

PROGRAMACIÓN LINEAL COMO HERRAMIENTA PARA TOMA DE DECISIONES FINANCIERAS



PALABRAS CLAVES: Programación lineal, métodos cuantitativos, estrategias pedagógicas.

KEY WORDS: Linear programming, quantitative methods, pedagogic strategies.

RESUMEN

Los métodos cuantitativos han demostrado ser apoyo fundamental en la toma de decisiones gerenciales. Este trabajo analiza la evolución histórica que ha tenido la programación lineal a través de sus principales exponentes. Igualmente, presenta la importancia del lenguaje cuantitativo como una forma de aproximarse a la práctica gerencial en las diferentes áreas.

ABSTRACT

Quantitative methods have demonstrated to be fundamental support in the reaching of managerial decisions. This work analyzes



the historic evolution that has had the linear programming through its main exponents. In the same way, it presents the importance of the quantitative language as a form to approach the managerial practice in different areas.

INTRODUCCIÓN

“En nuestro medio muchas cosas se piensan de la programación lineal. Para muchos es una parte integral de las matemáticas que debe ser estudiada, pero sin que encuentren aplicación alguna en el mundo real; para otros es una forma de aplicar modelos de optimización para empresas netamente productivas a nivel macro y para otras personas es un tema que solo interesa a los ingenieros de sistemas y matemáticos”². Sin embargo, la importancia de la programación lineal no solo radica en el procedimiento matemático, sino en la herramienta financiera que nos puede brindar como soporte para la toma de decisiones en cualquier organización, especialmente las Pymes, ya que permite la asignación eficiente de recursos escasos (limitados).

Si revisamos un poco la historia de la programación lineal, encontramos su desarrollo en el mundo empresarial. Desde la época de la Revolución Industrial, en la que la aparición de nuevos recursos de producción como las máquinas, hicieron crecer las fábricas en grandes proporciones, hasta la Segunda Guerra Mundial, en donde la necesidad de asignar recursos escasos a las distintas operaciones militares, obligaban a encontrar un mecanismo que ayudara a solucionar los problemas derivados de estos hechos.

Las personas que participaron en este avance pertenecían a diferentes campos del saber, destacándose los matemáticos, economis-

tas y científicos. Uno de estos últimos, GEORGE DANTZING, sobresalió en este proceso y fue quien en 1947 desarrolló el método simplex³ para resolver problemas de programación lineal, el cual fundamentó en el álgebra matricial⁴ y el método de Gauss Jordan⁵, complementado con un objetivo principal: maximizar utilidades o minimizar costos.

De aquí surgen elementos importantes: una parte matemática que no puede ser desconocida y es la mezcla del sistema de ecuaciones lineales en el mundo empresarial y otra, el engranaje que hace con el contenido financiero cuando se mezclan elementos de las áreas de una organización y las herramientas informáticas (el computador).

En sus inicios, programación lineal nace con dos métodos para solucionar los diferentes problemas planteados bajo el concepto de optimización de recursos escasos, minimizando costos o maximizando utilidades, con varias restricciones de recursos. Estos son el método gráfico y el método simplex. Con el transcurrir del tiempo, aparece la herramienta computacional y a través de sus bondades se convirtió en un complemento ideal para el apoyo en la toma de decisiones.

¹ Docente e investigadora de la Facultad de Administración de Empresas de la Universidad Externado de Colombia. Documento realizado en desarrollo del proyecto: Modelo de optimización lineal como herramienta para toma de decisiones financieras, del Centro de Gestión de Información y Finanzas. Recibido, 15 de febrero 15 de 2005, aceptado 10 de marzo de 2005.

² Díaz, Gloria Marlene. “La importancia de la Programación Lineal”, *Revista Virtual Universidad Santo Tomás*, [www.usta.edu.co], junio de 2002.

³ Método simplex: Algoritmo matemático que se soluciona a través de un procedimiento algebraico.

⁴ Álgebra matricial: sistema de ecuaciones lineales organizados en filas y columnas agrupados en un corchete o una llave.

⁵ Conocido también como método del Pivote, que consiste en realizar operaciones de multiplicación y suma para hallar una solución a las incógnitas.

Sin embargo, a pesar de todas las bondades en términos de identificación y análisis de recursos, es evidente que muchos desconocen la construcción de modelos como elemento integral con la aparición de los computadores; la mayor parte de los teóricos transmiten el tema como algo netamente algebraico y han hecho perder el interés por la aplicación en el mundo de los negocios. Adicionalmente, algunos autores la consideran estática y afirman que es poco apropiada por desconocer el tiempo. También se encuentran diferencias de ideas que permiten distorsionar la aplicación, ya que se encuentran sesgados considerándola cortoplacista. Pero esto dista de la realidad cuando el concepto toma las proporciones de herramienta para toma de decisiones y se sale de la noción netamente matemática.

Hablar de estática y cortoplacista es algo interesante de cuestionar, ya que a través de la investigación realizada, de los modelos desarrollados en las diferentes empresas, he encontrado que finalmente todo depende de la forma como se estructure y no de la óptica con que se critique. Adicionalmente, una empresa en la mayoría de los casos tiene todos los recursos y tendencias establecidas. Pensar en cortoplacista, depende mucho de la estructura del modelo.

HILLIER y LIBERMAN en su libro **métodos cuantitativos para administración** afirman "Algunos eventos recientes han añadido urgencia a esta tarea. La decisión que en 1991 tomó The Association Advance Collegiate Schools of Business (AACSB) de abandonar la ciencia administrativa desde su cuerpo central de conocimientos significó que los cursos tenían que comenzar a competir en el mercado abierto. La experiencia indica constantemente que los tradicionalmente exhaustivos cursos de álgebra se encuentran en problemas, mientras que prosperan aquellos que han roto los moldes antiguos.

El siguiente extracto del reporte de 1996, que presentó el Subcomité Operativo de la Bus-

sines Scholl Education Task Force de Informs se refiere a este respecto: "Existe clara evidencia de que debe darse un cambio importante del curso introductorio a la ciencia administrativa en este ambiente. Se tiene mucha paciencia con los cursos enfocados en algoritmos; por el contrario, la demanda se centra en cursos que enfocan situaciones empresariales, incluyendo importantes temas no matemáticos, el uso de hojas de cálculo y la formulación y evaluación de modelos más que la estructura de los mismos. Tal curso requiere nuevos materiales didácticos"⁶.

Esto nos indica que la programación lineal, con el pasar del tiempo se ubica como un elemento importante en el desarrollo de la construcción de modelos de optimización. Los conceptos matemáticos deben ser desglosados y ajustados al tema empresarial, de tal forma que permitan ganar tiempo y realizar análisis de diferentes escenarios, para tomar decisiones con probabilidades de error muy bajas.

A nivel mundial, muchos estudiosos del tema se han dedicado a demostrar a través de fundamentos teóricos y aplicaciones en las diferentes áreas de la organización la importancia de la ciencia administrativa (investigación de operaciones) y los alcances que ha tenido en el mundo empresarial; entre quienes cabe destacar a:

– TURBAN E., quien habla de la importancia de la investigación de operaciones como sistema de apoyo a la gestión directiva de una empresa basado en la optimización⁷.

– GEOFFRION ARTHUR se refiere a los problemas que limitan el uso de la investigación de operaciones (baja productividad de los modeladores y apatía por parte de los tomadores de decisiones) y las oportunidades que representa, considerando de esta forma que los aspectos teóricos de la investigación de operaciones se deben volver más prácticos⁸. Su opinión está

⁶ HILLIER y LIBERMAN. *Métodos cuantitativos para administración*, McGraw, 2001.

⁷ TURBAN. *Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems*, Prentice Hall, 1995.



enfocada en llevar a la realidad el fundamento teórico ya que, considera, se desaprovecha el potencial del tema al no utilizar herramientas como las suministradas por los programas computacionales.

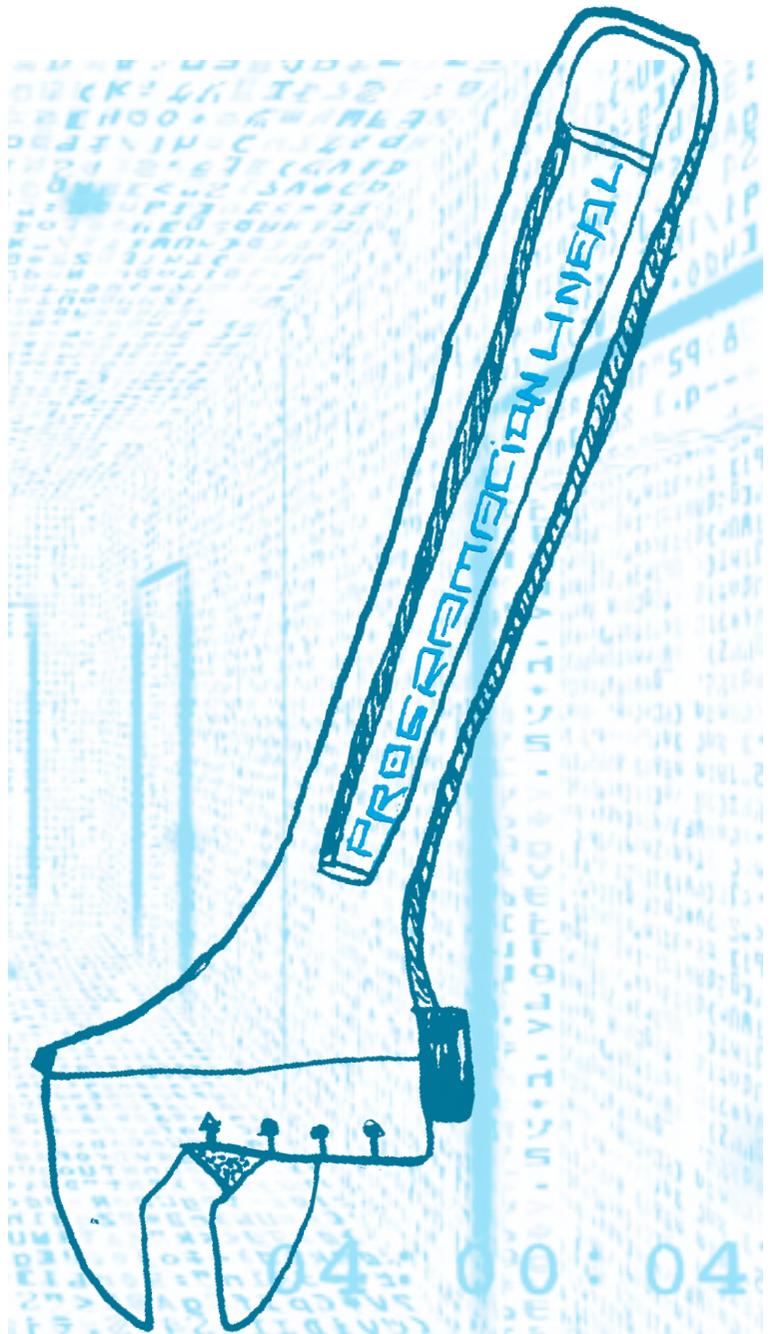
– GEOFFRION y MATURANA dicen que una forma de mejorar la productividad basados en la optimización es mediante la utilización de un **software** que logra explotar al máximo la estructura del modelo que se plantee⁹.

– JEFFREY MOORE se concentra en la construcción de modelos simbólicos en hoja de cálculo electrónica, para representar relaciones entre los datos cuantificables de interés de una organización como soporte para la toma de decisiones, utilizando la aplicación de programación lineal a través de la herramienta de Solver¹⁰.

– CHARLES BONINI aborda la toma de decisiones gerenciales en temas relacionados con producción, finanzas, distribución, comercialización, etc., a través de la construcción de modelos y planteamientos de problemas, con objetivos claros de maximización de utilidades o minimización de costos, sujetos a una serie de restricciones, solucionados a través de paquetes computacionales¹¹.

– ANDERSON, SWEENEY, WILLIAMS. Trabajan la aplicación de programación lineal a través de planteamientos de problemas que tienen que ver con la asignación de recursos escasos en producción, mano de obra, demanda agregada, mercadotecnia, selección de cartera, etc., solucionados con paquetes computacionales de las organizaciones¹².

Después de todo este análisis se llega a la deducción de que establecer un modelo depende de dos elementos básicos: los productos



⁸ ARTHUR GEOFFRION. "Introduction to Structured Modeling", *Management Science*, vol. 33, n.º 5, 1987.

⁹ GEOFFRION y MATURANA. "Generating Optimizacion-Based Decision Support Systems". *Proceedings of de 28th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 1995 pp. 439 a 448, vol. III.

¹⁰ JEFFREY MOORE, EPPEN, GOULD, SCHMIDT, WEATHERFORD. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*, 5.ª ed., Pearson, 2000.

¹¹ BONINI, HAUSMAN, BIERMAN. *Análisis cuantitativo para los negocios*, 9.ª, McGraw Hill, 1999.

¹² ANDERSON, SWEENEY, WILLIAMS. *Introducción a los modelos cuantitativos para administración*, Iberoamericana, 1993.

y los recursos. Para entender e hilar el concepto desde las matemáticas es importante hallar la similitud que trae una hoja de cálculo con el álgebra matricial.

1. HOJA DE CÁLCULO:

La hoja de cálculo está estructurada bajo el concepto de filas y columnas. Elementos básicos de una matriz. En cada celda se ingresan números que permiten ser formulados para obtener resultados.

Algo muy similar ocurre con la parte matemática, la diferencia radica en que se hace de una forma manual y se deben conocer sus elementos. En una matriz se ingresan los coeficientes de un sistema de ecuaciones lineales que tiene que ver con igualdades (=) o desigualdades (<= o >=). Esto, en el mundo de los negocios tiene que ver con los recursos.

2. LOS RECURSOS

Los recursos en una empresa son el fundamento para iniciar y mantener su operación.

Principalmente se clasifican en:

- Financieros
- Humanos
- Técnicos
- Tecnológicos
- Gerenciales
- De producción
- De regulación o gubernamentales
- De mercado

Cualquiera de estos recursos tiene un consumo y una disponibilidad. Toda organización los tiene valorados, en el caso de las Pymes algunas veces de una manera estructurada y otras por observación de una forma subjetiva, pero muy cercana a la realidad.

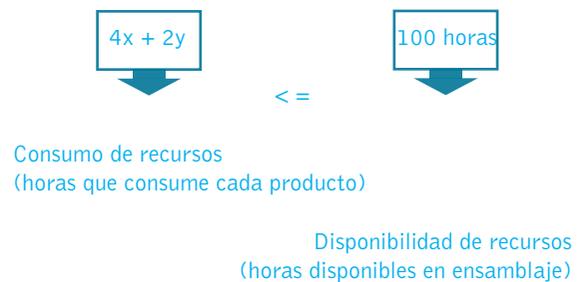
En términos matemáticos, esto conlleva a relacionar el consumo de recursos y la disponibilidad en una ecuación. Una organización tiene diferentes recursos, por lo cual existen varias

ecuaciones, que conforman un sistema, llamados en programación lineal restricciones, que en el mundo empresarial pueden ser internos o externos. Veamos con un ejemplo cómo se estructura en términos empresariales una ecuación:

X, Y: son los productos de una empresa, los cuales pasan por el proceso de ensamblaje, se dispone de un presupuesto para su elaboración y tienen una demanda. Esto muestra que existen cuatro recursos: 1. proceso de producción 2. Capital de trabajo. 3. Demanda en el mercado de cada producto.

Cada uno de estos tiene un consumo de recurso y una disponibilidad total del mismo, que se expresan de la siguiente forma:

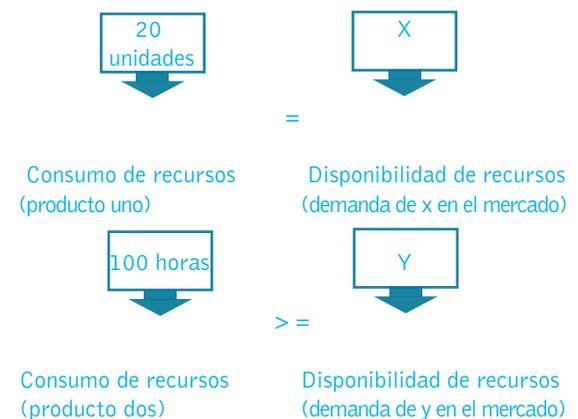
1. PROCESO DE PRODUCCIÓN



2. CAPITAL DE TRABAJO



3. DEMANDA DE CADA PRODUCTO



La utilización de estos recursos para el proceso de venta de los productos debe tener un objetivo principal o una "meta": hacer dinero, generar rentabilidad y esta se logra a través de la asignación eficiente de los mismos, con una mezcla óptima de productos vendibles en el mercado. Indica, entonces, que debe haber un objetivo: maximizar utilidades o minimizar costos, elementos que deben estar claramente identificados bajo los parámetros de costos para estructurar el objetivo en función de cada producto.

Se complementa entonces la información con la utilidad de cada producto, previamente analizada bajo los parámetros de costos.

$$3x + 2.5y$$

Utilidad de cada producto

Buscar el resultado en épocas pasadas, bajo modelos de optimización, obligaba a resolverlo por método simplex. En términos empresariales,

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	PRODUCTOS	X	Y				
3	UTILIDAD POR PRODUCTO	3	2,5				
4	CANTIDADES A PRODUCIR Y VENDER	10	30				
5	UTILIDAD DE LA OPERACIÓN			\$ 105			
6	RECURSOS:				DISPONIBLE	UTILIZADO	SOBRANTE
7	DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE	4	2	máximo	100	100	0
8	CAPITAL DE TRABAJO	2	1,5	máximo	500	65	435
9	DEMANDA DEL PRODUCTO X	1		igual	20	10	10
10	DEMANDA DEL PRODUCTO Y		1	mínimo	30	30	0
11							
12							
13							
14							
15							

Gráfico n.º 1 Modelo empresarial en hoja de cálculo con optimización lineal en Solver.

el avance de la tecnología lo ha incluido en la hoja de cálculo bajo la herramienta de Solver, lo que permite elaborar modelos fuera del contexto matemático, con los mismos resultados apoyando la toma de decisiones.

Ahora bien, ingresar y ver la información en una hoja de cálculo implica únicamente formularla y optimizarla como se muestra en el gráfico 1.

3. APLICACIONES DE PROGRAMACIÓN LINEAL

Programación lineal son métodos cuantitativos para los negocios. Es una herramienta que se ha aplicado en diferentes áreas empresariales como: la producción, la manufactura, el transporte, la construcción, las telecomunicaciones, la planeación financiera, el cuidado de la salud, la milicia y los servicios públicos, donde podemos destacar elementos importantes:

- Economía de negocios: Allí se busca determinar el precio de los productos, el análisis del punto de equilibrio, el cálculo de costo de productos y la sustitución de equipos.

- Finanzas: Se trata de evaluar empresas: planeación de las finanzas personales, comercio de divisas y administración de efectivo, análisis de inversión, selección de cartera, presupuesto de capital, pronóstico de ganancias por acción y control de presupuestos de un proyecto.

- Operaciones-producción: Se evalúan decisiones sobre fuentes de aprovisionamiento, mezclas de productos, políticas de control de inventarios, planeación de personal y de producción, pronóstico de ventas.

- Decisiones de fabricación o compra: Donde se puede observar que generalmente de los marcos de producción las compañías no cuentan con los recursos suficientes para poder satisfacer una demanda creada de improviso por uno o varios productos.

- Administración de cartera de valores: Se observa que un inversionista también puede requerir determinar cuánto invertir en cada alternativa disponible. El objetivo de dicho inversionista es obtener el más alto rendimiento posible, pero un alto rendimiento tiene su precio: el riesgo.

- Mezclas de productos: Donde los administradores necesitan determinar la asignación de recursos escasos, como la mano de obra, la materia prima y el capital, a las diferentes opciones que compiten por estos recursos.

- Problemas de dietas: Donde se da un número de alternativas de alimentos, cada uno de los cuales produce una cantidad conocida de un nutriente necesario, usted desea determinar qué cantidad de alimento incluir en una dieta para asegurar un mínimo de requerimientos de nutrientes, a la vez que alcanza un objetivo global.

- Operaciones-logísticas: Corresponde a la programación de actividades del personal, planeación del transporte, asignación de personal, planeación de embarques, administración del tráfico, cantidad económica de pedidos de inventario¹³.

Conociendo este panorama y avanzado un largo camino en la construcción de modelos de optimización como trabajo de campo, los cuales serán publicados más adelante en el módulo que da como resultado al cierre de esta primera etapa de investigación, queda como conclusión

¹³ MILLER SCHIMDT. Ingeniería industrial e investigación de operaciones, 1992, pp. 16 y 17.



que definitivamente la mayoría de las empresas colombianas clasificadas dentro del rubro de Pymes (Pequeñas y medianas empresas) pueden utilizar los modelos de optimización lineal como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones y contribuiría positivamente al objetivo de lograr que el mayor porcentaje de las empresas colombianas sean más competitivas en el ámbito nacional e internacional.

Queda como objetivo final el desarrollo de un modelo de optimización financiera para las Pymes, que esté fundamentado en el flujo de caja como herramienta de primera mano, pero que de igual forma valide el comportamiento de los recursos mostrando los "cuellos de botella" para generar compromisos claros de cumplimiento con el mercado en general.

El objetivo es lograr que las empresas la adopten dentro de su estructura y puedan mejorar sus procesos en busca de la eficiencia.

