

# MODELIZACIÓN AUTOMÁTICA DE PROBLEMAS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE TECNOLOGÍA JAVA

**Angel Cobo Ortega**

**Patricia Gómez García**

Fac. Económicas y Empresariales - Universidad de Cantabria

Av. Los Castros s/n

39005 Santander

Tlf: 942 201830 – Fax: 942 201603

e-mail: [acobo@unican.es](mailto:acobo@unican.es), [gomezp@unican.es](mailto:gomezp@unican.es)

**PALABRAS CLAVE:** Modelización, Problema del Transporte, Java, Software I.O.

## RESUMEN:

Esta comunicación presenta un programa informático desarrollado para el tratamiento gráfico de problemas de redes de distribución y su modelización de forma automática en los lenguajes de algunos de los programas de investigación operativa más conocidos y utilizados. El programa ha sido desarrollado utilizando el lenguaje de programación Java, por lo que puede ser utilizado a través de Internet. Mediante una interfase gráfica muy intuitiva, el usuario puede diseñar la red de transporte, estableciendo los valores de los diferentes parámetros del problema y variando determinadas características del mismo. Una vez diseñada la topología de la red, el software genera código fuente que puede ser utilizado directamente en programas tales como Lindo, Lingo, Gams, Mathematica,... Igualmente, tiene la posibilidad de generar un documento LaTeX con la explicación del modelo obtenido.

## INTRODUCCIÓN

La resolución de problemas de distribución es uno de los problemas clásicos de la Investigación Operativa. Los problemas del transporte y del transbordo han sido ampliamente estudiados y son conocidos diversos métodos para su resolución, desde técnicas clásicas de programación lineal hasta la utilización de técnicas basadas en inteligencia artificial. Igualmente es posible encontrar una gran variedad de software para su tratamiento informático, desde software específico de investigación operativa (Lingo, Lindo, Gams, Tora,...) hasta software científico de carácter general (Matemática, Matlab,...) que puede ser también utilizado para el análisis de estos problemas. El objetivo del presente trabajo no se centra en las técnicas de resolución sino más bien en el proceso de obtención de las formulaciones matemáticas que modelizan dichos problemas. El proceso de modelización requiere identificar las variables que intervienen en el problema, cuantificar un objetivo y establecer las restricciones o limitaciones que las variables deben cumplir. Cuando la red de distribución tiene una topología compleja, el proceso no siempre es sencillo y muchas veces se advierte la falta de herramientas informáticas que se encarguen, no de la resolución del problema, sino de ayudar en el planteamiento del modelo del mismo.

Evidentemente, la implementación de un algoritmo en el que están claramente identificados los pasos a seguir así como su secuencia temporal resulta factible de realizar en un programa informático utilizando un lenguaje de programación adecuado; sin embargo, el proceso de modelización es muchas veces un “arte” que se basa en la intuición y habilidades del modelizador. Desarrollar un programa informático capaz de establecer modelos ante problemas reales es un problema extremadamente complejo y en cualquier caso debería situarse en el campo de estudio de la Inteligencia Artificial.

El objetivo de este trabajo ha sido desarrollar un programa informático que permita modelizar gráficamente problemas de transporte y transbordo. El programa permite definir la estructura de la red de una forma muy intuitiva, establecer los valores de los parámetros del problema (costes unitarios de cada ruta, capacidades de producción, demandas,...) y generar de forma automática los modelos matemáticos que determinan la solución óptima del problema, todo ello a través de una interfase de usuario gráfica. Se ha pretendido desarrollar un programa que pueda ser utilizado por cualquier persona sin necesidad de tener experiencia en procesos de modelización ni en aspectos puramente matemáticos del problema o de su implementación informática.

## **EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE**

El problema del transporte, en su variante más simple, consiste en determinar la forma de suministrar a un conjunto de mercados las cantidades por ellos demandadas de un cierto producto, utilizando para ello un conjunto de centros de producción (fábricas), cada uno con unas capacidades de producción determinadas, y teniendo en cuenta que las rutas que unen los centros de producción con los mercados tienen asociados costes unitarios en principio diferentes. De esta forma el problema queda planteado como un problema de optimización en el que se trata de minimizar la función de coste total del transporte teniendo en cuenta las restricciones definidas por las capacidades de producción de los centros de producción y las demandas de los mercados.

La formulación de este tipo de problemas es sencilla, aunque cuando se trabaja con un gran número de fábricas y/o mercados el número de variables y restricciones a manejar aumenta notablemente. Incluso el problema puede completarse con la inclusión de puntos de transbordo o más de un producto, por ejemplo.

## **DISEÑO GRÁFICO DE REDES DE TRANSPORTE**

La utilización del programa desarrollado requiere una fase inicial de construcción de la red de transporte del problema. Para ello la ventana principal dispone de un menú en el que el usuario seleccionada el tipo de nodo a crear y poder definir, con simples pulsaciones del ratón, los centros de producción o fábricas, los almacenes, los mercados y las rutas entre nodos. Al situar sobre la ventana un nodo, el programa solicita automáticamente al usuario un nombre para el nodo y el parámetro asociado (producción, capacidad o demanda). Los nombres dados por el usuario se utilizarán para la posterior construcción del modelo matemático. Los parámetros del problema pueden ser igualmente introducidos en forma matricial.

En la Figura 1 puede verse la interfase gráfica del problema con un ejemplo de red de transporte sencilla.

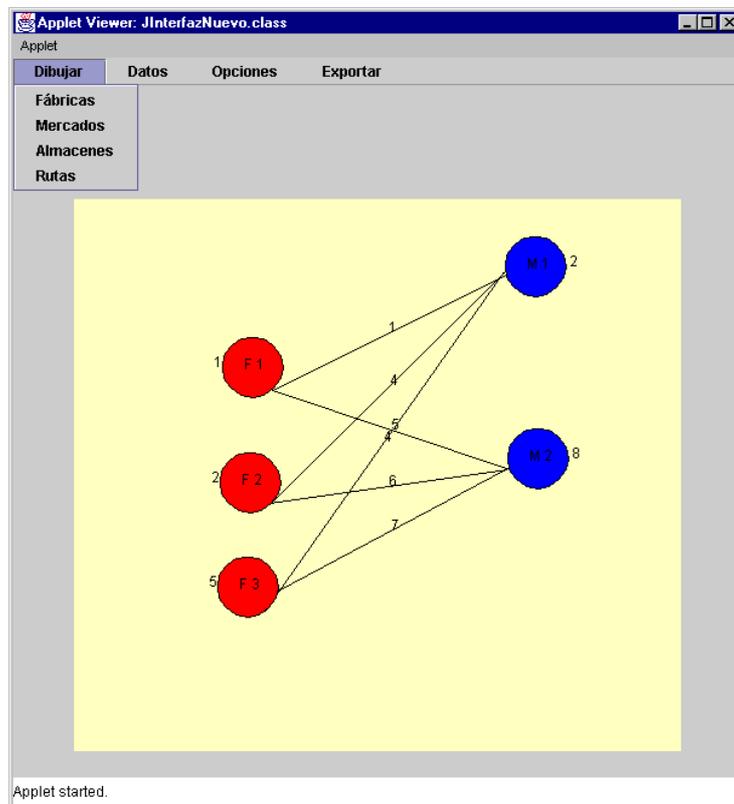


Figura 1: Diseño gráfico de la red de transporte

Figura 2: Cuadro de diálogo de introducción de parámetros

## MODELIZACIÓN AUTOMÁTICA

Tras el proceso de definición de la red, el programa está listo para ser utilizado con el objeto de establecer el modelo, es decir, definir las variables implicadas, construir a partir de ellas la función de coste total del transporte y establecer las restricciones que vienen impuestas por las limitaciones de producción de los centros de producción, las capacidades de los almacenes y las demandas de los mercados (ver Figura 3)

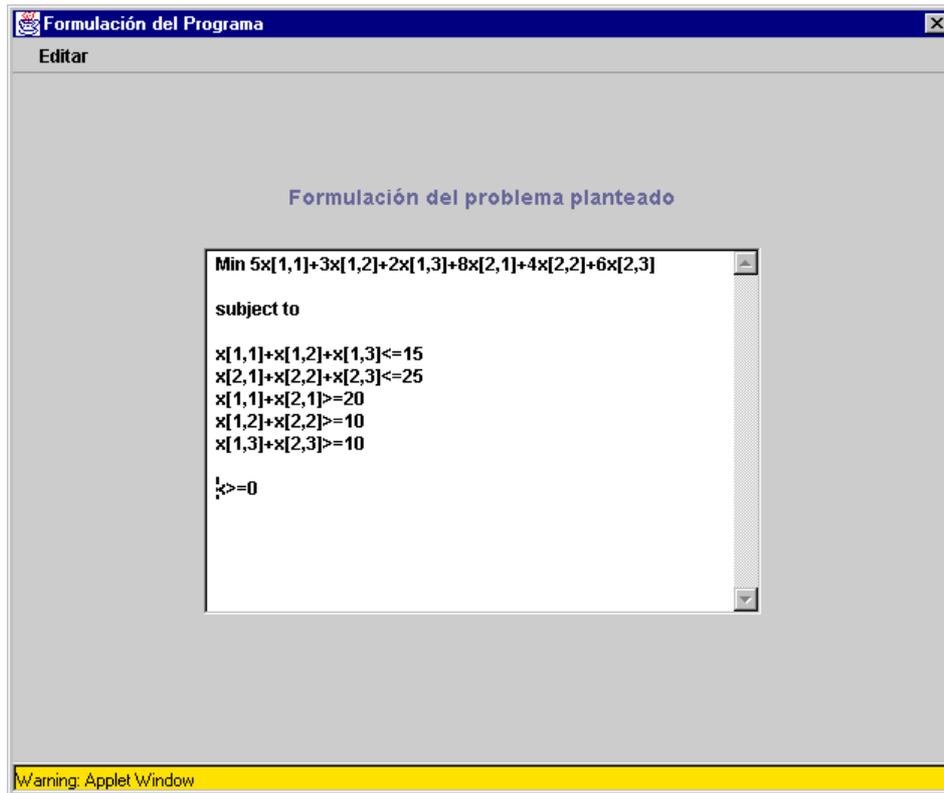


Figura 3: Generación del modelo

El programa permite mostrar una visualización comentada del modelo en dos formatos estándar ampliamente conocidos: el formato HTML para ser visualizado con un navegador web, y el formato LaTeX para ser compilado y posteriormente visualizado con algún procesador TeX. De esta forma el usuario puede ver el planteamiento del problema generado por el programa.

Otra de las opciones del programa es generar el modelo pero utilizando la sintaxis requerida por algunos de los programas informáticos de investigación operativa más conocidos. En concreto, el programa genera las instrucciones que permitirían la resolución del problema en los siguientes programas informáticos:

- Mathematica
- Lingo - Lindo
- Gams

El código generado de forma automática podría ser trasladado al correspondiente programa para la resolución del problema.

Las opciones comentadas anteriormente pueden verse en los menús de la Figuras 4 y 5



Figura 4: Generación de la explicación del modelo en HTML o TeX



Figura 5: Menús para exportar el modelo a otros programas

## ASPECTOS DE PROGRAMACIÓN

El software ha sido desarrollado utilizando el lenguaje de programación Java. Las razones de esta elección han sido varias: en primer lugar la posibilidad de integrar el programa en una página Web y por tanto su posible utilización a través de Internet. Por otro lado, la portabilidad del programa, Java permite que los programas funcionen en cualquier tipo de plataforma informática. Por último, Java es un lenguaje orientado a objeto, esta metodología de programación es especialmente apropiada para el tipo de problema abordado. Cada nodo de una red puede ser implementado como un objeto que posee una serie de características o datos (nombre, capacidades, conexiones con otros nodos,...) y puede realizar una serie de acciones (por ejemplo, recibir o enviar mercancías)

## REFERENCIAS:

Bazaraa, M. et al (1991). Programación lineal y flujo en redes. Ed Limusa. México.

Castillo, E. et al (1997). Java. Un lenguaje de programación multiplataforma para Internet. Ed Paraninfo. Madrid.

Castillo, E. et al (2001). Building and Solving Mathematical Programming Models in Engineering and Science. John Wiley and Sons. New York.

Ciriani T.A. et al (1994). Optimization in industry : mathematical programming and modeling techniques in practice. John Wiley. New York

Panos M.P. et al (2002). Handbook of applied optimization. Oxford University Press. New York.

Schrage, L.E. (1997). Optimization modelling with LINDO. Duxbury Press. California.

Schrage, L.E. (2000). Optimization modelling with LINGO (4<sup>th</sup> ed). Duxbury Press. California.

Steenbrink, P.A. (1974). Optimization of transport networks. John Wiley and Sons. New York.

Winston, W.L. (1995). Introduction to mathematical programming: applications and algorithms. Duxbury Press, 2<sup>a</sup> ed.

Wolfram, S. (1999). The Mathematica book. Wolfram Media. Cambridge University Press. New York.

Mathematica: <http://www.wolfram.com/>

LINDO: <http://www.lindo.com/>

GAMS <http://www.gams.com>

Java: <http://www.javasoft.com>