

## LOS METODOS CUANTITATIVOS EN LA TOMA DE DECISIONES

Por Ricardo Lora

Las decisiones juegan un importante papel en nuestra vida cotidiana. Si estudiamos o no para un examen, qué color de traje vestir, si vamos o no al cine; estas son las clases de decisiones que diariamente debemos hacer. Por supuesto, no todas las decisiones son triviales. Muchas envuelven millones de pesos, o quizás vida o muerte. En realidad la toma de decisiones puede constituir una de las formas más elevadas de la actividad humana. De acuerdo a los sicólogos, existe un deseo universal de evitar tomar decisiones siempre que esto sea posible. Además, hay evidencias suficientes de que aquellos que están dispuestos a realizar esta actividad y a realizarla eficientemente se encuentran entre las personas mejor pagadas de la sociedad. Los ejecutivos de las grandes empresas que trabajan en oficinas con aire acondicionado y todo el confort necesario, pueden recibir como sueldo muchas veces el salario de trabajadores cuyos deberes suponen contacto constante con el sol, calor, ruido, peligro físico y otras condiciones desfavorables en el trabajo. Podríamos preguntar, ¿las personas que toman decisiones merecen estos salarios tan altos? Esta interrogante podemos contestarla formulando otra, ¿quién puede discutir seriamente que el Presidente de la República o cualquier ejecutivo de una gran compañía, enfrentado con algunas de las decisiones más graves está sobrepagado? Ahora bien, ¿por qué se paga tan generosamente la disposición y habilidad para tomar decisiones? Quizás porque él o los que toman decisiones, siempre corren el riesgo de estar errados. Por su misma naturaleza, la toma de decisión consiste en elegir un curso de acción entre varios que podrían tomarse. Después que la decisión se ha adoptado y un curso de acción tomado, el tiempo podría mostrar que se pudo hacer una mejor selección entre las alternativas disponibles. Raramente estamos seguros, en el momento de tomar la decisión, de todas y cada una de las ramificaciones de una decisión particular. Siempre existe la probabilidad de que una decisión bien pensada, bien sopesada, pueda producir resul-

tados desafortunados y en algunos casos, resultados desastrosos. Aún el mejor entre todas las personas que toman decisiones vive con la certeza de que algunas de sus decisiones probarán ser costosas después de ser tomadas.

Pero, ¿podemos nosotros caracterizar una decisión como “buena” o “mala” dependiendo solamente de cómo resultan las cosas finalmente? La decisión de reparar el motor de nuestro carro antes de realizar un largo viaje nos parece bastante buena en el momento de efectuarla, sobre todo por las condiciones óptimas de las otras partes del carro. Si el carro es totalmente destruido en un accidente una semana después de reparado, perderemos todo el dinero invertido en la reparación, pero ¿podemos culparnos por esto de haber tomado una mala decisión? Si realizamos una inversión que parece altamente especulativa, con poca probabilidad de salir bien, ¿podemos nosotros acreditarnos una buena decisión si los resultados son mejores de lo esperado? En ambos casos podríamos contestar “No”.

La ambigüedad presentada aquí puede resolverse reconociendo que existe una diferencia entre el mérito de la alternativa elegida, visto después que los resultados de la decisión son conocidos, y el mérito del método o procedimiento utilizado para elegir esa alternativa.

A pesar de que no podemos estar totalmente seguros de que los resultados de una decisión particular serán óptimos, debemos asegurarnos de que la decisión tomada fue bien pensada, y analizada con el mejor método disponible al momento.

En ciertas ocasiones todos los datos necesarios para tomar una decisión particular son conocidos y la elección de una alternativa específica se hace relativamente fácil, ya que para estos tipos de situaciones en las que las decisiones se efectúan con “certeza”, se han diseñado una serie de métodos para ayudar en la búsqueda del “mejor” curso de acción. Estos métodos están agrupados bajo el nombre de programación matemática.

Existen otras decisiones en las que no sólo se desconocen los datos pertinentes de un problema, sino que también son desconocidas las diferentes probabilidades con que pueden ocurrir los distintos resultados. Las decisiones tomadas en estas condiciones se conocen como “decisiones con incertidumbre”. La mayoría de las decisiones tomadas en las organizaciones públicas o privadas, pertenecen a esta clasificación de decisiones.

Siempre que sea posible el o las personas encargadas de tomar la decisión deben recabar toda la información disponible, analizarla con los métodos y técnicas vigentes y utilizando su experiencia en esos problemas, juicio humano, tomar uno de los posibles cursos de acción. Este curso de acción debe ser el mejor, teniendo en cuenta los posibles resultados y el juicio personal de quien toma la decisión.

En una organización, el proceso de decisión es básicamente el mismo que nosotros hemos delineado anteriormente.

El administrador o el presidente de la compañía es quien tiene legalmente toda la autoridad para decidir cuál es el mejor curso de acción o alternativa a adoptar ante un problema determinado. Este curso de acción se elige no sólo teniendo en cuenta la solución del problema presente, sino los objetivos principales a largo plazo de la entidad de que se trate. En otras palabras, si la dirección tiene que resolver un problema cualquiera, la decisión que tome no debe ser contraproducente a los objetivos esenciales de la organización. En estos casos, si el curso de acción óptimo para resolver el problema inmediato es inadecuado para la consecución de los fines primordiales, se debe abandonar por aquel proceso o alternativa que prevea los mejores resultados para las soluciones a largo plazo de aquellos problemas que puedan entorpecer la obtención de los objetivos básicos de la organización. Las soluciones que se consideren para resolver un problema inmediato deben tener siempre presente sus efectos en cuanto a la obtención de los objetivos esenciales de la organización.

Independientemente de las características de los insumos y de las condiciones ambientales de un sistema administrativo, la función más importante de un administrador es la toma de decisiones.

Los administradores tienen que tratar con problemas de diferente naturaleza dependiendo de las necesidades que dominan el elemento humano de la empresa. En un ambiente donde las necesidades básicas de los empleados han sido totalmente satisfechas, las necesidades psicológicas dominarán sus conductas; aquí, por ejemplo, la administración científica y al estilo de Taylor, no proveería una respuesta realista y eficiente a la pregunta de "¿cómo qué hacer para alcanzar las metas de la firma?", en estas circunstancias la administración científica debe ser reemplazada por la administración que enfatiza las relaciones humanas. Sin embargo, esto no quiere decir que la administración científica de Taylor debe ser completamente descartada; ya que la determinación de la eficacia de los trabajadores,

el establecimiento de los estándares de trabajo, la planeación de las responsabilidades de los administradores a los distintos niveles, etc., son importantes problemas con los que hay que enfrentarse, aún después que este cambio de énfasis se efectúe. Por supuesto, el énfasis mayor debe ponerse en los sentimientos de los individuos, en sus interacciones individuales y de grupo dentro de la organización. Además, sus necesidades sociales deben ser satisfechas si se desea lograr efectivamente las metas de la organización.

A medida que la organización crece, sus actividades se hacen más y más complejas, en estas condiciones el sistema de retroalimentación tiene que ser mejorado. La acumulación, recopilación e interpretación de datos operacionales y ambientales se hace más necesario, para que la empresa pueda estar al tanto de sus actividades y defectos; así podrá mejorarlos y corregirlos.

Se hace necesaria la utilización de métodos más sofisticados para la colección y análisis de los datos a medida que el sistema de la empresa crece. El resultado inevitable de esta situación, ha sido el desarrollo de la Escuela Cuantitativa dentro de la administración de empresas.

Antes de hablar de algunos de los métodos cuantitativos usados por la administración moderna, veamos brevemente el porqué de su necesidad dentro de la dirección de negocios.

Los administradores, por necesidad tienen que tomar decisiones. Algunos autores consideran como equivalente el acto de administrar y el de tomar decisiones. La toma de decisiones no es siempre fácil. Algunas veces existe la tendencia de posponer la decisión, esperar por más información, solicitar estudios adicionales. Este proceso a menudo es lógico. Sin embargo, se presentan momentos en los que hay que elegir. Los administradores efectivos se distinguen por su habilidad de tomar decisiones lógicas en el momento oportuno.

En los últimos años el interés de los estudiosos de la administración se ha concentrado en la forma de hacer más racional la toma de decisiones. La intuición ha sido reemplazada, hasta cierto punto, por razonamiento lógico. Esto no quiere decir que toda intuición debe ser descartada. Sin embargo, lo importante es tratar de reducir el área donde se necesita el uso de la intuición. Los factores importantes en las decisiones han sido identificados, las presunciones usadas han sido reconocidas como tales, y mucho más datos han sido incluidos en el análisis. Cálculos más precisos están sustituyendo al juicio personal.

Ocasionalmente, los administradores pierden tiempo desarrollando soluciones para un problema errado. La razón de esto es que los problemas no se presentan claramente identificados. Aplicando la solución a lo que parecía ser el problema, el administrador se puede percatar de que está siguiendo un camino equivocado. Los disturbios superficiales pueden confundir y evitar que se noten las dificultades profundas. Lo que parece ser el problema, puede no serlo; el administrador puede ver un choque de personalidades, el problema real puede ser una estructura organizacional deficiente. El administrador puede ver un problema de costo de manufactura y comenzar un programa de reducción de costo, pero el verdadero problema podría ser mal diseño de ingeniería y planes de venta deficientes.

Los administradores deben tratar constantemente de pasar de las dificultades superficiales al verdadero problema que requiere investigación y solución. Chester I. Barnard, refiriéndose a todo el aspecto de la toma de decisiones escribió: "El fino arte de las decisiones del ejecutivo consiste en no decidir sobre cosas que no son pertinentes ahora; en no decidir prematuramente, en no tomar decisiones que no puedan ser hechas efectivas y en no hacer decisiones que otro debe hacer"<sup>1</sup>.

Ordinariamente un problema de negocios puede ser resuelto de varias formas. La manera científica de solucionar un problema requiere la selección de la mejor solución en base a una cuidadosa evaluación de todos los cursos (alternativas), posibles para el problema específico. Las probables consecuencias de cada una de las alternativas de solución deben ser determinadas y pesadas para elegir la solución óptima. Desafortunadamente, las consecuencias no son siempre claras. El futuro es incierto, y el conocimiento de los hechos es siempre incompleto. El hecho de que el conocimiento no es perfecto es la razón por la que el administrador tiene una labor que realizar, de lo contrario, la tarea completa de seleccionar una alternativa podría ser confiada al computador.

A pesar de que una gran cantidad de juicios subjetivos se han requerido en la toma de decisiones; en los últimos años ha existido la tendencia de enfatizar el uso de herramientas cuantitativas en la solución de los problemas de los negocios. El énfasis moderno, en el uso de métodos cuantitativos envuelve técnicas matemáticas bastante poderosas, sin embargo, las nuevas técnicas no constituyen un cambio de herramientas totalmente cualitativas a herramientas completamente cuantitativas.

Según Maynard W. Shelly y Glenn L. Bryan "el juicio personal

juega muchos papeles diferentes en el proceso de decisiones utilizado para alcanzar el óptimo: algunos de estos papeles son desempeñados o pueden asignársele a un computador, otros nunca podrá ser delegados a la máquina”<sup>2</sup>.

El uso de métodos cuantitativos ha sido estimulado por el empleo de computadores electrónicos. La razón de esto es que la investigación de operaciones, una parte de los métodos cuantitativos, a menudo se enfrasca en la solución de problemas matemáticos bastante complejos y que consumen mucho tiempo. Problemas como estos podrían requerir semanas, meses y aún años de cálculos, si usamos herramientas tradicionales, mientras que pueden resolverse rápidamente con el computador.

La habilidad para identificar y utilizar datos cuantitativos exactos, y además, determinar cuidadosamente las relaciones existentes entre los datos es un factor limitante en el análisis cuantitativo. Algunos factores son difíciles de cuantificar. Si no se utiliza inteligentemente, el enfoque cuantitativo es cuestionable. El uso del análisis cuantitativo también demanda algún conocimiento de matemáticas y estadísticas.

La experiencia y el entrenamiento del personal administrativo pueden ser inadecuado para el empleo de métodos cuantitativos, limitándose así la aplicación de las técnicas matemáticas en la solución de los problemas de los negocios.

Debe destacarse que el uso de herramientas cuantitativas está relacionado sólo con una fase del proceso de toma de decisiones. El análisis cuantitativo no es usado, ordinariamente, para identificar problemas o para detectar todas las alternativas abiertas para la solución de un problema particular. Es después que este trabajo se ha realizado cuando la adopción de los métodos cuantitativos se hace apropiada. Por lo tanto, estos no son un sustituto del proceso completo de la toma de decisiones de acuerdo a los métodos tradicionales.

De acuerdo a Peter Drucker “La importancia del juicio personal y del ser humano en la toma de decisiones óptimas descansa principalmente en el hecho de que los problemas que el hombre enfrenta son aquellos que él ha podido plantear. Si un problema no planteado es *resuelto*, no hay conciencia de que ha sido solucionado”.

Después de esta somera visión de conjunto vamos a presentarles

algunas de las técnicas matemáticas con gran potencial de uso en los negocios:

1. *Análisis de punto muerto* (Break-even). Esta técnica relaciona las variables que determinan si una firma tendrá pérdidas o beneficios en un período específico. Estas variables son: costos fijos, costos variables, precio de venta por unidad de producto y número de unidades vendidas.

Los manufactureros, los mayoristas, los detallistas y los vendedores de servicios esperan que los ingresos totales sean iguales o mayores que los costos totales (costo de mercancía producida o comprada, costo de mercadeo de las mercancías, costos administrativos generales).

Cuando los ingresos totales son iguales a los costos totales, la firma ni pierde ni gana dinero. Cuando se presenta esta situación se dice que la firma ha salido pareja de ese período (Break-even).

El punto muerto es, por tanto, aquel volumen de operaciones para el cual los ingresos totales son iguales a los costos totales.

El análisis de punto muerto (Beak-even) se usa en ciertas áreas de decisiones, algunas de éstas son:

1. *Planeación de productos*. Qué productos mantener y qué productos introducir en una línea determinada.
2. *Fijación de precios*. Precios a los cuales la firma debe vender sus productos para optimizar sus operaciones.
3. *Para selección de nuevo tipo o reemplazamiento del equipo viejo*. El equipo afecta el costo, volumen e ingreso y por tanto, los beneficios de la firma.
4. *Para decidir si comprar un producto o producirlo*. En qué condiciones se hace atractivo para la firma producir determinados componentes de su producto final. Esto puede ser contestado con un análisis de Beak-even.
5. *Para seleccionar canales de distribución*. Todo productor, independientemente de que su mercancía sea para el consumidor final, para el sector industrial o para ambos, debe decidir cómo

hacer llegar el producto a su mercado. Por ejemplo, un fabricante de productos alimenticios podría considerar la posibilidad de sustituir a los intermediarios por agencias regionales de ventas, o sustituir a un representante exclusivo por distribución selectiva, es decir, varios representantes.

*Ejemplo de situaciones posibles donde se puede emplear el análisis de punto de equilibrio.*

1. Una empresa tiene gastos fijos mensuales de \$20,000.00, el costo marginal de producción es \$50.00 por unidad y la curva de la demanda mensual analizada por una investigación de mercados, se puede expresar de la siguiente forma:

Pesos por Unidad (P)	Demanda por Mes (D)
\$400.00	0
390.00	10
380.00	20
350.00	50
300.00	100
200.00	200
100.00	300

La compañía desea saber el punto de equilibrio, el volumen óptimo de producción y la utilización máxima.

2. Una compañía de Santiago ha estado vendiendo sus productos en Santo Domingo, en la Región Sur y en la Región Este, a través de un agente representante a base de comisión. El año pasado las ventas fueron de \$3,000.000 y la comisión de un 7% de las ventas. La compañía desea saber si le conviene sustituir al agente con sus propios vendedores a base de sueldo y comisión.

- II. *Problemas de Ubicación de Recursos.* Se refieren a aquella clase de problemas en los cuales hay que encontrar, entre un número grande de posibles combinaciones, la combinación óptima de varios recursos limitados para alcanzar un objetivo dado.

Las técnicas disponibles a la empresa para resolver esta clase de problemas son:

- a) *Método de Asignación.* Herramienta matemática que resuelve problemas en los cuales debe existir una correspondencia única entre los recursos disponibles y las tareas a realizar. Se refiere a problemas en los que hay que asignar varios trabajadores a varias máquinas; o varios vendedores a distintos territorios de venta; o varias máquinas a varios trabajos, etc.

*Ejemplo de una situación posible.* Una compañía constructora tiene cinco palas mecánicas en diferentes localidades, y se requiere una pala en tres sitios diferentes de construcción. Determinar el programa óptimo de transporte, para los costos de transporte indicados en la tabla.

Costo de transporte en \$.

		SITIO DE CONSTRUCCION		
		A	B	C
LOCALIDAD	1	200	300	400
	2	700	600	400
	3	300	500	800
	4	400	600	500
	5	400	600	300

- b) *Método de Transportación.* Este modelo de transportación es muy usado en el mundo de los negocios. Se utiliza para plantear y resolver problemas en los que existen varios orígenes (plantas, almacenes, etc.) y varios destinos (clientes). En este problema debe conocerse la cantidad disponible en cada origen y la requerida en cada destino; así como el costo de transportación por unidad de producto desde cada origen a cada destino. El problema surge cuando se trata de satisfacer las demandas de todos los clientes de manera que los costos totales de transportación sean mínimos.

*Ejemplo de una situación posible.* La Cervecería Vegana posee tres almacenes localizados en La Vega, Santiago y la Capital, con los cuales surte el consumo del país dividido en cuatro zonas: Sur, Este, Central y Norte. Mensualmente el almacén de La Vega tiene disponible 40,000 cajas de 24 botellas; el de Santiago 70,000; y el de Santo Domingo 200,000. La demanda mensual en las diferentes zonas de

consumo es la siguiente: Sur 50,000 cajas; Este 60,000; Central 70,000 y Norte 75,000.

Los costos combinados de almacenaje y transporte de cada almacén a cada zona por caja son presentados en la siguiente tabla:

		ZONA			
		S	E	C	N
ALMACEN	V	0.60	0.75	0.35	0.5
	S	0.80	0.95	0.55	0.25
	S.D	0.40	0.65	0.85	0.95

A la Cervecería le interesa determinar la distribución más económica posible.

- c) *Método Simple.* El más poderoso de todos los modelos lineales de programación. Se emplea en la solución de problemas en los que hay un sistema que posee una serie de recursos limitados por unidad de tiempo y desea producir varios artículos de tal forma que se optimice el resultado de las operaciones del sistema. Ejemplos típicos en el que se emplea esta técnica son:

### 1. *Problema de Producción:*

*Ejemplo de una situación posible.* Una compañía tiene tres tipos de máquinas procesadoras, cada una de diferente velocidad y exactitud; la de tipo I puede procesar 20 piezas por hora con una precisión de 99%; la de tipo II, 15 piezas por hora con una precisión de 95%; y la de tipo III, 10 piezas por hora con una precisión de 100%. El funcionamiento de la tipo I, cuesta \$2.00 por hora; la de tipo II, \$1.75 por hora; la de tipo III, \$1.50 por hora.

Cada día (8 horas) deben procesarse por lo menos 3,500 piezas y hay disponibles 8 máquinas de la de tipo I, 10 máquinas de la de tipo II, y 20 máquinas de la de tipo III. Cada error le cuesta a la compañía \$1.00. ¿Cuántas máquinas de cada tipo deben utilizarse para minimizar el costo?

### 2. *Problemas de dieta.*

*Ejemplo de una situación posible.* Alimentos Balanceados, S.A.,

desea preparar una fórmula que contenga 100 g/kg de proteínas y 100 g/kg de grasa, como requerimiento mínimo. Para ello cuenta con las materias primas A, B, C y D que contiene, según análisis, 190 g/kg, 200 g/kg, 190 g/kg, 170 g/kg, respectivamente de proteínas; además, 160 g/kg, 180 g/kg, 100 g/kg y 200 g/kg, respectivamente de grasa. Se usarán inertes como relleno, con un costo despreciable. Si el costo por kg de cada una de las materias primas es de \$0.69, \$0.98, \$1.19 y \$1.65, respectivamente, ¿qué cantidades de A, B, C y D hay que mezclar para obtener los requerimientos de la fórmula a un costo mínimo?

3. *Problemas de Transportación* (ya vistos)

4. *Problemas de Asignación* (a vistos)

*Teorías de Colas.* Trata de situaciones en las que se presentan llegadas aleatorias a una unidad de servicio o de procesamiento que tiene capacidad limitada. Este modelo le permite al administrador calcular; a) la longitud de la línea de espera futura, y b) el promedio de tiempo en la línea de espera por una persona o vehículo para ser servido, o por un artículo para ser procesado. Este método es de gran utilidad en los supermercados, bancos, correos, talleres, etc.

*Ejemplo de una situación posible.* Un mecánico atiende cuatro máquinas. Para cada máquina, el tiempo medio entre requerimientos de servicio es 10 horas y se supone que tiene una distribución exponencial. El tiempo de reparación tiende a seguir la misma distribución y tiene un tiempo medio de 2 horas. Cuando una máquina queda en reparación, el tiempo perdido tiene un valor de \$20.00 por hora. El servicio del mecánico cuesta \$50.00 diarios.

- a) ¿Cuál es el número esperado de máquinas en operación?
- b) ¿Cuál es el costo esperado del tiempo perdido por día?
- c) ¿Sería deseable tener dos mecánicos para que cada uno atendiera sólo dos máquinas.

### *Análisis de Markov*

Método utilizado para analizar el comportamiento actual de una variable, y luego tratar de predecir el comportamiento futuro de esa variable.

En el campo administrativo el análisis de Markov ha sido usado en el área de mercadeo, como una ayuda para predecir la conducta de los consumidores con respecto a su lealtad a una marca y sus posibles cambios de una marca a otra.

*Ejemplos de situaciones posibles.*

1. Se efectúa una encuesta de mercado de tres marcas de alimentos para el desayuno, "X", "Y" y "Z". Cada vez que el cliente compra un nuevo paquete, puede comprar de la misma marca o cambiarse a otra. Se han obtenido los siguientes datos estimados que se expresan como fracciones decimales.

		MARCA RECIEN COMPRADA		
		X	Y	Z
MARCA PRESENTE	X	0.7	0.2	0.1
	Y	0.3	0.5	0.2
	Z	0.3	0.3	0.4

Se estima en este momento que el 30% de los clientes compran la marca X, 20% la marca Y, y 50% la marca Z. ¿Cuál será la distribución de clientes dos períodos de tiempo después.

2. Una máquina funciona durante un determinado período de tiempo con una probabilidad de falla de 0.3. El 60 por ciento de las veces la falla puede repararse exactamente en un período, y en los demás casos se requieren exactamente dos períodos para reparación. Se puede suponer que las fallas se presentan al final de un período. El costo por tiempo perdido es de \$50.00 por período. Es posible contratar un ayudante adicional, con un costo de \$20.00 por período de tiempo con el objeto de que la falla siempre sea reparada dentro del mismo período. ¿Es conveniente hacer esto?

*Matemáticas Financieras*

Conjunto de técnicas matemáticas que nos ayudan a la mejor utilización de los fondos de una entidad.

De gran uso en todos los negocios. Especialmente por las compañías crediticias y de inversiones.

Una de las herramientas cuantitativas de mayor aplicación en la vida diaria.

*Ejemplo de una situación posible.* Una firma utiliza una prensa hidráulica que fue adquirida hace algunos años en \$250,000 para producir ciertas piezas componentes del equipo que fabrica. Actualmente se presenta la oportunidad de que una firma especializada en esa clase de operación realice el trabajo efectuado en la prensa por \$60,000 anuales y la prensa se retire, existiendo una oferta de \$150,000 por ella. Se estima que la prensa tiene aún una vida de 5 años, con costos de operación y valores de recuperación condensados en la siguiente tabla.

Año de Operación (a partir de esta fecha)	Costo Anual de Operación	Valor Recuperable
1	\$20,000	\$120,000
2	30,000	90,000
3	40,000	60,000
4	60,000	40,000
5	80,000	20,000

Utilizando una tasa mínima de rendimiento de 12%, decidir el momento óptimo de retiro de la prensa.

### *Estadísticas*

Técnica matemática que nos ayuda a la recopilación, ordenamiento e interpretación de grandes cantidades de datos.

Nos ayuda a predecir el futuro, con el estudio del pasado y del presente.

De gran utilidad para la persona como individuo y para el país como colectividad. Es muy empleada por las empresas y por el gobierno.

*Ejemplo de una situación posible.* Supongamos que Ud. posee una fábrica para enlatar jugos de pera, pera y piña, tomate, etc. en latas que dicen en la etiqueta "Peso neto: 10 onzas".

Supongamos además, que la máquina que envasa los jugos no puede poner exactamente la misma cantidad de jugo en cada lata, y que el peso varía normalmente con una desviación estándar de 0.06 onzas. La desviación estándar está en función de la exactitud de la máquina. Mientras que la media de llenado puede ser ajustada hacia

abajo o hacia arriba, la desviación estándar es fija a corto plazo. Sin embargo, aumenta gradualmente a medida que la máquina se desgasta y sólo puede ser disminuida reparando la máquina. Supondremos, también, que la desviación estándar de 0.06 onzas se mantendrá por tres meses. Es decir, por el período de enlatado.

Las autoridades encargadas del control de calidad permiten que un 0.3% de las latas tengan un peso neto inferior a las 10 onzas.

El problema del administrador es el de determinar el nivel a qué debe fijar la media de peso de llenado para asegurar que se cumplan las especificaciones y al mismo tiempo que no se ponga más jugo en la lata del que sea necesario. Con la situación antes descrita, suponga que el fabricante de la máquina de enlatado le ofrece arreglarla, de tal forma que la desviación estándar se reduzca a 0.04 onzas, cobrando por ello \$1,500. El trabajo se garantiza por el período de enlatado.

Siendo la cantidad enlatada durante el período de 10,000,000 de latas, y siendo el costo de la onza de jugo a 1 1/2 centavos, ¿le conviene a Ud. como administrador arreglar la máquina?

Además de estos modelos cuantitativos tenemos: Programación no lineal, Programación Dinámica, Programación entera, Probabilidades, Simulación, Producción y Teoría de juegos.

Cada una de estas técnicas, tiene su utilidad para los negocios.

La(s) Técnica(s) específica(s) que una persona o entidad utilice dependerá del tipo de problema que tenga que afrontar.

## NOTAS

1. Chester I. Barnard, *The Functions of the Executive* (Cambridge: Harvard University Press, 1938), P. 194.
2. *Human Judgments and Optimality*, edited by Maynard W. Shelly and Glenn L. Bryan, (John Wiley and Sons, Inc., New York, 1964), preface ix.