TOMA DE DECISIONES EMPRESARIALES CON EL APOYO DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. CASO: EMPRESA MOLINERA DE CÁRDENAS.

Lic. Adriana Delgado Landa[1], Dr.C. Ernesto Negrín Sosa[2].

1. *Departamento de Matemática. Facultad de Informática. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Carretera Varadero Km. 3 1/2, Matanzas, Cuba.*

2. *Departamento de Técnicas de Dirección. Facultad de Industrial – Economía. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Carretera Varadero Km. 3 1/2, Matanzas, Cuba.*

CD de Monografías 2008
(c) 2008, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"

Resumen.

Las empresas se preocupan constantemente por tomar decisiones que les permita optimizar sus resultados de manera que se obtenga el mayor beneficio. Es por esto que la Investigación de Operaciones constituye una importante herramienta para la gerencia a la hora de tomar cualquier decisión. Resulta necesario entonces la aplicación de herramientas que sustenten la toma de decisiones, con el fin de eliminar el fuerte grado de empirismo que presentan los directivos cubanos cuando toman decisiones. El presente artículo tiene como objetivo aplicar el Método de los pesos promedios ponderados para dar respuesta a una problemática existente en la Empresa Molinera de Cárdenas lo que facilita y mejora la toma de decisiones. Con la aplicación de esta herramienta multiatributo se decide una propuesta de solución a una insuficiencia detectada.

Palabras claves: toma de decisiones; investigación de operaciones; criterios.

Introducción.

En el ambiente socioeconómico actual altamente competitivo y complejo, los métodos tradicionales de toma de decisiones se han vuelto relativamente inoperantes ya que los responsables de dirigir las actividades de las empresas e instituciones se enfrentan a situaciones complicadas y dinámicas, que requieren de soluciones creativas y prácticas apoyadas en una base cuantitativa sólida.

Las empresas se preocupan constantemente por tomar decisiones que les permita optimizar sus resultados de manera que se obtenga el mayor beneficio. La palpable dificultad de tomar estas decisiones ha hecho que el hombre se dirija a la búsqueda de una herramienta o método que le permita tomar las mejores decisiones de acuerdo a los recursos disponibles y a los objetivos que persigue

Las herramientas para las decisiones empresariales tales como los modelos matemáticos han sido aplicadas a una amplia gama de situaciones en la toma de decisiones dentro de diversas áreas de la gerencia. En la actualidad se ha incrementado el uso de modelos matemáticos para interpretar y predecir las dinámicas y controles en la toma de decisiones gerenciales. Dichas aplicaciones incluyen decisiones multicriterios, pronósticos de ventas, predicciones del impacto, efecto de campañas publicitarias, estrategias para proteger desabastecimiento de inventarios, para determinar estrategias óptimas de inversión de portafolios, etc.

Los objetivos de toda empresa debe ser siempre alcanzar el liderato en su rama, controlando la eficiencia y efectividad de todas sus componentes por medio de métodos que permitan encontrar las relaciones óptimas que mejor operen el sistema, dado un objetivo específico.

Ante el vertiginoso avance que se ha dado en casi todas las ciencias en las últimas décadas, ya no es factible querer saber un poco de todo, sino más bien especializarse en alguna rama de la ciencia. Los problemas que se presentan en las organizaciones no fácilmente se pueden resolver por un sólo especialista. Por el contrario son problemas multidisciplinarios, cuyo análisis y solución requieren de la participación de varios especialistas. Estos grupos interdisciplinarios necesariamente requieren de un lenguaje común para poder entenderse y comunicarse, donde la Investigación de Operaciones viene a ser ese puente de comunicación.

El enfoque de la Investigación de Operaciones es el mismo del método científico. En particular, el proceso comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema y sigue con la construcción de un modelo científico (por lo general matemático) que intenta abstraer la esencia del problema real. En este punto se propone la hipótesis de que el modelo es una representación lo suficientemente precisa de las características esenciales de la situación como para que las conclusiones (soluciones) obtenidas sean válidas también para el problema real. Esta hipótesis se verifica y modifica mediante las pruebas adecuadas.

Entonces, en cierto modo, la Investigación de Operaciones incluye la investigación científica creativa de las propiedades fundamentales de las operaciones. Sin embargo, existe más que esto. En particular, la Investigación de Operaciones se ocupa también de la administración práctica de la organización. Así, para tener éxito, deberá también proporcionar conclusiones positivas y claras que pueda usar el tomador de decisiones cuando las necesite.

Las organizaciones cubanas, en particular, debido a la urgente revitalización económica a la que está obligado el país, encaran nuevas metas: resistir, sobrevivir y ser competitivo en el nuevo entorno. Para ello, deben elevar sus niveles de productividad, eficiencia y rentabilidad por lo que sus miembros se cuestionan si sus empresas están preparadas para afrontar estas metas en las nuevas condiciones, reflexión que los conduce al análisis y revisión de las mismas. De ahí la importancia de aplicar métodos matemáticos que permita tomar decisiones en cualquier área de la empresa.

La empresa Molinera de Cárdenas no es la excepción pues presenta un elevado grado de empirismo en la toma de decisiones por parte de sus directivos y trabajadores lo que provoca insuficiencias en el desempeño de las funciones empresariales, por lo que se consideró oportuno aplicar un modelo de la Investigación de Operaciones que facilite y mejore la toma de decisiones en la organización objeto de estudio.

Referencias teóricas-conceptuales.

Entre los aspectos teóricos considerados como relevantes para el presente trabajo, se destacan el análisis de la investigación de operaciones, los modelos y herramientas para su aplicación, además de las decisiones empresariales en especial las de criterios múltiples. Estos temas serán abordados a continuación.

Investigación de Operaciones.

Son múltiples las definiciones ofrecidas acerca de la Investigación de Operaciones, las siguientes referidas en Delgado Landa (2008), son una base útil para una comprensión inicial de la naturaleza de la IO[1].

Mores-Kimball (1943): Método científico por el cual la administración ejecutiva dispone de una base cuantitativa para las decisiones de operaciones bajo su control.

Ackoff-Sasieni (1968): La aplicación del método científico por parte de equipos interdisciplinarios a problemas que implican el control de sistemas organizados (hombre y máquina) para brindar las soluciones que mejor cumplan el propósito de la organización en su totalidad.

Wagner (1969): Abordaje científico para la solución de problemas en la administración ejecutiva).

Hiller-Lieberman (1974): Toma de decisiones óptimas, y su modelización, en sistemas deterministas y probabilísticos que tienen su origen en la vida real. Estas aplicaciones en el gobierno, los negocios, la ingeniería, la economía y las ciencias naturales y sociales se caracterizan principalmente por la necesidad de distribuir recursos limitados. En estas situaciones, el análisis científico, como por ejemplo el brindado por la IO, puede proporcionar información importante.

Gross (1979). Rama de la matemática aplicada al proceso de toma de decisiones.

Hillier, Lieberman, Shamblin, Stevens, Taha, Tierauf, Grosse, Sasieni, por mencionar algunos de los grandes especialistas en investigación de operaciones (IO), dan una serie de definiciones que bien podría resumirse como:

Es un enfoque científico de la toma de decisión. Se puede decir que la IO utiliza un enfoque planeado (método científico) y un grupo interdisciplinario para representar, mediante modelos simbólicos, las relaciones funcionales que se dan en la realidad, lo cual suministra una base cuantitativa para la toma de decisiones. Aplica herramientas que buscan obtener el óptimo resultado del uso de los recursos escasos.

Generalizando la Investigación de Operaciones, es la aplicación del método científico por un grupo multidisciplinario de personas a un problema, principalmente relacionado con la distribución eficaz de recursos limitados (dinero, materia prima, mano de obra, energía), que se apoya en el enfoque de sistemas (este enfoque, es aquel en el que un grupo de personas con distintas áreas de conocimiento, discuten sobre la manera de resolver un problema en grupo). Puede considerarse tanto un arte como una ciencia. Como arte refleja los conceptos eficiente y limitado de un modelo matemático definido para una

[1] Investigación de operaciones

situación dada. Como ciencia comprende la deducción de métodos de cálculo para resolver los modelos.

Presenta **características** que denotan acciones que puede llevar a cabo esta ciencia, pueden resumirse en:

- La Investigación de Operaciones usa el método científico para investigar el problema en cuestión. En particular, el proceso comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema incluyendo la recolección de datos pertinentes.

- La Investigación de Operaciones adopta un punto de vista organizacional. De esta manera intenta resolver los conflictos de interés entre los componentes de la organización de forma que el resultado sea el mejor para la organización completa.

- La Investigación de Operaciones intenta encontrar una mejor solución (llamada solución óptima), para el problema bajo consideración. En lugar de contentarse con mejorar el estado de las cosas, la meta es identificar el mejor curso de acción posible.

- En la Investigación de Operaciones es necesario emplear el enfoque de equipo. Este equipo debe incluir personal con antecedentes firmes en matemáticas, estadísticas y teoría de probabilidades, economía, administración de empresas ciencias de la computación, ingeniería, etc. El equipo también necesita tener la experiencia y las habilidades para permitir la consideración adecuada de todas las ramificaciones del problema.

- La Investigación de Operaciones ha desarrollado una serie de técnicas y modelos muy útiles a la Ingeniería de sistemas. Entre ellos: la programación lineal, teoría de colas, programación entera, programación dinámica.

- La Investigación de Operaciones tiende a representar el problema cuantitativamente para poder analizarlo y evaluar un criterio común.

Principales herramientas de la Investigación de Operaciones.

Cuando se habla de herramientas en IO, se refiere a los diferentes modelos teóricos (como por ejemplo, modelos de transporte y teoría de colas), y a otras disciplinas (como matemática, administración, economía, etcétera), que se utilizan como instrumentos de trabajo habitual para el profesional de la Investigación de Operaciones. Debe quedar claro, sin embargo, que cada día se agregan más tipos de modelos y otras disciplinas.

A continuación en el **Cuadro 1** se presenta una lista, no exhaustiva, de diferentes tipos de modelos que se podrían considerar como herramientas de la Investigación de Operaciones.

Cuadro 1. Principales herramientas de la investigación de operaciones. **Fuente: Delgado Landa (2008).** .

Principales herramientas de la Investigación de Operaciones
1. Modelos de programación lineal.
2. Modelos multicriterios: multiobjetivo y multiatributo
3. Redes y programación lineal para transporte.
4. Modelos de toma de decisión en condiciones de incertidumbre.
5. Modelos Bayesianos.
6. Líneas de espera (Teoría de colas).
7. Modelos de optimización con redes para la planeación, ejecución y control de proyectos.
8. Cadenas de Markov para el reemplazo de activos fijos.
9. Modelos de inventarios determinísticos.
10. Modelos de inventarios probabilísticos.
11. Modelos de programación dinámica y teoría de juegos.
12. Modelos de simulación para la obtención de información experta.
13. Modelos heurísticos de autoaprendizaje y autocorrección.

De la misma manera la Investigación de Operaciones es considerada, ella misma como una herramienta al servicio de otras disciplinas. Es bien conocido que la Administración de Negocios se ha estado beneficiando grandemente de la Investigación de Operaciones ahora que se ha iniciado toda una revolución con el uso de Planificación Estratégica, Reingeniería y los programas de Calidad Total, por mencionar algunos.

Teniendo en cuenta que los **modelos** son herramientas dentro de la IO se hace necesario comprender que: un modelo de decisión debe considerarse como un vehículo para resumir un problema de decisión de forma tal que haga posible la identificación y evaluación sistemática de todas las alternativas de decisión del problema. Después se llega a una decisión seleccionando la alternativa que se juzgue sea la mejor entre todas las opciones disponibles.

Una solución a un modelo, no obstante, de ser exacta, no será útil a menos que el modelo mismo ofrezca una representación adecuada de la situación de decisión verdadera.

El modelo de decisión debe contener tres elementos:

- Alternativas de decisión, de las cuales se hace una selección.
- Restricciones, para excluir alternativas infactibles.
- Criterios para evaluar y clasificar alternativas factibles.

Toma de decisiones empresariales

La toma de decisiones es el proceso mediante el cual se realiza una elección entre las alternativas o formas para resolver diferentes situaciones de la vida, estas se pueden presentar en diferentes contextos: a nivel laboral, familiar, sentimental, es decir, en todo momento se toman decisiones, la diferencia entre cada una de estas es el proceso o la forma en la cual se llega a ellas. Consiste, básicamente, en elegir una alternativa entre las disponibles, a los efectos de resolver un problema actual o potencial, (aún cuando no se evidencie un conflicto latente).

La toma de decisiones se considera además como el acto creador de la elección, a partir de un conjunto de decisiones posibles, en el cual los factores cuantitativos se combinan con las capacidades heurísticas de los hombres que toman las decisiones[2].

Para tomar una decisión no importa su naturaleza es necesario conocer, comprender, analizar un problema, para así poder darle solución; en algunos casos por ser tan simples y cotidianos, este proceso se realiza de forma implícita y se soluciona muy rápidamente, pero existen otros casos en los cuales las consecuencias de una mala o buena elección puede tener repercusiones en la vida y si es en un contexto laboral en el éxito o fracaso de la empresa, para los cuales es necesario realizar un proceso más estructurado que puede dar más seguridad e información para resolver el problema.

[2] Lerner, V. S, Trujaiev, R. I (1974): Modelos dinámicos de los procesos de toma de decisiones. Kishiniev.

Es importante la toma de decisiones porque mediante el empleo de un buen juicio indica que un problema o situación es valorado y considerado profundamente para elegir el mejor camino a seguir según las diferentes alternativas y operaciones.

En la toma de decisiones, considerar un problema y llegar a una conclusión válida, significa que se han examinado todas las alternativas y que la elección ha sido correcta.

Toma de decisiones con criterios múltiples

En la actualidad existen numerosos instrumentos matemáticos adecuados para servir de ayuda a la toma de decisiones con criterios múltiples.

En la toma de decisiones con criterios múltiples el término **atributo** hace referencia a las características que describen cada una de las alternativas disponibles en una situación de decisión; Este concepto se refiere a valores relacionados con una realidad objetiva.

Por su parte los **criterios** constituyen atributos, objetivo o metas que se consideran relevantes para un cierto problema decisional. Desde un punto de vista general, Zeleny (1982) define los criterios como medidas, reglas y estándares que guían la decisión. Por consiguiente la teoría de la decisión multicriterio constituye un marco general o paradigma decisional en el que subyacen diferentes atributos, objetivos o metas.

Diversos autores se han ocupado de describir, de modo generalizado, un proceso de decisión con criterios múltiples, destacando las distintas partes y fases del mismo. Entre dichos autores se mencionan a Zeleny (1982), Chankong y Haimes (1983) y Goicochea, Hansen y Duckstein (1982), los cuales han constituido fuente de referencia obligada en la elaboración del algoritmo de los pasos del proceso de decisión con criterios múltiples.

Los métodos multicriterio discreto se identifican con problemas donde el número de alternativas a considerar por parte del centro decisor es finito y normalmente no muy elevado. El interés práctico de los problemas multicriterio discreto (multiatributo) resulta evidente. En efecto, existen multitud de contextos decisionales en los que un número reducido de alternativas o elecciones posibles deben evaluarse basándose en varios atributos o criterios.

Uno de los enfoques más competitivos de investigación y análisis para la toma de las decisiones es la Investigación de Operaciones; Puesto que esta es una herramienta importante para la administración de la producción y las operaciones.

Es importante a la hora de tomar decisiones realizar un conjunto de acciones que permitan decidir aceptadamente entre las alternativas posibles. En primer lugar se debe **determinar la necesidad de una decisión** que es generada por un problema o disparidad entre cierto estado deseado y la condición real del momento. Luego se necesita **identificar los criterios de decisión y asignar peso a estos criterios** para priorizar primero los de mayor importancia en la decisión. Más tarde se procede a **desarrollar**

todas las alternativas o posibles soluciones al problema y si bien no resulta posible en la mayoría de los casos conocer todos los caminos que se pueden tomar para solucionar el problema, mientras más alternativas se tengan va a ser mucho más probable encontrar una que resulte satisfactoria. **Evaluar cada una de las alternativas,** sería la otra acción en este proceso o sea hacer un estudio detallado de cada una de las posibles soluciones de forma individual con respecto a los criterios de decisión. Existen herramientas, en particular para la Administración de Empresas para evaluar diferentes alternativas, que recoge la Investigación de Operaciones. Finalmente se procede a **seleccionar la mejor alternativa (toma de decisiones):** Una vez seleccionada la mejor alternativa se llega al final del proceso de la toma de decisiones. A partir de esto se hace necesario **implementar la decisión** para poder evaluar si la decisión fue o no acertada y **evaluar los resultados**.

Propuesta para sustentar la toma de decisiones con criterios múltiples.

Uno de los modelos de la IO son las técnicas multicriterios en las cuales se encuentran los modelos multiatributo, **(Figura 1).**

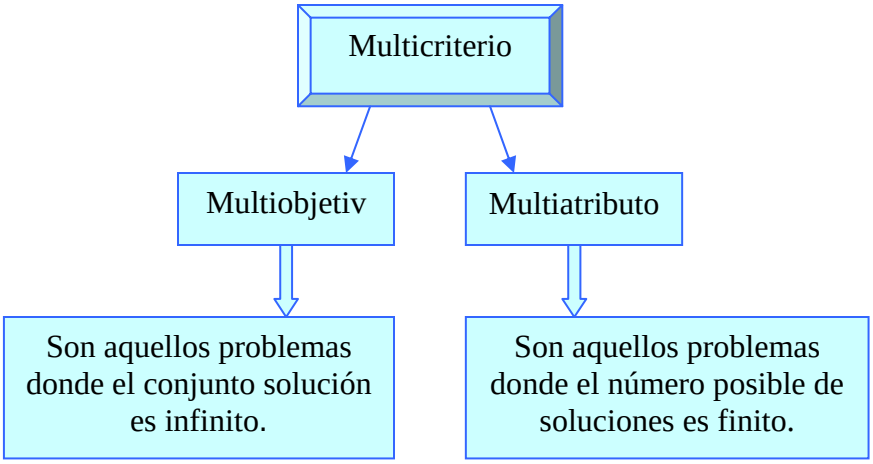


Figura 1 Clasificación de los problemas multicriterios. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

Para el desarrollo de esta investigación resulta de interés solamente las técnicas multiatributos, dentro de las cuales se presenta el **método de los pesos promedios ponderados (Cuadro 2)**.

Donde:

A= diferentes alternativas.

C= criterios de decisión.

$\mathbf{r_{ij}}$= valor de la Alternativa **j** en función del Criterio **i**

$\mathbf{W_i}$= peso del Criterio **i**

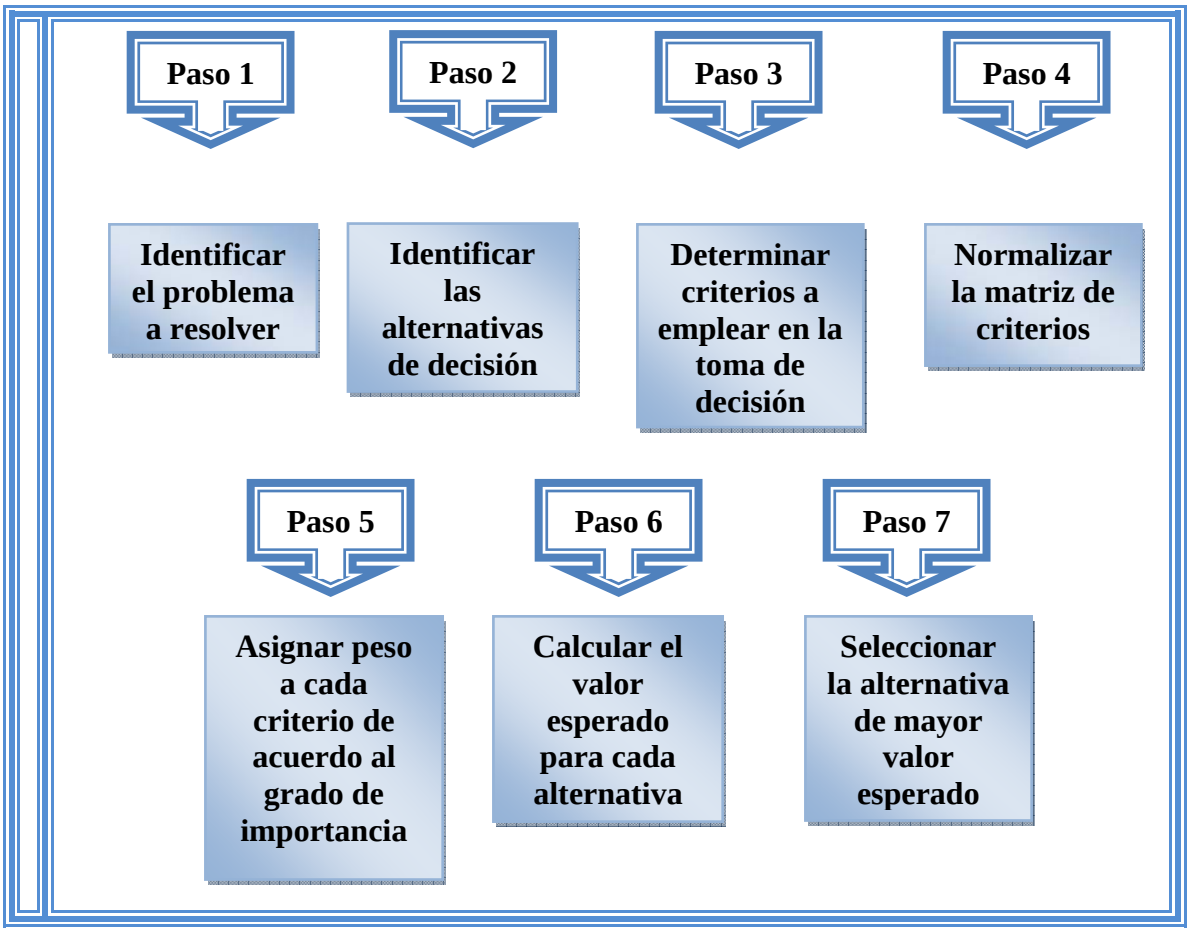
$\mathbf{S_j}$ = valor esperado para la Alternativa **j**

Cuadro 2. Arreglo matricial del método de los pesos promedios ponderados. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

Peso / Alter	W_1	W_2	...	W_j	...	W_m	
	C_1	C_2	...	C_j	...	C_m	S_j
A_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1j}	...	r_{1m}	S_1
A_2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2j}	...	r_{2m}	S_2
...	...	...	...	...	...	...	...
A_k	r_{k1}	r_{k2}	...	r_{kj}	...	r_{km}	S_k
...	...	...	...	...	...	...	...
A_n	r_{n1}	r_{n2}	...	r_{nj}	...	r_{nm}	S_m

Este método constituye una manera rápida y sencilla para identificar la alternativa preferible en un problema de decisión multicriterio. El **Cuadro 3** resume los pasos para la aplicación de este modelo.

Cuadro 3. Pasos para aplicar el método de los pesos promedios ponderados. **Fuente: Delgado Landa (2008).**



Procedimiento para aplicar el modelo multiatributo de los pesos promedios ponderados.

Resulta imprescindible explicar cada paso, incluyendo las técnicas que se utilizan para el desarrollo de este modelo:

1. **Identificar el problema a resolver:** Encontrar el problema y reconocer que se debe tomar una decisión para llegar a la solución de este.

2. **Identificar las alternativas de decisión:** Buscar cuáles son las alternativas posibles para la decisión.

3. **Determinar criterios a emplear en la toma de la decisión:** Para determinar estos criterios existen varias técnicas que se pueden emplear, para este caso se propone utilizar la **tormenta de ideas**, la cual se explica a continuación.

La **tormenta de ideas** es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. Es un método que se utiliza cuando la fuente de información son las personas y puede aplicarse de manera presencial, semipresencial o no presencial.

Es un tipo particular de reunión de grupo cuyo único fin es crear ideas. La tormenta de ideas se diferencia de una reunión de grupo porque en este tipo de reuniones sólo pueden participar expertos, es decir, grandes conocedores del tema a tratar.

¿Cómo se aplica?

1. Se define el tema o problema.
2. Se emiten ideas libremente (sin extraer conclusiones en esta etapa).
3. Se listan las ideas.
4. Se analizan, evalúan y organizan las mismas.

El objetivo principal de la aplicación de esta técnica es obtener la mayor cantidad de ideas posible y no su calidad.

Los equipos a menudo emplean la tormenta de ideas como una herramienta para crear consenso, y en situaciones donde necesitan generar un número elevado de ideas.

Pasos claves de la tormenta de ideas:

Paso No.1: Inicio de la sesión**.**

- Establecer un límite de tiempo para la sesión, generalmente con 30 minutos es suficiente.
- Designar uno o más registradores, cuya tarea consiste en anotar todas las ideas que se emitan, donde todo el mundo pueda verlas, a medida que las mismas sean enunciadas.
- Establecer las reglas:
    a. No modificar lo que se dice y abstenerse de criticar ideas.
    b. Tratar de generar tantas ideas como sea posible.

c. Desarrollar luego un proceso de reducción y ponderarlas.

d. Alentar ideas exageradas o disparatadas.

e. Edificar sobre las ideas de los demás.

Paso No.2: Determinar el método de **tormenta de idea** a utilizar.

Tipos de **tormenta de ideas**:

Aleatorio:

- Los integrantes del grupo enuncian todas las ideas a medida que se le van ocurriendo.
- Las ideas se enumeran mientras son emitidas.

Secuencial:

- Cada uno va emitiendo sus ideas por turno.
- Cualquiera puede "pasar" cuando llega su turno.
- Se continúa hasta que no se generen más ideas.
- Todas las ideas son enumeradas a medida que son emitidas.

Luego de finalizar la tormenta de ideas:

- Priorice las ideas de manera que lo ayuden a decidir por dónde comenzar.
- Cuando se vea enfrentado a grandes cantidades de información, clasifíquelas de acuerdo con temas comunes.
- Tal vez tenga que recopilar datos que apoyen o prueben las ideas.

Ventajas

La tormenta, o lluvia, de ideas posee una serie de características que la hacen muy útil cuando se pretende obtener un amplio número de ideas sobre las posibles causas de un problema, acciones a tomar, o cualquier otra cuestión. Una observación añadida es que este método sirve de entrada, o de fase previa, para otras técnicas de análisis.

Estimula la creatividad ayudando a romper con ideas antiguas o estereotipadas. Produce un amplio número de ideas. A los componentes del grupo se les anima a expresar las ideas que vienen a su mente sin ningún prejuicio ni crítica. Permite la implicación de

todos los miembros del equipo. Se construye un entorno que hace posible la participación de todos y reduce la probabilidad de aparición de conflictos. Permite la proliferación de un buen número de ideas que son formuladas sintéticamente. Se garantiza que el éxito de las ideas no dependa de la brillantez en la exposición de las mismas. Cristaliza todas las opiniones del grupo, equilibrando la participación. Permite al equipo llegar rápidamente a un consenso.

4. **Normalización de la matriz de criterios.**

Aunque no siempre es necesario, en muchos métodos multicriterio, resulta esencial proceder a la normalización de los diferentes criterios en consideración. Debe tenerse en cuenta que en la mayor parte de los contextos decisionales las unidades en que están medidos los diferentes criterios suelen ser muy diferentes. Además en muchos problemas multicriterio, los valores alcanzables por los distintos criterios pueden ser disímiles. En tales casos, sin una normalización previa de estos los métodos aplicados pueden conducir a soluciones sesgadas hacia los criterios con valores alcanzables mayores.

Los procedimientos de normalización de criterios pueden ser varios, uno de los más utilizados en la práctica es el **método de la transformación a escala**. Consiste en dividir los valores que alcanza el criterio por su valor «mejor». Dependiendo de cual sea el criterio del atributo se formula:

Criterio de máximo: Criterio de mínimo:

$$r_{ij} = \frac{r_{ij}}{\max r_{ij}} \qquad r_{ij} = 1 - \frac{r_{ij}}{\max r_{ij}}$$

Una vez normalizada la matriz se puede pasar al próximo paso.

5. **Asignar peso a cada criterio de acuerdo al grado de importancia.**

Los criterios relevantes en un problema decisional pueden tener diferente importancia para el super experto o grupos de expertos. Este hecho hace que en muchos problemas decisionales resulte necesario obtener unos pesos o indicadores de las preferencias relativas del experto por unos criterios con respecto a otros. Conviene indicar que así como la tarea de normalizar criterios requiere exclusivamente una información de tipo técnico, la estimación de las preferencias relativas conlleva una fuerte carga subjetiva lo que hace necesario que para estimar dichos pesos preferenciales la selección de los expertos sea rigurosa. Para realizar este paso se pueden emplear varias técnicas dentro de las cuales se propone los procedimientos sugeridos por **Saaty**[3] que constituye la base de la metodología multicriterio conocida por Procesos Analíticos Jerárquico(PAJ). Este

[3]Thomas L. Saaty

procedimiento requiere de expertos para la comparación simultánea de sólo dos objetivos, es decir una comparación de valores subjetivos por «parejas».

Los valores numéricos que propone aplicar Saaty **(Cuadro 4)** son los siguientes: (1) cuando los criterios son de la misma importancia; (3) moderada importancia de un criterio con respecto a otro; (5) fuerte importancia; (7) demostrada importancia; y (9) extrema importancia.

Asimismo, Saaty sugiere valores intermedios para juicios de valor contiguos. La experiencia indica que una escala de 9 unidades es razonable y refleja el grado hasta el cuál se puede discriminar la intensidad de relaciones entre los elementos.

Cuadro 4. Escala para definir el grado de preferencia. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

Valores	**Significación**
1	Igualmente preferente
2	Entre igualmente preferente y moderadamente preferente
3	Moderadamente preferente
4	Entre moderadamente preferente y fuertemente preferente
5	Fuertemente preferente
6	Entre fuertemente preferente y muy fuerte
7	Muy fuerte
8	Entre muy fuerte y extremadamente preferente
9	Extremadamente fuerte

Es interesante destacar que, por su propia construcción, este tipo de matrices poseen propiedades recíprocas (esto es, $r_{ij} = \frac{1}{r_{ij}}$).

6. **Calcular el valor esperado para cada alternativa**

Esto no es más que la suma ponderada de cada criterio; sería la sumatoria de cada multiplicación del peso por el valor previamente normalizado, llevado a una expresión matemática sería:

$$\text{Max } S^j = \sum_{j=1}^{n} W_j r_{ij}$$

7. **Seleccionar la alternativa de mayor valor esperado**

Finalmente se selecciona la alternativa que mayor valor haya obtenido en el paso anterior.

Aplicación de la propuesta desarrollada en la Empresa Molinera de Cárdenas.

Caracterización de la Empresa Molinera de Cárdenas.

La Empresa Molinera de Cárdenas "Ramón Martell Medina" se encuentra ubicada en Céspedes Final s/n, zona Portuaria Cárdenas, Matanzas; la misma fue creada el 9 de Diciembre de 1976 por la resolución 104/76 del Ministro de la Industria Alimenticia. Tiene como **misión**:"Producir harina de Trigo, así como Cereales para desayunos, Pellets para freír y Rizos de Maíz, Sorbetos, Panes y Repostería Varias, de una calidad alta y con eficiencia, para satisfacer las necesidades de los clientes.

La empresa tiene como **objetivo general**: Realizar el proceso de Molinación de trigo para la producción y comercialización mayorista en ambas monedas, de Harina de Trigo para consumo humano y animal, así como producir Cereales de maíz y trigo para el desayuno, saborizados y naturales, y pellets para freír, sorbetos, panes y repostería fina, en ambas monedas.

Descripción de la problemática a solucionar en la entidad objeto de estudio.

La Empresa Molinera de Cárdenas ha presentado diferentes insuficiencias en la producción de los diferentes productos que se fabrican en la planta de cereales. En estos momentos no le es posible resolverlas todas y desea conocer en cual de sus producciones enfocarse para garantizar la estabilidad al menos de una de ellas. De ahí se define como problema: **Decidir de los tres tipos de producciones que se realizan en la planta de cereales, en cual concentrar esfuerzos para lograr una producción estable.**

Para dar solución a la problemática anterior se utilizará dentro de las técnicas multiatributo el **Método de los pesos promedios ponderados**. La aplicación de este modelo indicará la alternativa de producción más recomendada para la empresa.

1. Identificar el problema a resolver

Decidir de los tres tipos de producciones que se realizan en la planta de cereales, en cual concentrar esfuerzos para lograr una producción estable.

2. Identificar las alternativas de decisión

Se debe decidir cual alternativa de producción es más conveniente para la empresa, de las tres posibles:

1. **Producir Pellets**
2. **Producir Hojuelas**
3. **Producir Rizos**

3. Determinar criterios a emplear en la toma de decisión

Resulta sumamente importante determinar de manera correcta los criterios a tener en cuenta para el análisis. Para determinar estos criterios se empleó una tormenta de ideas. En el que se concluyó los atributos o criterios necesarios para evaluar las diferentes alternativas.

Los criterios de decisión son:

- **Ganancia**($)
- **Empleo** (cantidad de trabajadores)
- **Nivel nutricional**
- **Estabilidad de la producción**
- **Grado de solución**

En el caso de la **ganancia** es objetivo de la empresa tener en cuenta el producto que mayor beneficio reporta. A su vez le importa también el producto que mayor número de **trabajadores** requiera emplear, pues es objetivo desde el punto de vista social mantener empleados a un grupo considerable de personas, conociendo que cuando se interrumpe la producción de estos productos ese personal queda interrupto. Por otra parte el **nivel nutricional** reviste gran importancia a la hora de decidir cual producto producir, pues mientras mayor sea el valor alimenticio del producto, mejor será para el consumo de las

personas. En cuanto a la **estabilidad en la producción** de cada producto, es más factible producir aquel producto en el que la producción sea la más estable posible. El **grado de solución** se refiere a las posibilidades reales y objetivas para resolver las diferentes insuficiencias en cada una de las producciones. Está claro que resulta importante determinar en qué medida se pueden solventar los problemas de producción que existen en la planta de cereales, referidos específicamente a la utilización de las máquinas que trabajan con una tecnología italiana. Esta limitación es considerada una barrera para la estabilidad productiva. La producción que mayor grado de solución posea, lógicamente será la más conveniente de llevar a cabo. Es importante percibir que todos los criterios son de máximo.

Los datos de los criterios previamente descritos necesarios para aplicar este método aparecen en el **Cuadro 5.** A veces resulta sumamente difícil obtener estos **datos**, es por ello que se hace necesario explicar la manera de obtención de los mismos.

Cuadro 5. Datos del problema de decisión. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

	Criterios				
Alternativas	**Ganancia promedio anual($)**	**Empleo (cantidad trabajadores)**	**Nivel nutricional**	**Estabilidad de la producción**	**Grado de solución**
Producir Pellets	30 500	30	2	4	5
Producir Hojuelas	30 000	28	5	2	3
Producir Rizos	69 000	24	3	1	1

Para obtener los resultados de la **ganancia promedio anual** se hizo necesario la consulta de los estados de resultados de la empresa objeto de estudio de diferentes años. Se calculó la media de las utilidades anuales de cada producto en un período de 5 años.

En el caso de la **cantidad de trabajadores** que requiere la producción de los diferentes productos fue obtenido en el departamento de recursos humanos, consultando la plantilla de trabajadores que emplea la planta de cereales.

En cuanto al **nivel nutricional** de cada producto se consultaron en el laboratorio de calidad los diferentes ingredientes que los componen, así como su información nutricional, las vitaminas y minerales que poseen. Los especialistas ubicaron a su criterio cada producto en una escala del 1 al 5, donde 5 es el producto con mayor nivel nutricional.

Para conocer cómo es la **estabilidad en la producción** de cada uno de los tres productos se hizo necesario aplicar una encuesta a un grupo de 7 trabajadores de la empresa que se consideraron como expertos; los mismos se mencionan a continuación:

- Directora técnica de calidad y desarrollo.
- Especialista de calidad de la empresa.
- Director de la UEB[4] Cereales.
- Dos jefes de turno de la UEB Cereales.
- Tecnólogo de la UEB Cereales.
- Jefe de la brigada de envase de la UEB Cereales.

Para conocer el **grado de solución** a las diferentes insuficiencias que presentan las producciones de los tres productos en cuestión, se aplicó una encuesta a los expertos anteriormente mencionados.

4. Normalizar la matriz de criterios

Teniendo en cuenta que los datos de los criterios no son homogéneos se hace necesario entonces normalizar **(Cuadro 6)**, utilizando el método de la transformación a escala. La fórmula a emplear cuando el criterio es de máximo es:

$$r_{ij} = \frac{r_{ij}}{\max r_{ij}}$$

En el **Cuadro 6** se observa la matriz de criterios normalizada.

[4] Unidad Empresarial de Base

Cuadro 6. Matriz de criterios normalizada. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

	Criterios				
Alternativas	**Ganancia promedio anual($)**	**Empleo**	**Nivel nutricional**	**Estabilidad de la producción**	**Grado de solución**
Producir Pellets	0,4420	1	0,4	1	1
Producir Hojuelas	0,4348	0,9333	1	0,5	0,6
Producir Rizos	1	0,8	0,6	0,25	0,2

5. Asignar peso a cada criterio de acuerdo al grado de importancia.

Es necesario establecer el grado de importancia de cada criterio para ello se utilizará la matriz de Saaty. Para realizar dicha matriz es necesaria la colaboración del grupo de experto quienes llegando a un consenso emitieron su juicio del grado de preferencia entre un criterio y otro. El **Cuadro 7** muestra los resultados.

Cuadro 7 Resultados del grado de importancia de cada criterio. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

	Ganancia	Empleo	Nivel nutricional	Estabilidad de la producción	Grado de solución	Valor máximo	Grado de importancia
Ganancia	1	7	5	2	1/2	7	0,28
Empleo	1/7	1	1/3	1/6	1/8	1	0,04
Nivel nutricional	1/5	3	1	1/4	1/6	3	0,12
Estabilidad de la producción	1/2	6	4	1	1/2	6	0,24
Grado de solución	2	8	6	3	1	8	0,32
Total						25	1

6. Calcular el valor esperado para cada alternativa

El valor esperado para cada alternativa es mostrado en el **Cuadro 8**. Utilizando para su cálculo la siguiente fórmula:

$$\text{Max } S^{j} = \sum_{j=1}^{n} W_{j} r_{ij}$$

Cuadro 8. Resultados del valor esperado para cada alternativa. **Fuente: Delgado Landa (2008).**

	Pesos(Wj) →	0,28	0,04	0,12	0,24	0,32	
	Criterios →	**Ganancia promedio anual($)**	**Empleo**	**Nivel nutricional**	**Estabilidad de la producción**	**Grado de solución**	**Valor esperado (Sj)**
Alternativas	**Producir Pellets**	0,4420	1	0,4	1	1	0,7718
	Producir Hojuelas	0,4348	0,9333	1	0,5	0,6	0,5910
	Producir Rizos	1	0,8	0,6	0,25	0,2	0,5080

7. Seleccionar la alternativa de mayor valor esperado

Como se observa en el Cuadro anterior la alternativa que presenta mayor valor esperado y por tanto la que se debe escoger es la de producir Pellets.

Esta solución garantiza a la empresa la mejor variante, siempre y cuando no cambien los criterios de decisión.

Conclusiones

El desarrollo de la presente investigación materializada en los aspectos teóricos-conceptuales expuestos, y su validación práctica, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

La toma de decisiones constituye esencialmente la elección de una de las posibles alternativas de solución a un problema actual o potencial, lo cual requiere previamente que se detecte el problema objeto de estudio y que se busque la información interna y externa que se requiera. Posteriormente la decisión debe convertirse en una acción concreta.

La teoría de la decisión multicriterio constituye un marco general o paradigma decisional en el que subyacen diferentes criterios (atributos, objetivos o metas).

La Investigación de Operaciones proporciona a los decisores bases cuantitativas para seleccionar las mejores decisiones y permite elevar habilidades para hacer planes futuros.

La Investigación de Operaciones utiliza el Método científico para aplicar herramientas que buscan obtener el óptimo resultado del uso de los recursos escasos y resolver disímiles problemas del contexto empresarial.

La aplicación del método de los pesos promedios ponderados indica que la alternativa de producir Pellets es la más recomendada para la empresa objeto de estudio.

Bibliografía.

Álvarez y Valle (1987). Modelos económicos matemáticos II tomo2. Editorial ISPJAE. Ciudad de La Habana.

Barba Romero, S. y Charles Pomerol, J. (1997). Decisiones Multicriterios. Elementos Teóricos y Utilización Práctica. Colección de Economía. Universidad de Alcalá de Henares. España. pp. 91-119.

Colectivo de autores. Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración.

Delgado Landa, A (2008). Toma de decisiones empresariales con el apoyo de la Investigación de Operaciones. Caso: Empresa Molinera de Cárdenas. Tesis presentada en opción al título de Licenciada en Economía. UMCC, Matanzas.

Fernández González y Boffil Placeres (1978). Métodos económicos-matemáticos (2) folleto FT-1292, ISPJAE, Ciudad de La Habana.

García Huerta, R. y Cuétara Sánchez, L. (1996). Métodos para la Toma de Decisiones en la Gestión Empresarial (2ª Ed.). Universidad Federal de Acre, Brasil.

Lerner, V. S, Trujaiev, R. I (1974): Modelos dinámicos de los procesos de toma de decisiones. Kishiniev, pp. 6.

Morales Pita y Antonio E. (1984). Metodología de la modelación económico-matemática, editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana.

Negrin Sosa. E.et al. (2003/a/). El mejoramiento de la gestión de operaciones en empresas hoteleras. Revista Gestión en H. Escuela superior de estudios turísticos. Universidad autónoma de Barcelona, España.

Paul E. Moody (1991). Toma de Decisiones Gerenciales.

Sasiere M. et al. (1970). Investigación de operaciones, Instituto del libro, La Habana.

Sitio web http://www.cop.es/colegiados/m-00451/tomadeciones.htm. Consultado en noviembre de 2007.

Sitio web http://www.investigacionoperaciones.com/ aplicaciones_o.htm. Consultado en noviembre de 2007.

Vega Falcón V. (1998). Herramientas económicas para la toma de decisiones gerenciales. Tesis doctoral. La Habana.

Ventsel, E.S. (1983). Investigación de operaciones, editorial MIR. Moscú.