

MODELACIÓN MATEMÁTICA Y TÉCNICAS CUANTITATIVAS EN UN PROCEDIMIENTO PARA LA ORGANIZACIÓN Y RACIONALIDAD DEL TRANSPORTE

Dr.C. Armando Manuel Boullosa Torrecilla

MSc. Juan Carlos Lage Jiménez

MSc. Edilio Caridad Gil Mursulí

Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez", Cuba

boullosa@bibliocuss.ssus.co.cu

Resumen

Se presenta una experiencia mediante un procedimiento que combina la aplicación de la modelación matemática, a través de la programación lineal en entero para el transporte automotor con lo cual se logra la optimización de los recursos implicados en el proceso, así como el uso de la técnica del árbol de decisión para la selección de piezas o equipos de transporte en base a las necesidades y disponibilidades de la entidad lo cual garantiza la eficiencia y eficiencia de todo el proceso y sus resultados logrando también una mayor organización e influencia positiva sobre el medioambiente.

Summary

An experience is presented throughout a procedure which combines the mathematic modelling appliance through out the number lineal programming for auto-motor transporting in which the resources optimization in the process are achieved, and the usage of the decision tree technique for the selection of pieces or means of transportation, focus on the entity availability which guarantees the whole process efficiency and its results with a bigger organization and positive influence on the environment.

Palabras Claves

Optimización, Modelo, Árbol de Decisión y Transportación automotor.

Introducción

Desde el surgimiento del hombre este enfrentó al medio para la supervivencia lo cual demandó explicación de los diferentes hechos o fenómenos que ocurrían y como parte de ello, la cuantificación y control llevaron a la obtención de los rudimentos Matemáticos y Económicos con un rol esencial para la mayoría de los procesos. Este fenómeno ha ido acrecentándose con el desarrollo de la ciencia y la técnica.

Es precisamente ese desarrollo el que impone a los resultados que se van obteniendo concreción en función de solucionar problemas que se presentan en las diferentes esferas de la actividad social.

En este proceso la modelación matemática y otras técnicas relacionadas con el uso y organización racional de los recursos, han tenido y tienen cada día mayor incidencia en las diferentes ramas de la ciencia. Sin embargo en la práctica no siempre se concretan y aplican los resultados que se obtienen y en la mayoría de los casos se explotan con poca frecuencia la combinación de estos, cuando realmente pueden aportar mucho en la organización, eficiencia y eficacia productiva y social.

Es por todo ello que en el presente trabajo se propone presentar un procedimiento que combina modelos matemáticos y técnicas cuantitativas para la organización y optimización del proceso de transportación automotor.

Los resultados obtenidos evidencian la factibilidad e importancia de tenerlos en cuenta así como la necesidad de explotar todas las posibles combinaciones en función de las potencialidades y características de las diferentes situaciones prácticas que se dan en las actividades productivas y de servicios.

Desarrollo

Entre los primeros conocimientos obtenidos por el hombre en su accionar con la naturaleza figuran los matemáticos, astronómicos y económicos. Se concretaron así los rudimentos de aritmética, como también la necesidad de medir, y de distinguir las formas lo cual condujo al descubrimiento de los elementos geométricos.

Los conocimientos logrados se caracterizaron por dos aspectos: fueron empíricos y respondían a las necesidades materiales así como instrumentos de utilidad práctica. (González M., M. 1997) De forma similar, acontece con los conocimientos económicos, especialmente los inicios de los procesos contables; el registro y clasificación.

Por las situaciones que se presentaban, las diferentes civilizaciones se veían obligadas a realizar importantes proezas e iniciativas, lo cual obligó a que la organización social continuara fortaleciéndose y el sistema económico se concretara para mejorar el control y organización.

Los resultados se iban consolidando todo lo cual contribuía decisivamente a que los avances de la ciencia y la técnica siguieran en un proceso ascendente. También se aprecia la relación existente en los diferentes estadios de desarrollo de la humanidad entre la matemática, la economía y otras ciencias donde a la vez cada día se imponen nuevos retos.

La matemática y sus métodos han aportado a la ciencia contemporánea fundamentos importantes y con ello argumentos, formas o maneras en que el investigador o profesional obtiene el conocimiento para comprender, explicar y solucionar el fenómeno o problema presente, en lo cual resulta esencial la modernización tecnológica, la aparición de nuevos métodos y resultados así como sus combinaciones.

La práctica productiva y de servicios actual, en base a estos logros, dispone de un arsenal de modelos y técnicas importantes que no siempre se utilizan con todas sus potencialidades por lo cual quedan sin efectos muchas e importantes alternativas y combinaciones que resultan imprescindibles para la racionalidad, de los distintos procesos. Estas limitaciones muchas veces están determinadas por el desconocimiento y la falta de alternativas e información para su implementación

La práctica empresarial, por todo lo anteriormente expresado, adolece de variantes que pueden hacer más efectivos sus procesos y formas de actuación, sin embargo en la literatura especializada se presentan diferentes procedimientos para la organizaciones pero no en todos los casos se aprovechan las posibilidades de la Matemática para la Economía con la combinación y explotación de sus incalculables resultados en función de la mejora de los procesos.

Sobre la base de la revisión del concepto de procedimiento dado por diversos autores se asume para esta propuesta el de Pedro Muguerzia, Humberto Granado y Josefina López en su libro Teoría General de la Dirección, quienes precisan que “los procedimientos constituyen planes muy específicos y de relativa permanencia que detallan en forma ordenada los pasos que son necesarios dar para realizar una actividad, una tarea, o cumplimentar determinada acción.

Dentro de las características generales de los procedimientos se encuentran las siguientes:

- establecen métodos uniformes de trabajo
- existen y tienen vigencia a través de todas las estructuras organizativas
- son más detallados y rigurosos en los niveles organizativos más bajos
- se eslabonan y forman una cadena de procedimientos integrados
- por lo regular se agrupan para formar los llamados; Manuales de Procedimientos” (Muguerzia, P., Granado, H., y López, J., 2004, p. 32)

En este caso el procedimiento que se aplica consta de cuatro fases esenciales, que son: el estudio y análisis de la información sobre la situación de la organización o entidad, el proceso de selección y aplicación del modelo así

como el árbol de decisión con las técnicas apropiadas para la solución correspondiente, la implantación y análisis de los resultados.

Para la concreción en la práctica, en la primera fase, se hace un estudio de todos los factores y documentación existente en la entidad para la actividad de transportación que realizan donde se analizaron y estudiaron los resultados históricos en la transportación, las características del parque de equipos, el personal, los recursos existentes, los procesos de mantenimientos con los indicadores propios que se controlan, las características de las vías y la geografía correspondiente donde ejecuta el accionar la entidad, las distancias a recorrer, el consumo de combustible por equipo, el personal y sus características, la frecuencia de rupturas, piezas y comportamiento con el rendimiento particular, entre otros.

En base a la información recogida se procede al segundo paso del procedimiento que corresponde a la selección y aplicación de modelo y la técnica del árbol de decisión. Se consideró para la situación objeto de estudio otro de los fundamentos teóricos esenciales trabajados en la actualidad por varios autores; la modelación, para lo cual se debe tener en cuenta que: “Como parte del proceso es imprescindible la delimitación de algunas de las propiedades más importantes del objeto a investigar. Esto es posible porque para que el modelo se corresponda con el objeto es preciso concretar aquellas propiedades que lo distinguen y caracterizan con diferentes grados de detalles, con un variado lenguaje simbólico y conceptualizaciones con sus relaciones correspondientes. Es por ello que para la similitud y delimitación entre el modelo y el objeto original se necesita un análisis concreto en cada caso a partir de lo que se aspira.” (Boullosa, T., Laje J., Hernández M., 2009, p.7)

En esta ocasión se tuvo en cuenta también lo planteado por estos autores de que en el proceso de modelación, como método del conocimiento científico, en las diferentes ramas, siempre han estado presentes dos facetas esenciales.

- _ La aplicación de un modelo ya establecido o conocido.
- _ La obtención de un nuevo modelo.

El caso que se presenta se está en una aplicación, y como su lógica indica, es poner en práctica a partir de un modelo teórico o matemático ya existente sus concepciones, exigencias y fundamentos bajo las condiciones en que se va a utilizar o quiere concretarse, lo cual representa la situación objeto de estudio.

La utilización de lo obtenido o conocido por la ciencia y la explotación de sus posibilidades en especial, de los métodos y técnicas en la producción y los servicios es realmente una necesidad imprescindible actualmente que no se está aprovechando con todas sus potencialidades y combinaciones posibles.

En base a estos argumentos y diferentes trabajos de modelación teórica, matemática y económica en función de la optimización de los procesos productivos, en empresas industriales y agrícolas, el equipo de autores ha experimentado la combinación de las técnicas y modelos de la ciencia Matemática en diferentes, situaciones o casos en función de la racionalidad.

Se presenta en esta ocasión, por su importancia actual, la aplicación práctica con la combinación de un modelo matemático de programación lineal y la técnica del árbol de decisión, las que se aplican en ese orden.

En este caso la programación lineal se utiliza, en una primera etapa, para la determinación del parque de equipos necesarios en todas las operaciones de transportación con el propósito de optimizar su utilización, a partir de la información que existe y del estudio o prescripción de la situación concreta de la empresa en base a los indicadores y factores analizados.

Una vez recopilada la información se procede a la formulación del modelo en función de la obtención del equipamiento necesario para el proceso de transportación.

Por las características de la entidad, la aplicación de la programación lineal es una técnica factible a partir del objetivo propuesto la cual exige los siguientes pasos:

1. Identificación de las variables de decisión

Las variables de decisión son los elementos a través de los cuales se logra el objetivo que se persigue.

La definición de las variables de decisión implica identificar cada una de las actividades en que se descompone el problema que se estudia y se realiza en base a tres aspectos fundamentales: definición conceptual, definición dimensional, y definición temporal.

2. Construcción del sistema de restricciones

Este paso exige lo siguiente:

- Cerciorarse de la necesidad objetiva de considerar que existe una limitación cuantitativa.
- Cuantificar esa limitación, entendiéndose cantidad de recurso disponible, demanda de producción, utilización de recursos o medios, entre otras.
- Definir el signo de la restricción atendiendo a las características específicas de la limitación que se esté modelando y las variables que deben formar parte de las restricciones.
- Definir los coeficientes asociados a las variables, es decir, los coeficientes de conversión.

3. Definición de la función objetivo

La función objetivo debe ser lineal e incluir todas las variables, aunque el coeficiente asociado no debe ser cero o negativo. El objetivo debe representar la meta a obtener por el decidor.

4. Condición de no negatividad

Las variables deben tomar valores no negativos. Pero también por las características de la problemática objeto de estudio se está ante un caso de programación en entero. Lo que significa que las variables tienen que ser enteras y en ningún caso puede tener decimales. En la Programación en

enteros las variables de decisión solo pueden tomar valores enteros y mayores o iguales que cero, es decir: $X_j \geq 0$

Así las restricciones del modelo serán en base al objetivo y problema modelado las siguientes:

- para asegurar el cumplimiento del volumen total de transportación que demanda el período.
- la utilización racional del combustible.
- la utilización racional de las horas hombres.
- para la determinación óptima de la cantidad de equipos que aseguren el cumplimiento de toda la transportación en el período.

La función objetivo está orientada en esta ocasión a determinar la composición del parque de transportación que garantice la ejecución del proceso en los plazos establecidos de forma tal que minimice la cantidad de transporte a utilizar. También se incluye la restricción que asegura la no negatividad de las variables y que sean enteras.

Con toda esta información se procedió a precisar al modelo general correspondiente con a las particularidades del objeto de trabajo.

1.-Definición de las variables de decisión

X_j : Número de viajes con unidades de transporte tipo j a realizar en el período.

$$X_j \geq 0 \quad j=1,\dots,m, \quad i=1,\dots,n,$$

$$\sum a_{ij}X_j = P \text{ (Toneladas de producto a transportar en el período)}$$

$$\sum b_{ij}X_j = Q \text{ (Disponibilidad total de combustible en litros para el período)}$$

$$\sum c_{ij}X_j \leq R \text{ (Disponibilidad total de horas hombres para la transportación)}$$

$$\text{Min} Z = \sum X_j \text{ (Minimizar el uso de los camiones)}$$

A partir del modelo general planteado se concretó la información necesaria y el modelo particular que fue resuelto utilizando un software estándar, de los existentes actualmente, para este tipo de actividad: el WINQSB. Una vez obtenida la solución se hace el análisis económico de su factibilidad y se efectúa la concreción correspondiente.

En base a estos resultados y como parte del procedimiento se analiza que en la transportación de la organización se presentan diferentes alternativas para los mantenimientos, sustituciones y reparaciones del equipamiento en base a las características de cada uno y de las probabilidades de ocurrencia de roturas. En cada período no son idénticas estas alternativas y dependen generalmente de hechos fortuitos, los cuales se obtuvieron también como parte del proceso y de la información recopilada.

Para la situación que se presenta se concretaron tres alternativas de decisión posibles y en cada una se analizaron las posibilidades de ocurrencia con los gastos en que se incurren en cada uno de los eventos probables. Para una de esas alternativas también se presentó otro punto de decisión propio de este

tipo de técnica que corresponde a dos nuevas alternativas de decisión teniendo en cuenta la selección de un nuevo equipamiento a comprar con las dos mejores ofertas posibles que se presentan en esta ocasión en el mercado.

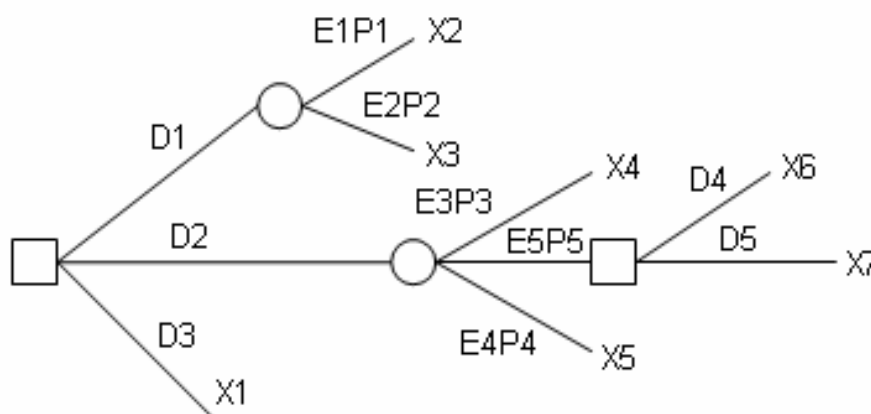
Esta problemática es factible mediante el árbol de decisión que se caracteriza por que se quieren optimizar una serie de decisiones secuenciales bajo riesgo con el propósito de administrar el riesgo específico que ellas generan. Se caracteriza porque todos los árboles de decisión son parecidos en su estructura y tienen los siguientes componentes: las alternativas de decisión en cada punto de decisión, los eventos que pueden ocurrir como resultado de cada alternativa de decisión, las probabilidades de que ocurran los eventos posibles como resultado de las decisiones, los resultados (casi siempre expresados en términos económicos) de las posibles interacciones entre las alternativas de decisión y los eventos.

La información se organiza en el diagrama que ilustra las interacciones posibles entre las decisiones y los eventos lo cual facilita el análisis y solución de la situación.

En el siguiente esquema se sintetizan las alternativas que se consideran para el árbol de decisión que sirvió de sustento a esta análisis.

1er punto de decisión

2do punto de decisión



Cada punto de decisión se representa por un cuadrado. En este árbol a partir de las características de la situación objeto de estudio inicialmente existen 3 alternativas posibles. Las alternativas que se encuentran en el primer punto de decisión se denotan por D1, D2 y D3.

Cada alternativa puede dar lugar a varios eventos, es por ello que al finalizar la alternativa si no se obtiene un resultado directo como en D3 existe una circunferencia que sirve de base y enlace entre las alternativas y los eventos que pueden ocurrir a partir de ella. Así los eventos se representan por E1, E2, en el caso de D1. Las probabilidades respectivas de que ocurran los eventos posibles (ruptura, reposiciones y mantenimiento) como resultado de las decisiones se representan por P1 y P2.

Si se selecciona la alternativa D3, el resultado se conoce con seguridad. Esto se muestra al final de la rama D3 como X1.

Si ocurren los eventos E1, E2 los resultados se conocen con certidumbre y no se requiere ninguna otra decisión. Estos resultados aquí se representan con X2 y X3. Sucede algo similar en E3 y E4. Sin embargo en el evento E5 se debe seleccionar otra alternativa de la serie de decisión. A partir de este evento se debe escoger entre D4 y D5. En ambos casos se conocen los resultados y se simbolizan por X6 y X7.

Después de efectuados los cálculos el análisis de los resultados comienza en el extremo derecho del árbol de decisión y se mueve a través de los nodos de eventos y puntos de decisión hasta que se identifique la secuencia óptima de decisiones que comienza en el primer punto de decisión. Se trabaja también con las siguientes reglas: en cada nodo del evento se hace un cálculo del valor esperado y en cada punto de decisión se selecciona la alternativa con el valor esperado óptimo.

En la situación objeto de estudio se seleccionó a partir del árbol de decisión el cambio de uno de los equipos disponibles que corresponde a la alternativa D2, pues las condiciones técnicas y la situación existente en las dos ofertas que corresponden a esta alternativa así lo evidencian por lo que la entidad decidió comprar un nuevo equipo de transporte. Transcurrido el tiempo se comprobó la eficiencia y eficacia lograda así como otros análisis efectuados siguiendo como sustento el árbol de decisión, en esos casos orientado a la selección del tipo de equipo a utilizar o sustituir, el orden en que era conveniente ejecutar el mantenimiento y las piezas a sustituir para garantizar su efectividad.

Una vez aplicado el modelo matemático y el árbol de decisión para la transportación se implementaron los resultados y posteriormente se analizaron. Se logró corroborar la factibilidad con los efectos económicos obtenidos en la organización.

En sentido general se pudo constatar que el número de vehículos utilizados para la transportación disminuyó con la correspondiente respuesta acertada y precisa a la demanda existente de productos, con uso eficiente del equipamiento y personal correspondiente así como un mínimo de combustible consumido todo lo cual se refleja en un resultado económico muy reconocido por los directivos de la entidad que evidencia la potencialidades de la combinación de modelos y técnicas matemáticas a la actividad de transportación y corroboran la importancia y necesidad actual de su implementación tanto por los efectos económicos que se obtienen como en la contribución que hacen a los problemas medioambientales cuando se reduce la emisión de gases por la disminución del combustible quemado y dar respuesta con una mejor organización y efectividad para la demanda en la actividad.

Conclusiones

Como parte de la evolución de la ciencia y en particular de sus logros la aplicación de los modelos matemáticos y la técnica del árbol de decisión lógicamente combinados en un procedimiento para la organizaciones de servicios, permite un uso eficiente y racional de los recursos con la correspondiente disminución de los gastos, una mejor organización del trabajo y una incidencia positiva en el ahorro de combustible con lo cual se disminuye la emisión de gases y se contribuye a los efectos medioambientales de forma positiva.

Bibliografía

- Álvarez Builla Valle, Mercedes. Modelos Económicos Matemáticos II. Ciudad de la Habana. Editora ISPJAE, 1987.
- Álvarez, E. (2000). Planificación a mediano y largo plazo. Cuba: Investigación Económica.
- Barrios, G.: (2002) La modelación económico-matemática para la toma de decisiones financieras. Editorial Félix Varela. La Habana.
- Boullosa T, A., Laje, J. J. y Hernández Menéndez E, (2009). La modelación y los modelos teóricos en la ciencia. Una concreción en la Auditoría Interna con enfoque de riesgo. Contribuciones a la Economía”, (ISSN 1696-8360),
- Gallagher, Ch., Watson,H. (1990). Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. McGraw Hill. México.
- González Mailand, Marcelino. “Fundamento de la didáctica especial de la Matemática y su aplicación a la carrera de Ingeniería”. Tesis en opción por el grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Santiago de Cuba. Universidad de Oriente. 1997.
- González Gutiérrez, Alfredo. (2003).El sistema de planificación y circulación monetaria. Economía y desarrollo, Edición Especial. La Habana
- Henríquez Menoyo, Enrique. (2007). Logística del Transporte de Carga. Editora LOGICUBA. La Habana.
- Mathur,K. y Solow,D. (1996): Investigación de Operaciones. El Arte de la Toma de Decisiones. Prentice Hall, México.
- Murguezia Murguezia, Pedro, Granado Benedico, Humberto y López Cibeira, Josefina. (2004)Teoría General de la Dirección. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.