

## PERFECCIONAMIENTO DEL MODELO MULTIOBJETIVO PARA GESTIONAR LOS RECURSOS FÍSICOS EN EL SISTEMA LOGÍSTICO DE EMPRESAS COMERCIALIZADORAS

Ing. Andrés Antonio Borges Sánchez<sup>1</sup>Dr.C. Yosvani Orlando Lao León<sup>2</sup>

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Andrés Antonio Borges Sánchez y Yosvani Orlando Lao León (2021): “Perfeccionamiento del modelo multiobjetivo para gestionar los recursos físicos en el sistema logístico de empresas comercializadoras”, Revista de Desarrollo Sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación RILCO DS, n. 21 (p.p. 70-79, julio 2021). En línea:

<https://www.eumed.net/es/revistas/rilcoDS/21-julio2021/empresas-comercializadoras>

### RESUMEN

La actualización del modelo económico cubano impone cambios en las empresas en pos de lograr un desempeño superior y perfeccionamiento de sus procesos. En este sentido las organizaciones buscan la gestión integrada de los sistemas logísticos, apoyados en el proceso de toma de decisión a través del empleo de herramientas matemáticas. Con la idea de reducir los tiempos de respuesta e identificar la cantidad óptima de recursos, las organizaciones se apoyan en técnicas que garanticen la información necesaria para el logro de sus objetivos. Las empresas comercializadoras cubanas enfocadas en perfeccionar su sistema logístico, son unas de las que más recurren a este tipo de técnicas con la meta de optimizar sus procesos internos. A través de la identificación de problemas que afectan el correcto desempeño logístico de estas organizaciones y de una revisión de la literatura se encontraron deficiencias en el modelo multiobjetivo propuesto por Lao León (2017). Esta investigación persigue como objetivo: perfeccionar el modelo multiobjetivo de los recursos físicos que intervienen en el sistema logístico en empresas comercializadoras. Como resultado de esta investigación se perfeccionó el modelo multiobjetivo propuesto por Lao León (2017) que asegura la gestión de los medios, objeto y fuerza de trabajo necesario en el sistema logístico de empresas comercializadoras. A lo largo del desarrollo de la investigación se utilizaron métodos teóricos como el histórico-lógico y el análisis y síntesis; y empíricos como la programación multiobjetivo y la programación entera.

<sup>1</sup> Profesor instructor, ingeniero industrial, Universidad de Holguín, a.borges@uho.edu.cu

<sup>2</sup> Profesor auxiliar, doctor en ciencias técnicas, ingeniero industrial, Universidad de Holguín, ylaol@uho.edu.cu

**Palabras Claves:** sistema logístico, modelación multiobjetivo, empresas comercializadoras.

## **IMPROVEMENT OF THE MULTI-OBJECTIVE MODEL TO MANAGE PHYSICAL RESOURCES IN THE LOGISTICS SYSTEM OF TRADING COMPANIES**

### **ABSTRACT**

The update of the Cuban economic model, imposes changes in companies in order to achieve superior performance and improvement of their processes. In this sense, organizations seek integrated management of logistics systems, supported in the decision-making process through the use of mathematical tools. With the idea of reducing response times and identifying the optimal amount of resources, organizations rely on techniques that guarantee the information necessary to achieve their objectives. The Cuban trading companies focused on perfecting their logistics system, are some of the most resorting to this type of techniques with the goal of optimizing their internal processes. Through the identification of problems that affect the correct logistic performance of these organizations and a review of the literature, deficiencies were found in the multiobjective model proposed by Lao León (2017). The objective of this research is to perfect the multi-objective model of the physical resources that intervene in the logistics system in trading companies. As a result of this research, the multi-objective model proposed by Lao León (2017) was perfected, which ensures the management of the means, object and work force necessary in the logistics system of trading companies. Throughout the development of the research, theoretical methods such as historical-logical and analysis and synthesis were used; and empirical ones such as multiobjective programming and the whole programming.

**Keywords:** logistic system, multiobjective modeling, trading companies.

### **INTRODUCCIÓN**

La actualización del modelo económico cubano tiene como uno de sus objetivos lograr que en el sistema empresarial predominen las empresas organizadas, competitivas, capaces de autofinanciarse, de posicionarse como líderes en el mercado nacional e internacional y lograr la mejora continua de la gestión integrada, consiguiendo de este modo situarse en Perfeccionamiento Empresarial. Como afirma Saez Mosquera (2008) el proceso de Perfeccionamiento Empresarial ha introducido procesos de cambio en todas las esferas de actuación de las empresas nacionales. Vital importancia ha tomado el uso y tratamiento de la información como agente de cambio debido a su papel protagónico en los procesos de toma de decisiones.

Como afirman Gómez Acosta y Acevedo Suárez (2014), la logística que predomina en la economía cubana actual es de la primera etapa, enmarcando cuatro etapas para su desarrollo histórico e integración: Gestión de procesos logísticos individuales, Gestión por subsistemas, Logística empresarial y Logística integrada. Mediante el Decreto 281, el modelo de Perfeccionamiento Empresarial apunta hacia la segunda etapa, pero aún no existe infraestructura (en empresas, universidades, etc.) para su

despliegue. No obstante, las actualizaciones realizadas en los Decretos 334, 335 y 336 no hacen alusión a la derogación de los artículos del 227 al 231 del Decreto 281 relacionado con la logística en las empresas.

Acevedo Suárez (2008), ratifica que la logística y la gestión de las cadenas de suministro son en la actualidad elementos de primer orden para el incremento de la eficiencia y la competitividad de las empresas y otras entidades en Cuba, asegurando los recursos necesarios para dar respuesta con calidad a las necesidades del mercado, especialmente en las empresas comercializadoras.

En la actualidad la modelación multicriterio es el instrumento más efectivo para la determinación de los recursos logísticos y la toma de decisiones, ya que proporciona una modelación más exacta de la situación actual, mejorando su eficiencia y eficacia (Acevedo Suárez, 2008; Bautista Arias, 2014; Feitó Cespón, 2015; Garza Ríos y González Sánchez, 2004; Gómez Acosta *et al.*, 2013; González González, 2002; Lao León, 2017; Marrero Delgado *et al.*, 2001). Ante la necesidad de las empresas cubanas de perfeccionar su sistema logístico y la cada vez mayor integración de estos, aparecen insuficiencias en los modelos matemáticos existentes.

## **METODOLOGÍA**

### **Perfeccionamiento del modelo para la gestión integrada de restricciones físicas en el sistema logístico de empresas comercializadoras**

Para el éxito empresarial en la gestión logística, es de vital importancia disponer de un sistema informativo, que ofrezca una visión integral del desempeño de todos los recursos, a partir de un análisis que indisolublemente vea adecuada integración. (Lao León, 2017). A partir del análisis de la GRF, las perspectivas metodológicas y modelos matemáticos enfocados a esta, unido a la importancia de la comercialización en Cuba; a continuación, se presenta el modelo desarrollado por Lao León (2017) que persigue como objetivo fundamental, gestionar de forma integrada las restricciones físicas en el sistema logístico de empresas comercializadoras.

Explicación del modelo

**Contenido:** se presenta un modelo multiobjetivo para la gestión integrada de los recursos: OT, FT y MT presentes en el SLEC. Las empresas comercializadoras adquieren sus productos mediante sus respectivos proveedores. Una vez realizada la compra, la mercancía es recepcionada y almacenada en los almacenes pertenecientes a la entidad hasta el momento de su distribución hasta los clientes.

#### **Descripción del modelo**

Para la aplicación del modelo es necesario tener en cuenta un conjunto de supuestos que permitan su desarrollo, estos son:

- 1.El modelo contempla varios recursos (OT, FT y MT).
- 2.La cantidad y localización de los proveedores y clientes es conocida.
- 3.La cantidad y localización de los almacenes de la entidad comercializadora es conocida.
- 4.La capacidad de almacenamiento es finita y conocida.
- 5.La demanda es determinística.

- 6.La capacidad de los medios de transporte potenciales es conocida.
- 7.Los flujos son permitidos solo entre dos subsistemas consecutivos del SL y no se permite flujos entre elementos del mismo subsistema, ni saltarse subsistemas.
- 8.Se considera que la entidad cuenta con los recursos económicos para suplir las necesidades.
- 9.Los costos fijos y variables de cada subsistema son conocidos y se asume que su comportamiento es determinístico.**

A partir de los supuestos planteados se estableció la formulación del problema de la manera siguiente:

**Sean:** los  $a$  almacenes necesarios para la recepción de los productos  $o$  provenientes del proveedor  $p$  y su almacenamiento hasta su distribución hacia el cliente  $c$ , conocidas las capacidades de almacenamiento y de los medios de transporte y la demanda y los **gastos monetarios del SLEC**, en condiciones de incertidumbre del número de los recursos necesarios.

**Determinar:** la cantidad de medios de trabajo ( $Mt$ ), fuerza de trabajo ( $Ft$ ) y objeto de trabajo ( $Ot$ ) necesarios durante todo el sistema logístico tal que:

Min  $f_1$  ( $Ft$ ): minimizar la cantidad de la fuerza de trabajo necesaria en el sistema logístico.

Min  $f_2$  ( $Mt$ ): minimizar la cantidad de los medios de trabajo necesarios en el sistema logístico.

Max  $f_3$  ( $Ot$ ): maximizar la cantidad del objeto de trabajo en el sistema logístico para su comercialización.

### Formulación del modelo

Para la formulación del modelo es necesario realizar la notación de los términos a emplear, estos se agrupan en los conjuntos, parámetros y variables siguientes:

#### Conjuntos

A: almacenes ( $a = 1, 2, \dots, A$ ).

C: clientes ( $c = 1, 2, \dots, C$ ).

I: puestos de trabajos ( $i = 1, 2, \dots, I$ ).

M: medios de transporte potenciales ( $m = 1, 2, \dots, M$ ).

O: tipo de productos ( $o = 1, 2, \dots, O$ ).

P: proveedores de productos ( $p = 1, 2, \dots, P$ ).

R: ciclos de distribución dados por un medio de transporte en la jornada laboral ( $r = 1, 2, \dots, R$ ).

S: subsistemas logísticos ( $s = 1, \dots, 4$ ).

**T: tiempo (días) ( $t = 1, 2, \dots, 30$ ).**

#### Parámetros

$ASS_{SD}$ : gasto en aporte a la seguridad social del salario directo [\\$].

$ASS_{SI}$ : gasto en aporte a la seguridad social del salario indirecto [\\$].

$C_o$ : cantidad de unidades del producto  $o$  [u].

$C_{a_a}$ : capacidad de almacenamiento del almacén  $a$  [u].

$Cd_{ms}$ : capacidad de carga dinámica del medio  $m$  [kg/medio].

$Cl_c$ : cantidad de clientes  $c$  [clientes].  
 $Cmb_f$ : gasto en combustible fijo [\\$].  
 $Cmb_v$ : gasto en combustible variable [\\$].  
 $Cp_c$ : cantidad de pedidos del cliente  $c$  [pedidos/cliente].  
 $CV_{ms}$ : capacidad de carga volumétrica del medio  $m$  [ $m^3$ /medio].  
 $D_{os}$ : demanda del producto  $o$  en el subsistema  $s$  [u].  
 $DeD_{os}$ : desviación estándar de la distribución diaria del producto  $o$  en el subsistema  $s$  por día [u].  
 $Doc$ : gasto en documentación [\\$].  
 $Dp_{op}$ : disponibilidad del producto  $o$  solicitado al proveedor  $p$ .  $Dp_{op} = \{0: No; 1: Si\}$   
 $E_f$ : gasto en energía eléctrica fijo [\\$].  
 $E_v$ : gasto en energía eléctrica variable [\\$].  
 $Et_m$ : estado técnico del medio  $m$ .  $Et_m = \{0: Malo; 1: Bueno\}$   
 $Ex_{os}$ : existencias del producto  $o$  en el subsistema  $s$  [u].  
 $Fd_{m(i)s}$ : fondo de tiempo disponible para el medio  $m$  (puesto  $i$ ) en el subsistema  $s$  durante la jornada laboral [min/medio].  
 $Fts$ : fondo de tiempo disponible para la elaboración de los pedidos del cliente  $c$  [min].  
 $GAl_{ms}$ : gastos en almacenamiento del producto  $o$  en el subsistema  $s$  [\\$].  
 $GF_{js}$ : gastos fijos en el subsistema  $s$  [\\$].  
 $Gpe_{os}$ : gastos de preparación y empaque del producto  $o$  en el subsistema  $s$  [\\$].  
 $Grp$ : gastos en reposición [\\$].  
 $GT_s$ : gastos totales en el subsistema  $s$  [\\$].  
 $GVb_s$ : gastos variables en el subsistema  $s$  [\\$].  
 $IM_{os}$ : inventario máximo del producto  $o$  en el almacén  $a$  en el subsistema  $s$  [u].  
 $IS_{os}$ : inventario de seguridad para el producto  $o$  en el subsistema  $s$  [u].  
 $km_{os}$ : coeficiente de merma del producto  $o$  en el subsistema  $s$  [ $0 \leq km_{os} < 1$ ].  
 $ks_{os}$ : coeficiente de seguridad de inventario del producto  $o$  en el subsistema  $s$  para garantizar norma de servicio (NS) = 90%.  $Ks_{os} = 1,28$ .  
 $L$ : duración del ciclo del pedido [día].  
 $MD$ : gasto en material directo [\\$].  
 $Md_{ms}$ : cantidad de medios  $m$  disponibles en el subsistema  $s$  [medio].  
 $Mnd_{ms}$ : cantidad de medios  $m$  no disponibles en el subsistema  $s$  [medio].  
 $Mnt$ : gastos en mantenimiento [\\$].  
 $Npr_m$ : cantidad de piezas de repuesto necesarias para reparar el medio  $m$  [u].  
 $Nr_{is}$ : norma de rendimiento para cada puesto de trabajo  $i$  del subsistema  $s$  [pedido/d- obrero].  
 $Nv_{ms}$ : número de viajes a realizar por el medio  $m$  en el subsistema  $s$  [viajes].  
 $nvm_o$ : número de viajes que puede realizar el medio  $m$  con el producto  $o$  en la jornada laboral [viajes/medio].

OGM: otros gastos monetarios [\$].

$P_{ops}$ : precio del producto o comprado al proveedor  $p$  que entrará en el subsistema  $s$  [\$/u].

$P_a$ : plantilla aprobada total del SL [obreros].

$P_r$ : plantilla real cubierta total del SL [obreros].

$P_{eoc}$ : plazos de entrega del producto o al cliente  $c$  [min/pedido].

$Pol_{f(m,i,s)}$ : número de actividades que es capaz de asumir el obrero  $f$  (medio  $m$ , en el puesto de trabajo  $i$  y en el subsistema  $s$ )  $Pol_{f(m,i,s)} \in \mathbb{Z}$ .

$P_{pis}$ : cantidad máxima de pedidos a procesar en el puesto de trabajo  $i$  en el subsistema  $s$  por día [pedido/d].

$P_{rm}$ : cantidad de piezas de repuesto disponibles del medio  $m$  [u].

$P_{sop}$ : cantidad de productos o solicitados a los proveedores  $p$  [u].

$p_u$ : peso unitario del producto o [kg/u].

$P_v$ : plazo de caducidad del producto o luego de su entrada al sistema [día].

$Q_{oms}$ : cantidad de producto o que el medio de transporte  $m$  debe trasladar en el subsistema  $s$  [u/medio].

$R_{pm}$ : posibilidad de reparación del medio  $m$ .  $R_{pm} = \left\{ 1: si \frac{Pr_m}{Npr_m} > 1; 0: si \frac{Pr_m}{Npr_m} < 1 \right\}$

SD: gasto en salario directo [\$].

SI: gasto en salario indirecto [\$].

$te_o$ : fecha de entrada del producto o al SL [día].

$tp$ : tiempo máximo de preparación del pedido [min/pedido].

$tr_m$ : tiempo máximo recorrido por el medio  $m$  en el ciclo de distribución  $r$  [min/viaje].

$Tr_z$ : gasto en contratación a terceros [\$].

$ts_o$ : fecha de salida del producto o del SL [día].

$v_o$ : volumen unitario de producto o [m<sup>3</sup>/u].

$V_{pmc}$ : cantidad de viajes que debe realizar el medio  $m$  para satisfacer la cantidad de pedidos del cliente  $c$  [viajes/pedido].

### **Variables de decisión**

$a$ : desviación positiva que indica sobregasto de los gastos totales [\$].

$b$ : desviación positiva que indica exceso para la plantilla aprobada [obreros].

$c$ : desviación negativa que indica ahorro de los gastos totales [\$].

$d$ : desviación negativa que indica déficit para la plantilla aprobada [obreros].

$e_{ms}$ : desviación positiva que indica exceso para el número de viajes [viajes].

$f_{ms}$ : desviación negativa que indica déficit para el número de viajes [viajes].

$F_{tis}$ : cantidad de FT necesaria en los puestos de trabajos  $i$  en los subsistemas  $s$  [obreros].

$g_a$ : desviación positiva que indica exceso para la capacidad de almacenamiento [u].

$h_a$ : desviación negativa que indica déficit para la capacidad de almacenamiento [u].

$j_{os}$ : desviación positiva que indica exceso para la demanda [u].

$k_{os}$ : desviación negativa que indica déficit para la demanda [u].

$l_o$ : desviación positiva que indica exceso para el plazo de caducidad [día].

$Mt_{ms}$ : cantidad de MT  $m$  necesarios en todos los subsistemas  $s$  [medio].

$n_o$ : desviación negativa que indica déficit para el plazo de caducidad [día].

$Ot_{ocas}$ : cantidad de OT tipo  $o$  almacenados en el almacén  $a$  necesarios en todos los subsistemas  $s$  para satisfacer la demanda del cliente  $c$  [u].

### Función objetivo

El modelo propuesto contempla una función objetivo representada por la expresión 2.1, con la que se pretende minimizar la cantidad de FT necesarios en cada puesto de trabajo del SL, determinar la cantidad óptima de MT necesarios para suplir la demanda en el SL y modelar los OT necesarios en el SL para cumplir con la demanda de los clientes, aunque se les puede dar prioridades a partir de los pesos ( $N$ ,  $T$  y  $Z$ ) definidos.

$$\begin{aligned} & \min f_1 (Ft_{is}, Mt_{ms}, Ot_{ocas}, e_{ms}, y_m, z_m, u_m, x_m, j_{os}, k_{os}, g_a, h_a, l_o, q, t_c, a, b, c, d) \\ & = N \sum_{s=1}^4 \sum_{i=1}^I (Ft_{is}/P_r + b/P_r + d/P_r + q/Fts) \\ & + T \sum_{m=1}^M \sum_{s=1}^4 (Mt_{ms}/Md_{ms} + e_{ms}/Nv_{ms} + y_m/Cv_{ms} + z_m/Cv_{ms} + u_m/Cd_{ms} + x_m/Cd_{ms}) \\ & - Z \sum_{o=1}^O \sum_{c=1}^C \sum_{a=1}^A \sum_{s=1}^4 (Ot_{ocas}/D_{os} - j_{os}/D_{os} - k_{os}/D_{os} - g_a/Ca_a - h_a/Ca_a - l_o/Pv_o - t_c/Pe_{oc} - a/GT_s \\ & \quad - c/GT_s) \end{aligned} \quad (2.1)$$

## RESULTADOS

Las variables y factores agregados al modelo permiten desarrollar dos restricciones enfocadas al factor social y económico. La construcción de ambas ecuaciones procura brindar valores exactos que ayuden en la gestión de la empresa comercializadora y al impacto que tiene en la sociedad y economía.

### Restricciones

La cantidad de productos totales en almacén deben ser las existencias de cada producto que satisfagan la demanda, unido al inventario de seguridad de cada producto y a su merma<sup>3</sup>.

$$\sum_{m=1}^M \sum_{o=1}^O \sum_{c=1}^C \sum_{a=1}^A Ot_{ocas} \leq (Ex_{os} + IS_{os})(1 + km_{os}), \forall s \quad (2.13)$$

La expresión (2.14) permite asegurar la cantidad de productos solicitados al proveedor contemplando que la cantidad de pedidos por clientes en el margen de tiempo de 30 días, estará en correspondencia con la existencia en el almacén para satisfacer al cliente.

<sup>3</sup> En la anterior expresión 2.13 se consideraba para todos los objetos tipo  $o$ , con el ajuste realizado se puede escoger todo o una cierta cantidad de estos, dando la posibilidad de un enfoque más detallado.

$$\sum_{o=1}^o \sum_{c=1}^c Ex_{os} = Ps_{op} \cdot Cp_c - j_{os} + k_{os}, \forall s \quad (2.14)$$

Teniendo en cuenta el coeficiente de seguridad para una norma de servicio de un 90%, la distribución diaria analizando su desviación estándar y la duración del ciclo del pedido, se contará con un inventario de seguridad que cubra un faltante en la distribución (2.15).

$$IS_{os} = (Ks_{os} \cdot DeD_{os} \cdot \sqrt{L} + \sqrt{L} \cdot Q_{oms} \cdot num_o) \quad (2.15)$$

Las expresiones (2.21)-(2.25) agrupan las restricciones económicas. Los gastos totales en los subsistemas corresponden a la suma de los gastos fijos y los variables (2.21).

$$\sum_{s=1}^4 GT_s = GFj_s + GVb_s - a + b, \forall m, o \quad (2.21)$$

Se consideró que los gastos fijos en los subsistemas contemplan el gasto de energía eléctrica, combustible y mantenimiento, así como el salario indirecto con su aporte a la seguridad social, el pago a terceros por servicios prestados y otros gastos monetarios (2.22).

$$\sum_{s=1}^4 GFj_s = E_f + Cmb_f + SI + ASS_{SI} + OGM + Mnt + Trz, \forall m, o \quad (2.22)$$

En la expresión (2.23) se desglosan los gastos variables presentes por subsistema, tales como: material directo, energía eléctrica y combustible, salario directo y su aporte a la seguridad social, el gasto de almacenamiento del producto, la documentación y el gasto por reposición de producto.

$$GVb_s = \sum_{s=1}^4 (MD + E_v + Cmb_v + SD + ASS_{SD}) + GAlm_{os} + Doc + Grp, \forall m, o \quad (2.23)$$

Las expresiones (2.24) y (2.25) son complementos de la anterior (2.23), la expresión (2.24) desarrolla el cálculo de costo de venta teniendo en cuenta el coeficiente de merma y el gasto de preparación y empaque de los productos.

$$MD = p_{ops} \cdot C_o (1 + km_{os}) + Gpe_{os} \quad (2.24)$$

El gasto de almacenamiento está relacionado con los costos del inventario de seguridad y el inventario retenido (2.25).

$$GAlm_{os} = IR_{os} + IS_{os}, \forall o \quad (2.25)$$

Se establece como límites, que las variables que expresan tiempo y capacidad son continuas y mayores o iguales a cero, y las variables que expresan cantidad respecto a las cantidades de OT, FT, MT y polivalencia son enteras y mayores o iguales a cero.

## DISCUSIÓN

Los elementos adicionados al modelo desarrollado por Lao León (2017) permiten darle dos enfoques adicionales, social y económico. Para la elaboración de las mismas, fue necesario incluir algunos elementos al modelo, como son dos variables de holgura, la inclusión de los costos logísticos en la descripción y la formulación del modelo, un conjunto tiempo y 20 nuevos parámetros. La restricción



elaborada con carácter social, esta enfocada a verificar la cantidad de un producto necesario para satisfacer la demanda, apoyada en estudios y en inquietudes de los clientes, asegurará contar con stock del producto para las distribuciones, su calculo se realiza a través de una ecuación y dos cálculos auxiliares. Por otro lado, la restricción económica persigue la identificación de los costos logísticos para su reducción, separando los gastos fijos de los variables y calculando un total de costos por medio de una ecuación y cuatro cálculos auxiliares. Las variables holgura pertenecen a esta restricción e indican sobregasto o ahorro de los costos logísticos. Los elementos que se analizan son el gasto energético, combustible, mantenimiento, salario directo e indirecto, pago de servicios a terceros entre otros.

## CONCLUSIONES

1. Derivado de su rol en el desempeño de los procesos del sistema logístico en una empresa comercializadora, es indispensable una gestión oportuna y eficiente de los recursos físicos (medio, fuerza y objeto de trabajo), como elementos potencialmente restrictivos, no contemplados en el modelo por Lao León (2017).
2. La situación actual de las restricciones físicas en empresas comercializadoras del territorio holguinero que han sido objeto de investigación corrobora el predominio de los medios y objeto de trabajo con énfasis en los primeros y la ausencia de la fuerza de trabajo como elemento restrictivo, fruto del proceso de reordenamiento laboral.
3. El perfeccionamiento del modelo a través de una restricción con carácter social permite la identificación oportuna de las restricciones físicas al contemplar los destinos sociales de los objetos comercializados y la eficiente identificación mediante otra que pondera la magnitud en los gastos fijos y variables del sistema logístico, todo lo cual contribuye al incremento del nivel de servicio al cliente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Suárez, J. (2008). *Modelos y estrategias de desarrollo de la Logística y las Redes de Valor en el entorno de Cuba y Latinoamérica*. (Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias), Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" La Habana, Cuba. Retrieved from <http://catedragc.mes.edu.cu/repositorios/>
- Bautista Arias, J. A. (2014). *Análisis multicriterio para la toma de decisiones en la distribución del carbón obtenido de la zona cundiboyacence a puertos marítimos evaluando impactos ambientales, sociales y económicos*. (Trabajo de grado para optar por el título de Máster en diseño y gestión de procesos), Universidad de la Sabana, Retrieved from [http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/10731/Jorge%20Andres%20Bautista%20Arias\(TESIS\).pdf?sequence=1](http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/10731/Jorge%20Andres%20Bautista%20Arias(TESIS).pdf?sequence=1)
- Feitó Cespón, M. (2015). *Modelo multiobjetivo para el rediseño de cadenas de suministro sostenibles de reciclaje, bajo condiciones de incertidumbre. Aplicación a la recuperación de plásticos en Cuba*.

- (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba. Retrieved from <http://catedragc.mes.edu.cu/repositorios/>
- Garza Ríos, R., & González Sánchez, C. (2004). Modelo matemático para la planificación de la producción en la cadena de suministro. *Ingeniería Industrial*, XXV(2), 26-29.
- Gómez Acosta, M., & Acevedo Suárez, J. (2014). *Logística*. Paper presented at the Curso de formación básica para profesores de Logística, La Habana, Cuba.
- Gómez Acosta, M., Acevedo Suárez, J. A., Pardillo Baez, Y., López Joy, T., & Lopes Martínez, I. (2013). Caracterización de la Logística y las Redes de Valor en empresas cubanas en Perfeccionamiento Empresarial [Characterization of the Logistics and the Value Nets in Cuban Companies in Managerial Improvement]. *Ingeniería Industrial*, XXXIV(2), 15.
- González González, R. (2002). *El modelo de plataforma logística de petróleo en Cuba*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana, Cuba.
- Lao León, Y. O. (2017). *Procedimiento para la gestión integrada de las restricciones físicas en el sistema logístico de empresas comercializadoras*. (Doctor en Ciencias Técnicas), UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN, Holguín.
- Marrero Delgado, F., Asencio García, J., Cespón Castro, R., Abréu Ledón, R., Orozco Sánchez, R., & Sánchez Castillo, J. (2001). Aplicación de la toma de decisiones multicriterio en la cadena de corte, alza y tiro de la caña de azúcar. *Ingeniería Industrial*, 22(3), 21-25.
- Saez Mosquera, I. (2008). *Procedimiento y arquitectura de apoyo para la asistencia decisional de procesos estratégicos de gestión logística*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Villa Clara, Cuba.