campo de aplicación más amplio que el considerado por la autora. Su contenido sistematizado ayuda al estudio de los temas tratados en cursos universitarios, y sirve de apoyo a los profesionales que deben afrontar la solución de problemas en su trabajo.

los autores presentan diferentes resultados y experiencias propios de su actividad profesional e investigativa, lo que testimonia el valor de esta obra como un instrumento actual, novedoso y útil para la formación de profesionales y la actividad de los ingenieros en su trabajo cotidiano.

Jorge Simón Pérez de Corcho Fuentes



- 1 *Adriano Brivio*
Asociatividad con iniciativa ecológica
- 2 *Luis Angulo Sánchez*
Competencias para desarrollar un plan de negocios
- 3 *Ana Lilia Castillo y Carlos X. Espinoza*
Manual para la solución de problemas en la práctica empresarial

ISBN: 978-9942-963-19-2



9 789942 963192