

DISTRIBUCIÓN DE MERCANCÍAS, UNA NECESIDAD DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

Resumen / Abstract

Lograr que las mercancías lleguen al máximo de los posibles clientes, es uno de los objetivos principales del comercio electrónico. Contar con herramientas matemáticas que permitan obtener una solución eficiente es una necesidad imperiosa en esta actividad. En el presente trabajo se expone un procedimiento multiatributo que brinda la mejor solución al problema de distribución de mercancías, utilizando técnicas multicriteriales y las máquinas computadoras electrónicas.

To achieve that the goods arrive to the maximum of the possible clients, it is one of the main objectives of the electronic trade. To have mathematical tools that allow to obtain an efficient solution is an imperious necessity in this activity. Presently work is exposed a procedure multiattribute that offers the best solution to the problem of distribution of goods, using technical

Palabras clave / Key words

Distribución, comercio electrónico, multiatributo, multicriterio, calidad

Distribution, electronic trade, multiattribute, multicriteria, quality

INTRODUCCIÓN

Desde principios de la humanidad, usualmente las mercancías que el hombre necesitaba no se producían donde ellos deseaban consumirlas, o no estaban disponibles en el momento en que les apetecían. Dado que no existían sistemas especialmente desarrollados para el transporte, el traslado de bienes en un inicio se limitaba a todo lo que una persona pudiera llevar. Este primitivo sistema obligaba generalmente a la gente a vivir cerca de las fuentes de producción y a consumir un pequeño surtido de productos. Estos sistemas de transporte / distribución con el tiempo han ido evolucionando hasta llegar hoy día al comercio electrónico.

Lograr hacer la distribución de bienes o servicios lo más eficiente y flexible posible, es hoy un objetivo fundamental de cualquier empresa distribuidora o productora / distribuidora ya sea una empresa tradicional o una empresa.com. Entiéndase por eficiente, servir al cliente con: la calidad requerida, en el tiempo fijado y al menor costo posible, es decir, cambiar la filosofía de productor de la empresa por una filosofía orientada al cliente, lo que constituye un elemento de diferenciación, que permite a las empresas mantenerse en la competencia.¹⁻⁷ Esta última característica revela la esencia multicriterio (el problema contiene más de un criterio que debe ser valorado para tomar la decisión) del problema de distribución: por una parte se encuentran los intereses de la empresa distribuidora y por la otra los intereses de los clientes, estos criterios están en conflicto.

El explosivo crecimiento de Internet y las nuevas formas de realizar transacciones mediante el comercio electrónico empresa - cliente, comercio electrónico dirigido al consumo final; e

Rosario Garza Ríos, Ingeniera Industrial, Doctora en Ciencias Técnicas, Asistente, Departamento de Matemática Aplicada, Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE)

e-mail:rosariog@ind.ispjae.edu.cu

Caridad González Sánchez, Ingeniera Industrial, Doctora en Ciencias Económicas, Profesora Titular, Departamento de Matemática, General, Facultad de Ingeniería Industrial, ISPJAE, Ciudad de La Habana, Cuba

e-mail: carig@ind.ispjae.edu.cu

comercio electrónico empresa - empresa, relaciones comerciales entre empresas, son algunos de los importantes cambios que se están produciendo en el mundo empresarial.

Estas nuevas relaciones imprimen un dinamismo antes desconocido en los negocios, mediante el cual se pueden conectar proveedores, clientes y consumidores. Por lo que se hace necesario:

- Lograr que los servicios lleguen al máximo de los posibles clientes.
- Implementar las soluciones necesarias para el comercio electrónico en la logística.

Para garantizar esto es necesario el diseño eficiente de las rutas de distribución para lograr una entrega a la altura de las negociaciones a través del comercio electrónico.

En el presente trabajo se expone un procedimiento multicriterio para el diseño de rutas de distribución, el cual garantiza una entrega rápida y eficiente de la mercancía.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN DE RUTAS

El procedimiento diseñado le permite a la organización el diseño de rutas de distribución con un enfoque multicriterial basado en las exigencias de los clientes y en la minimización del costo de distribución y el tiempo.

El procedimiento que se propone se distingue de algún otro procedimiento elaborado y que le confiere a su vez originalidad y novedad científica, por los siguientes aportes relevantes:

- Considerar el problema de ruteo como un problema multicriterio en el cual no solo interviene el costo como medida de decisión sino también la calidad y el tiempo.
- Utilizar el juicio de expertos para la determinación de los criterios a considerar así como la importancia o peso de los mismos.
- Integrar en un coeficiente C_k un conjunto de indicadores que permiten medir el nivel de satisfacción del cliente.
- Proponer la utilización de un método heurístico basado en el coeficiente de distancia salvada o ahorrada que con las modificaciones necesarias permite generar diferentes alternativas de ruteo.
- Implementar un **test de veto** y un **test de concordancia** novedoso, que basado en la filosofía de los métodos Electre permite obtener la relación de superioridad entre las alternativas cuando no se le asignan peso a los criterios.
- Proponer un conjunto de condiciones para realizar el ordenamiento de las alternativas basados en los conceptos de fuerza, debilidad, índice de calidad y las relaciones de superioridad de las alternativas.
- Aplicar la teoría de conjuntos borrosos, en la eliminación de las incomparabilidades entre las alternativas surgidas en el ordenamiento de las mismas.
- Diseñar un soporte computacional DRSoft, de ayuda a la toma de decisiones en el diseño de rutas de distribución, que permite aplicar el procedimiento propuesto de forma rápida y eficiente.

- El procedimiento propuesto es de fácil aplicación en las empresas distribuidoras o productoras/distribuidoras.

El procedimiento está formado por tres fases y una fase preliminar; en la tabla 1 se presentan los pasos y objetivos que conforman cada una de las fases del procedimiento. En la figura 1 se muestran las tres fases que conforman el procedimiento y sus interrelaciones.

En la figura 1 se han representado las fases que conforman el procedimiento multicriterio para la planificación de rutas de distribución, según el orden en que se ejecutan secuencialmente en el tiempo lo que se indica mediante flechas, que además indican el cumplimiento de algunas condicionantes. De esta forma, la fase Preliminar evalúa las condiciones y conocimientos para la aplicación del procedimiento o mejora del mismo. La fase de Generación de alternativas permitirá generar las alternativas de ruteo utilizando un algoritmo basado en el coeficiente de distancia ahorrada o salvada y eliminar aquellas alternativas que por su comportamiento no estarán en la solución. En la fase de Selección de la alternativa de ruteo, se determina teniendo en cuenta los criterios: costo, calidad y tiempo, cuál es la mejor alternativa de ruteo que garantiza el mejor compromiso entre objetivos en conflicto.

Como resultado de los **test de veto** y **concordancia** realizados en esta fase puede ocurrir que a $S b$ (la alternativa a supera a la b) o que la alternativa $a n S b$ (la alternativa a no supera a la b) lo que se identifica en la figura. Y por último, la fase III Medición de la efectividad y mejora en la cual se hace una evaluación de los resultados obtenidos para la mejor alternativa comparándolas con la actual para ver si realmente provoca mejoras en los indicadores (tabla 1).

INDICADORES

El procedimiento ha propuesto la inclusión de los atributos: calidad y tiempo para seleccionar la **mejor alternativa** de ruteo, respecto a este que lo hace novedoso, a continuación se presentan los indicadores que se consideraran para evaluar cada uno de los atributos.

Para evaluar estos atributos se han definido un conjunto de indicadores que permitirán medir el comportamiento de los mismos. Estos indicadores son: costo total de la distribución, coeficiente de ponderación de calidad y tiempo medio de brindar el servicio.

Estos pueden obtenerse a partir de utilizar técnicas de expertos, encuestas a clientes o el *Benchmarking* o utilizar los que la empresa tiene definidos.

En el trabajo, los indicadores a través de los cuales se miden el cumplimiento de cada atributo en el procedimiento fueron definidos mediante la aplicación de métodos de expertos, donde participaron especialistas de diferentes empresas que realizan actividades relacionadas con la distribución de mercancías.

En la tabla 2 se muestran los indicadores generales que pueden ser utilizados para evaluar cada uno de los tres criterios.

Todos estos indicadores son evaluados en la realización de la distribución para un período de tiempo dado.

TABLA 1 Pasos y objetivos que componen cada una de las fases del procedimiento propuesto		
Fase	Pasos	Objetivos
Preliminar	Capacitar al personal en las técnicas utilizadas en el procedimiento Encontrar las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades para la distribución	Evaluar si existen los conocimientos y condiciones para la aplicación del procedimiento
I Generación de alternativas	Generar las alternativas de ruteo Eliminar las alternativas dominadas	Obtener un conjunto de alternativas de movimiento de los vehículos
II Selección de alternativas	Determinar la importancia de los criterios Establecer la relación de superioridad Obtener el ranking de las alternativas Eliminar incomparabilidad entre las alternativas Seleccionar la mejor alternativa	Seleccionar la mejor alternativa de ruteo
III Medición de la efectividad y mejora	Determinar los diferentes indicadores Registrar la información Comparar los resultados	Evaluar la efectividad de las alternativas y la mejora

TABLA 2 Indicadores a través de los cuales se medirán los atributos	
Atributo	Indicador
Costo	Costo de combustible Costo de lubricante Costo de desgaste de piezas Costo de salario Costo de facturación Costos de documentación
Calidad	Pedidos entregados en tiempo Pedidos servidos
Tiempo	Duración de ciclo aceptación-entrega Tiempo de respuesta a las demandas del cliente

El tiempo medio en brindar el servicio se mide a través de la siguiente expresión:

$$TS = \sum_{i=1}^n |te_i - ta_i| / SB$$

donde:

TS : Tiempo medio de brindar el servicio.

te_i : Tiempo que demora la entrega al cliente i (incluye el tiempo desde que se acepta el pedido hasta que el mismo llega al cliente).

ta_i : Tiempo que demora la aceptación del pedido del cliente i (desde que el pedido es solicitado por el cliente hasta que se le comuniquen su aceptación).

SB : Cantidad de servicios brindados en el período.

La calidad del servicio de distribución se evalúa a través del coeficiente de ponderación de calidad. El valor de este coeficiente se obtiene de la expresión:⁸

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot K_i}{\sum_{i=1}^n K_i}$$

donde:

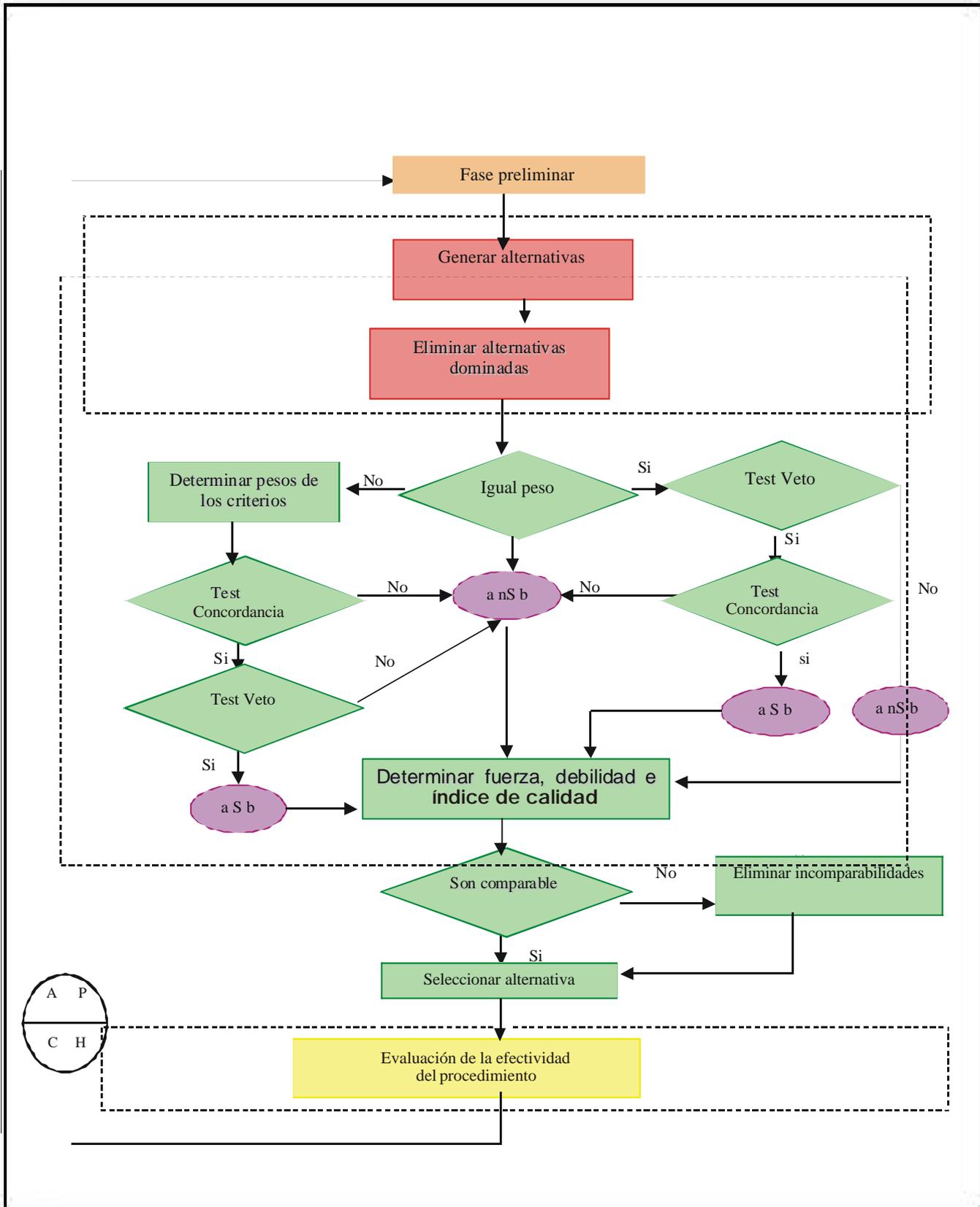
C_k : Índice ponderado del nivel de satisfacción.

K_i : Coeficiente de ponderación para el indicador i (importancia del indicador i).

Q_i : Valor del indicador de calidad i .

n : Cantidad de indicadores.

El cálculo del coeficiente de ponderación para el indicador i se realiza utilizando técnicas de expertos.



Los intervalos de C_k que corresponden a cada evaluación se obtienen de la aplicación de técnicas de trabajo en grupo o técnicas de experto para hacer corresponder la opinión de personalidades de reconocido prestigio internacional y nacional en el tema de satisfacción del cliente. Los intervalos obtenidos se pueden ver en la tabla 3.

TABLA 3 Rango de C_k para evaluar la satisfacción del cliente	
Rango C_k	Evaluación del cliente
1 - 0,97	CS
0,96 - 0,88	LS
0,87 - 0,70	PS
Menos de 0,70	CI

donde:

CS: Cliente satisfecho

LS: Cliente parcialmente satisfecho

PS: Cliente poco satisfecho

CI: Cliente insatisfecho.

El valor de este coeficiente de ponderación se obtiene considerando cada uno de los indicadores definidos para evaluar la calidad del servicio de distribución, a continuación se expresa la forma de calcular cada uno de ellos:

• **Pedidos entregados en tiempo (Q_1):** Este indicador se determina como el cociente entre el total de pedidos entregados en tiempo y el total de pedidos servidos.

$$Q_1 = SBT/SB$$

donde:

SBT: Cantidad de pedidos entregados en tiempo.

SB: Cantidad total de pedidos servidos.

• **Pedidos servidos (Q_2):** Este indicador se determina como el cociente entre la cantidad de pedidos servidos y la cantidad total de pedidos.

$$Q_2 = SB / PT$$

donde:

CS: Cantidad total de pedidos servidos.

PT: Cantidad total de pedidos.

El atributo costo el cual se evaluará a través del costo total, se mide como la sumatoria de todos los costos que intervienen en

la distribución y que fueron definidos anteriormente, se utiliza la expresión que se muestra a continuación:

$$C_{total} = \sum_{i=1}^6 C_i$$

donde:

C_{total} : Corresponde con el atributo costo.

C_i : Costo en que se incurre por el concepto i .

Con la determinación del indicador-costo, finaliza el proceso de valoración de los atributos que intervienen en la toma de decisiones para seleccionar la **mejor alternativa de movimiento de los vehículos**.

El procedimiento diseñado está soportado sobre un soporte computacional que permite la captación de la información de los clientes, pedidos, embalajes, vehículos y la obtención de la rutas de distribución de forma automatizada y considerando las preferencias del decisor.

CONCLUSIONES

Como primera conclusión se puede enunciar que el hecho de contar con herramientas matemáticas potentes para el diseño de rutas de distribución permite lograr los objetivos del comercio electrónico garantizando la entrega eficiente de las mercancías solicitadas por los clientes a través de Internet.

El procedimiento descrito da respuesta a los requerimientos de herramientas computacionales para poder desarrollar un negocio con la utilización de las nuevas tecnologías de la información. [2]

REFERENCIAS

1. **BALLOU, R.:** *Logística empresarial: control y planificación* Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España, 1991.
2. **MESTRE, M.:** *Marketing, conceptos y estrategias*, Edición Pirámide SA, Madrid, España, 1995.
3. **RODRÍGUEZ, E. Y M. RUIZ:** "Enfoque al cliente", Materia para el curso de la EOI de la Escuela de la Industria Básica Ciudad de la Habana, Cuba, 2000.
4. **RODRÍGUEZ, E. Y M. MUÑOZ:** *Gestión de la Calidad*. Materia del curso Gestión de la calidad impartido en el marco del evento Qualitas 1999, Ciudad de La Habana, Cuba, 1999.
5. *Medición de la calidad del cliente*, Club Gestión de la Calidad 2001.
6. **CANTÚ, D. H.:** *Desarrollo de una cultura de calidad*, McGraw Hill, México, 1997.
7. **BROCK, A. B.:** *Quality Management (Gestión de calidad)* Javier Vergara Editor SA, Argentina, 1994.
8. **ESPINOSA, N. et al.:** *Dirección de la calidad*, ENPES, Cuba 1986.