

La toma de decisiones en las organizaciones: un enfoque cuantitativo

SALVADOR SANDOVAL BRAVO¹
SEMEI LEOPOLDO CORONADO RAMÍREZ²

Resumen

En este trabajo se analiza la elección de alternativas en las organizaciones desde el punto de vista normativo y formal, y desde la perspectiva de los métodos cuantitativos. Se examina el proceso racional de la toma de decisiones donde se enfatiza el aspecto de la estructuración de un problema y el análisis del mismo, más que la implementación y evaluación de los resultados. Se analizan los aspectos metodológicos del enfoque cuantitativo y se compara con el enfoque cualitativo, resaltando sus ventajas y desventajas en el ámbito de las organizaciones. En este sentido, se abordan las herramientas más populares de los métodos cuantitativos, tales como la programación lineal y los modelos probabilistas, en cuanto son factores decisorios en las organizaciones, es decir, permiten elegir de manera óptima la solución de un problema, tomando en consideración todos los factores relevantes del mismo. Se mencionan las áreas de aplicación más importantes de las distintas herramientas y sus limitaciones teóricas y prácticas.

Introducción

En el presente trabajo se hace una revisión crítica de la literatura acerca del actual estado de la toma de decisiones en las organizaciones; se efectúa una recopilación, análisis y síntesis de las herramientas cuantitativas más utilizadas en la dinámica de

-
1. Maestro en Administración. Profesor-investigador del Departamento de Métodos Cuantitativos, CUCEA, Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: sanb@cucea.udg.mx
 2. Maestro en Negocios y Estudios Económicos. Profesor-investigador del Departamento de Métodos Cuantitativos, CUCEA, Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: scrs514@cucea.udg.mx

las organizaciones para la elección racional de alternativas a su problemática diversa y compleja.

Las organizaciones exigen que se resuelvan diariamente muchos problemas, desde la más trivial situación operativa (que puede resolverse por reglas simples, procedimientos rutinarios y cálculos sencillos) hasta el más complejo de los problemas de producción (que requieren planteamientos novedosos y algoritmos numéricos sofisticados). Los métodos utilizados por el tomador de decisiones (gerente, administrador, decisor) abarcan desde procedimientos cualitativos basados en la observación y experiencia, hasta el enfoque cuantitativo con técnicas matemáticas precisas, las que se describen en este trabajo con mayor detalle.

Para solucionar tales cuestiones los tomadores de decisiones en las organizaciones pueden encontrarse teóricamente en tres situaciones posibles, dependiendo de la disponibilidad de la información³ (Taha, 2004):

- *La certeza*, cuando quienes toman las decisiones tienen la información completa y precisa. Tales situaciones pueden ser estudiadas por medio de modelos deterministas.
- *La incertidumbre*, que ocurre siempre que los tomadores de decisiones no poseen información suficiente.
- *El riesgo*, el cual se da cuando se puede asignar probabilidad a los diferentes estados de la naturaleza de un problema. Los casos de incertidumbre y riesgo son analizados mediante una gran variedad de técnicas probabilistas tales como las matrices de pago, los árboles de decisión, entre otros.

Las herramientas del análisis cuantitativo para la toma de decisiones pueden ser estudiadas por modelos matemáticos, que son representaciones formales de un problema particular, cuya estructura general será abordada en este estudio, de la misma manera que sus modelos más generales: los deterministas y los probabilistas.

Aunque en este estudio se subraya el rol de los métodos cuantitativos en los procesos decisorios de las organizaciones, por cuestiones de acotación natural del objetivo de estudio cabe mencionar que existen otros instrumentos analíticos analizados en detalle en la vasta literatura del tema, como el método normativo de Simon, el del bote de basura, el político, etcétera; además, un repertorio cuantioso de herramientas cualitativas que se comentan brevemente a lo largo del estudio. Todas estas armas de análisis para la toma de decisiones son totalmente válidas, y muchas de ellas están en el mismo nivel de importancia y asertividad que los métodos cuantitativos en cuanto proporcionan criterios de decisión útiles y aplicables en contextos concretos y bien definidos; no se trata, de ninguna manera, de discriminación sistemática de estas metodologías que se han ganado a pulso un lugar muy importante en la literatura del tema en cuestión.

3. En estos tres escenarios, en cuanto a la disponibilidad de información, coinciden la mayoría de los autores del área de investigación de operaciones: Taha, Hillier y Lieberman, por citar autores clásicos.

El proceso general de la toma de decisiones

Podemos definir una decisión como una determinación o una resolución que se toma o que se da ante una problema concreto; en este sentido, tenemos un problema cuando se produce una situación o un estado de la realidad que es diferente del estado deseado o es susceptible de mejora. Puede ocurrir esto cuando hay desviaciones en los resultados o planes esperados, cuando se presentan contingencias o nuevos retos en las organizaciones, cuando la competencia realiza mejor las cosas o cuando las condiciones del ambiente externo de las organizaciones cambian drásticamente. Así, en el momento en que se presenta un problema las empresas deben elegir un curso de acción específica para solucionar el problema, tienen que actuar en consecuencia y resolver la situación de la mejor manera.

Aunque las decisiones en las organizaciones pueden elegirse de diferente manera y llevarse a cabo de distintas formas, existe una manera sistemática y sencilla de desarrollar esta tarea que proporciona mayores posibilidades de resolver eficazmente un problema: el modelo racional. Este modelo para la toma de decisiones consiste en un proceso sistemático que dirige los esfuerzos de los decisores a ponderar las alternativas de acción para un problema específico y a elegir la mejor entre ellas (la que tenga mayores probabilidades de éxito en los modelos probabilistas).

El modelo racional de la toma de decisiones administrativas se puede dividir generalmente en seis etapas: identificación y diagnóstico del problema, generación de soluciones alternativas, evaluación de alternativas, selección de alternativas, implementación de la decisión, y evaluación de la decisión (Bateman y Snell, 2004).

Las primeras cuatro fases constituyen en sí la toma de decisiones; si incluimos las dos últimas etapas tenemos la solución de un problema integral. Ahora bien, las cuatro primeras etapas, "la toma de decisiones", incluyen la estructuración del problema, es decir, la identificación, el diagnóstico y la identificación de alternativas (primeras dos etapas del modelo racional); y al análisis del problema en sí las etapas tres y cuatro. Podemos resumir estas ideas con el siguiente diagrama:

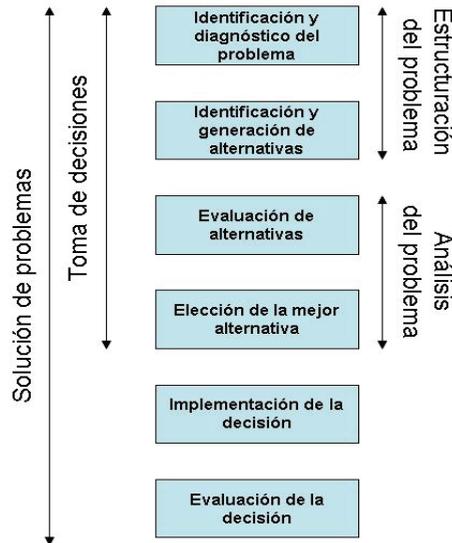
Los enfoques cualitativo y cuantitativo

En este punto se destaca que, dependiendo de la complejidad y naturaleza del problema que debe resolverse, pueden darse dos enfoques no necesariamente excluyentes, que debieran idealmente ser complementarios: el enfoque cualitativo y el cuantitativo.

El análisis cualitativo se basa sobre todo en la experiencia, en el juicio y en la intuición del tomador de decisiones. Sus métodos se basan en la descripción de los fenómenos a partir de observaciones de la realidad, se interesan más en lo real que en lo abstracto, en lo global y lo concreto más que en lo disgregado y cuantificable. Su naturaleza es fundamentalmente inductiva en el sentido que va de las situaciones concretas a su planteamiento teórico. Sus procesos son abiertos y flexibles, pues generalmente se mueven en los terrenos de la ambigüedad e incertidumbre. Su metodología implica la comprensión mediante la experiencia, la interpretación como método prevaleciente

Figura 1

Modelo racional para la toma de decisiones



Fuente: elaboración propia.

y el trato holístico de los fenómenos en la construcción de conocimientos. Así por ejemplo, si el tomador de decisiones ha tenido experiencias previas con problemas similares, o si el problema es relativamente sencillo, el enfoque cualitativo es una buena opción, convirtiéndose en todo un arte guiado por la intuición. También podemos incluir en este rubro factores tales como la motivación, el liderazgo, la responsabilidad social, la ética empresarial (Piore, 1979; Maanen, 1979).

Pero, si el tomador de decisiones no tiene la suficiente pericia con un problema, o si el problema es muy complejo, es muy recomendable el enfoque cuantitativo. Al utilizar este enfoque el gerente se basa en los datos disponibles relativos al problema y construye modelos matemáticos que abstraigan las relaciones entre los hechos y describan la situación formalmente a base de restricciones, variables, objetivos y relaciones. En este sentido, no basta con la intuición y la experiencia, es necesario que el gerente posea los conocimientos técnicos del análisis cuantitativo, de las herramientas especiales de la investigación de operaciones.⁴

4. Generalmente se acepta que los temas estudiados por la investigación de operaciones forman parte de un abanico más amplio de métodos matemáticos conocidos como métodos cuantitativos. En realidad títulos como "ciencias de la administración", "investigación de operaciones", "ciencias de la decisión", "métodos cuantitativos para los negocios", "métodos cuantitativos para la administración", se utilizan recientemente para referirse al mismo cuerpo de conocimientos.

De esta manera, las habilidades administrativas inherentes al enfoque cualitativo se verán reforzadas, si el tomador de decisiones estudia los métodos del análisis cuantitativo, ya que podrá combinar lo mejor de ambos enfoques, tomar decisiones más acertadas, equánimes y eficaces. Por ejemplo, el enfoque cuantitativo puede producir soluciones óptimas para determinado problema; sin embargo, puede ser una solución no aplicable en un contexto organizacional específico; así la intuición administrativa y el buen juicio deberán complementarse con la solución óptima proporcionada por los métodos cuantitativos.

Modelos matemáticos

Una característica esencial de estos enfoques es que se basan en el supuesto de la racionalidad, es decir, las personas y las organizaciones actúan de manera reflexiva, poseen información, calculan los riesgos y los beneficios de sus decisiones y tratan de maximizar su utilidad o de minimizar sus costos, es decir, optimizan en función de sus expectativas y tienen recursos limitados.

Un elemento esencial en el enfoque cuantitativo es la formulación del modelo — el cual es una representación abstracta de situaciones o problemas reales— por medio de símbolos, relaciones o expresiones matemáticas.⁵ La función principal del modelo es entonces deducir conclusiones formalmente válidas del problema real mediante el estudio del modelo abstracto (Sweeney et al., 1978).

Cabe señalar que, incluso en el enfoque de racionalidad limitada (Simon, 1962) se afirma que un modelo matemático no tiene que ser exacto, sólo tiene que ser lo bastante aproximado como para proporcionar mejores resultados que los logrados mediante el sentido común.

Generalmente, cuando abordamos un problema económico en las organizaciones el planteamiento y diagnóstico del mismo conduce al planteamiento de un objetivo particular, que por lo regular se presenta como problema de maximización de utilidades o minimización de costos, y en un sentido genérico optimización,⁶ dependiendo del sentido de ésta. El modelo general para un problema económico tiene el siguiente esquema (Jensen, 1983):

$$\max \text{ o } \min V = V(Y_i, Z_j) \\ \{x_k\}$$

Sujeta a:

[*Restricciones matemáticas*]

5. Existen diferentes tipos de modelos (como los físicos y analógicos, por ejemplo), aunque para el propósito del trabajo me referiré sólo a modelos matemáticos o simbólicos.

6. El término optimización se utiliza indistintamente para problemas de maximización o minimización, dependiendo de la naturaleza del problema a resolver.

Donde:

max = máximo

mín = mínimo

V = función objetivo

X = variables endógenas

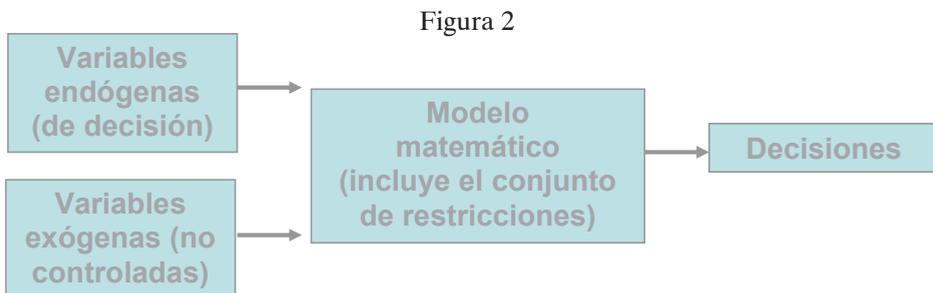
Z = variables exógenas

Para ser más específico, V es la función a maximizar, llamada función objetivo; $Y_i(x_k)$ son variables endógenas, las cuales son controladas o determinadas por el tomador de decisiones (los tiempos y materiales necesarios para la fabricación de un producto); las Z_j son variables exógenas, es decir, variables no controladas (sobre las que no se puede influir) por el administrador, como los factores ambientales que rodean el problema económico (como la inflación y la tasa de cambio). Los métodos cuantitativos posibilitan la optimización matemática de tales funciones. Las restricciones representan el conjunto de limitaciones del problema, generalmente asociadas a la disponibilidad de recursos (por ejemplo, las materias primas existentes o las horas de trabajo disponibles); estas restricciones comúnmente toman la forma de ecuaciones, o de desigualdades.

En los resultados obtendremos los valores de las variables de decisión, las x_k , que maximizan la función objetivo. Por ejemplo, producir x_k cantidad del bien k para obtener el nivel de utilidad máxima U . En otras palabras, habremos encontrado la solución óptima, es decir la mejor alternativa para la solución estudiada. Si una solución en particular cumple todas las restricciones del sistema, la solución se considera factible, y no factible en el caso contrario; es decir, si viola al menos una de las condiciones estructurales del modelo, en la mayoría de los casos representan limitaciones de recursos tanto materiales como financieros.

Si los valores de las variables exógenas son conocidos con exactitud, estamos ante un modelo determinista. Por el contrario, si las variables exógenas son inciertas, o se tiene una idea acerca de su distribución de probabilidad, el modelo es probabilista.

Podemos esquematizar lo anterior de la siguiente manera:



La mayoría de los problemas organizacionales requieren para su solución de datos, es decir, los hechos, números y cantidades que se recaban y extraen de la realidad

y que constituyen el soporte empírico del problema, pero la interpretación y análisis de los mismos necesitan el marco metodológico y conceptual que proporciona el modelo. Los datos son, pues, los cimientos sobre los que se construyen modelos realistas y eficaces; deben, por tanto, ser precisos y confiables.

Los modelos pueden adoptar diferentes roles en las organizaciones dependiendo del nivel en el que se apliquen. Así, en los niveles altos de la organización éstos coadyuvarán en el diseño de la planeación estratégica, en la obtención de pronósticos y proyecciones, en la elaboración de planes de contingencia, en el establecimiento de objetivos concretos de la dirección, en la exploración de escenarios que proporcionan flexibilidad a la organización y al uso racional de sus recursos.

En los niveles inferiores los modelos proporcionan soluciones concretas a problemas concretos, ya que los objetivos suelen ser más claros y las variables tanto endógenas como exógenas están generalmente bien definidas y es más fácil especificar cuantitativamente las variables y las relaciones entre las mismas; de igual manera, la obtención de los datos se obtiene de sus fuentes primarias. De la misma forma, el grado de incertidumbre respecto al futuro se reduce y los escenarios se hacen más predecibles. Además, debido a que la frecuencia en la toma de decisiones se hace más habitual los modelos tienden a simplificarse y a ser más exactos.

Los métodos cuantitativos deterministas para la toma de decisiones

Los modelos deterministas suponen que toda la información necesaria para la toma de una decisión administrativa se conoce. Por ejemplo, el número de unidades de producción que deben generarse para maximizar la utilidad, cuando se conoce la disponibilidad de materia prima y la cantidad de mano de obra requerida para la producción de un bien.

Estos tipos de modelos son excelentes para situaciones en las que existen muchas variables y restricciones. Son útiles cuando muy pocas variables no controladas por el modelo presentan incertidumbre; por lo tanto, son ideales para la toma de decisiones internas de la organización y, como consecuencia, una gran parte de los problemas de uso corriente en las empresas pueden formularse con estas herramientas, además de que existen aplicaciones informáticas poderosas que facilitan la resolución de dichos problemas. Estos modelos también son estructuralmente sencillos y pueden aplicarse a problemas tan dispares como situaciones de producción, logística, planificación de la fuerza de ventas, etcétera. A continuación se mencionan las herramientas clásicas de este enfoque:

- *Programación lineal (PL)*.⁷ Se denomina programación lineal a una técnica matemática de optimización en la que tanto la función objetivo como las restricciones

7. El nombre de esta disciplina, "programación lineal", no tiene nada que ver con programas de computadoras ni con desarrollo de *software*; el origen del vocablo programación en este contexto se relaciona con los planes de acción de naturaleza militar desarrollados en la Segunda Guerra Mundial.

involucran relaciones lineales entre las variables de decisión.⁸ De esta forma, el modelo general de PL es el mismo reseñado por Jensen, con la salvedad de que tanto las restricciones como las variables son lineales.

Los procedimientos utilizados por la PL para elegir y determinar la mejor alternativa posible (la que optimice la función objetivo y que cumpla todas las condiciones estructurales del problema) son esenciales para los modelos deterministas, pues constituyen el núcleo fundamental de la optimización restringida. Es decir, representan los cimientos de toda una serie de procedimientos formales aplicables a una gran cantidad de situaciones administrativas y organizacionales como problemas de producción, transportes, logística, asignación de recursos, etcétera.

Además, existen procedimientos de estudio de sensibilidad que son primordiales en el análisis postoptimización, ya que proporcionan elementos adicionales que permiten refinar las decisiones óptimas con información acerca de las holguras⁹ para restricciones, precios sombra¹⁰ de los recursos, costos reducidos,¹¹ entre otros (Taha y Curry, 1971).

La PL, cuyos procedimientos incluyen gran parte de los métodos que se exponen a continuación, como el problema de transporte, de asignación, redes, programación por objetivos, programación entera, etcétera, tiene el inconveniente de que bajo ciertas circunstancias tanto la función objetivo como las restricciones no son de naturaleza lineal; por ejemplo, una función de utilidad con rendimientos decrecientes podría expresarse por medio de una ecuación cuadrática detalle simple por el cual la PL no sería aplicable.

Finalmente, la PL forma parte de un tema mucho más extenso de optimización denominado programación matemática, cuya función objetivo y restricciones no necesariamente son relaciones lineales de las variables de decisión. Aun así, los métodos de la programación lineal son bastantes generales y sus aristas con la programación matemática bastante comunes, en esencia.

- *El problema de transporte.* Una variante interesante de los modelos de PL es el modelo de transporte; en términos muy generales se aplica a situaciones donde existen n centros de distribución o de oferta (orígenes) y m puntos de demanda (destinos); se conocen, además, los costos unitarios de llevar una unidad del origen i al destino j ; el problema consiste en encontrar el plan de distribución óptima de tal suerte que se satisfagan las condiciones de la demanda sin sobrepasar la existencia disponible en los orígenes, de modo que minimicen¹² los costos de traslado.

8. Una variable es lineal si tiene un exponente uno.

9. La holgura es la cantidad sobrante de un recurso una vez que las variables de decisión toman sus valores óptimos.

10. El precio sombra de un recurso es la cantidad que incrementa (disminuye) la función objetivo cuando la magnitud del recurso aumenta (disminuye) una unidad.

11. El costo reducido es el costo de incluir una variable de decisión en la solución óptima.

12. Aunque el problema de transporte es una situación eminentemente de minimización de costos, la metodología que subyace a su solución puede aplicarse, eventualmente, también a problemas de maximización.

Aunque el problema de transporte es una aplicación muy sencilla de la PL, sus aplicaciones abarcan una gama muy diversa de situaciones que van desde el mantenimiento de equipos, los planes de publicidad, problemas de inventarios, traslados desde bodegas de materias primas a líneas de producción, proyectos de construcción, planeación de recursos humanos, etcétera.

- *El modelo de asignación.* Un caso especial del problema de transporte tiene lugar cuando existen n orígenes, n destinos, y la capacidad de cada uno de éstos es la unidad; se aplica a situaciones donde se tienen n tareas y n recursos y debemos adjudicar de manera biunívoca un recurso a una tarea.

Estos algoritmos se utilizan en un sinnúmero de situaciones, como en selección de personal, asignación de la fuerza de ventas, determinación de máquinas por tarea productiva, especificación de responsables por proyecto, planificación de tareas, etcétera.

No obstante que pueden utilizarse los procedimientos generales de PL, tanto para problemas de asignación como de transporte, existen procedimientos simplificados y específicos para tales modelos.

- *Programación entera.* Existen decisiones administrativas cuyas soluciones involucran variables de decisión en las cuales sus soluciones necesariamente deben ser números enteros; por ejemplo, si debemos elegir el número de unidades producidas de n bienes, para maximizar la utilidad y tales bienes no permiten tratamientos fraccionarios, entonces la herramienta ideal de PL es la programación entera. En este caso la solución óptima contiene variables que únicamente pueden tomar valores enteros.

Teóricamente puede aplicarse esta técnica a todos los problemas de PL referidos anteriormente si, por lo menos, alguna de sus variables debe asumir valores enteros, y podemos encontrar gran diversidad de tales situaciones que involucran número de personas, número de recursos de tratamiento discreto, número de materias en un ciclo escolar por sistema de créditos, por mencionar algunas (Glover, 1969).

- *Programación de metas múltiples.* Uno de los campos de aplicación más recientes en la PL es, sin duda, la programación de metas múltiples, que ocurre cuando el administrador se encuentra ante un problema bastante complejo en el que existen dos o más objetivos. Adicionalmente, puede ser que los objetivos estén jerarquizados y, más aún, que los objetivos puedan ser conflictivos en el sentido de que utilicen los mismos recursos. O puede ser que tales objetivos no sean compatiblemente conmensurables, es decir, que no tengan las mismas medidas de desempeño. Por ejemplo, una empresa puede tratar de maximizar su utilidad, minimizar los costos de desperdicio de materia prima, minimizar los tiempos muertos de trabajo de sus obreros y maximizar sus ingresos por ventas de una manera simultánea (Ignizio, 1978).

La programación por criterios múltiples es un área de desarrollo nueva, pero importante; en este caso las elecciones respecto a las variables de decisión se refieren a restricciones o conjuntos de restricciones con diferentes objetivos, algunos medidos con diferentes criterios y que atañen a situaciones disímiles. Aun así, las ideas involucradas son sumamente interesantes y poderosas y es posible que este tópico tenga desarrollos importantes en el futuro.

Además, algunas de estas ideas sugieren el concepto de soluciones heurísticas (Taha, 2004), que son resultados aproximados pero eficientes para modelos concretos. En este caso, retomamos nuevamente la idea de Simon de que para ciertas situaciones las personas y las organizaciones no buscan soluciones óptimas, sino más bien soluciones suficientemente buenas y aproximaciones aceptables; en el contexto de la programación de metas múltiples esto significa optimizar varios objetivos simultáneamente a niveles mínimamente aceptables.

- *Programación no lineal*¹³ (PNL). Tales modelos precisan de técnicas diferentes a la PL, como la programación cuadrática¹⁴ (PC), y son inherentemente más complejos. Se aplican en situaciones de control de inventarios, problemas de costos, ingresos y utilidad para funciones y relaciones no lineales, selección de cartera de inversiones, etcétera. Algunos problemas de PNL son modelos dinámicos que consideran decisiones y cálculo de variables de decisión para varios periodos de tiempo sucesivos; de entrada, tales modelos significan abstracciones más apegadas a la realidad, ya que la toma de decisiones suele ser un desarrollo secuencial en el tiempo en el que las decisiones tomadas en una etapa concreta de un proceso tienen implicaciones reales en las etapas sucesivas y éstas, además, se vieron influenciadas en su momento por las precedentes (Hillier, 2002).

Aunque la programación matemática subsana muchas de las limitaciones de la PL, no debemos olvidar que es esencialmente determinista, por lo que son indispensables instrumentos matemáticos complementarios para poder resolver un abanico todavía más amplio de problemas complejos a los que se enfrentan las organizaciones, como problemas de demanda incierta o probabilista.

Los métodos cuantitativos probabilistas para la toma de decisiones

Por otro lado, los modelos probabilistas suponen que la información disponible no es suficiente, no se dispone o no puede tenerse con un margen de certeza expresado por la probabilidad o una distribución de probabilidad. Se les conoce también como modelos estocásticos. Estos modelos suponen que existen variables con valores desconocidos que se denominan variables aleatorias, que deben incluirse necesariamente en el modelo antes de tomar una decisión. Por ejemplo, debemos elegir cuántas unidades de un bien producir, pero no sabemos cuál será el nivel de demanda, aunque con los registros históricos disponibles es posible construir una distribución de probabilidad.

Los modelos probabilistas incorporan la incertidumbre por medio de tales variables aleatorias y son ideales cuando existe un buen número de variables inciertas y pocas restricciones; por tal razón se utilizan para una gran gama de situaciones que involucren decisiones estratégicas de la organización con su medio ambiente externo,

13. Programación no lineal (PNL) son técnicas matemáticas de optimización en las que la función objetivo, tanto como las restricciones, pueden ser no lineales.

14. Programación cuadrática (PC) se refiere al conjunto de técnicas matemáticas de optimización con función objetivo cuadrática y restricciones del tipo lineal.

ya que las variables generalmente no están totalmente bajo el control de los tomadores de decisiones.

Una de las limitaciones de los modelos probabilistas es inherente a la naturaleza de los datos; como muchas de sus variables son inciertas o aleatorias, las soluciones que emanan de ellas sólo reflejan elecciones que optimizan los valores esperados de las alternativas de decisión, es decir, la solución óptima es la que tiene mayores probabilidades de éxito, aunque teóricamente sí podamos calcular su nivel de certeza. A continuación se enumeran los principales instrumentos del análisis cuantitativo probabilista:

- *Redes*. Los modelos matemáticos para la toma de decisiones utilizados para planear, administrar y coordinar actividades interrelacionadas de un proyecto se denominan redes.

Las redes son importantes por varias razones. Primero, permiten esquematizar y visualizar globalmente todas las tareas que forman un programa de acción con un fin específico y las relaciones temporales entre las mismas. Segundo, facilitan un seguimiento puntual de cada una de las actividades del proyecto, coadyuvando a la supervisión y el control de las mismas para poder efectuar los ajustes pertinentes y adecuados del plan. Tercero, su metodología permite el cálculo del tiempo estimado de terminación del proyecto, que es un estimado del tiempo ideal de finalización tomando en cuenta los tiempos proyectados de duración de cada actividad. Cuarto, determina la ruta crítica, que es la secuencia de actividades del proyecto cuya suma de sus tiempos es la más larga en duración, de tal suerte que al vigilar exhaustivamente las actividades dentro de la ruta crítica podemos evitar retrasos en la terminación del proyecto.

Las diferentes herramientas de redes como PERT (Program Evaluation and Review Technique) y CPM (Critical Path Method), permiten algunos análisis más concretos, como los intercambios de duración y costos en el diseño de la red, lo cual deja valorar ahorros de tiempo por incrementos en los costos del proyecto, y viceversa. Además tales instrumentos permiten introducir tiempos inciertos para el término de cada una de las actividades y así determinar el tiempo esperado de terminación del proyecto, y de esta manera calcular la probabilidad asociada de terminar un proyecto en un intervalo preciso de tiempo, asumiendo una distribución de probabilidad teórica, que generalmente es la distribución normal.

Notemos que estas técnicas de gerencia de proyectos también pueden aplicarse en la etapa de la implementación de la decisión, convirtiéndose en un instrumento polifacético de administración integral que comprende las fases de planeación, organización, control y dirección en las organizaciones.

- *Análisis de decisiones*. La teoría de las decisiones estudia la elección racional de alternativas en situaciones de incertidumbre y riesgo, cuando es posible especificar entre diferentes cursos de acción (decisiones) y también eventos asociados a estas decisiones (Bierman, 1962; Fishburn, 1987, 1991).

Cuando estamos ante situaciones de incertidumbre (en este caso no conocemos la distribución de probabilidad de los estados de la naturaleza ligados al problema)

existen varios métodos de elección basados en criterios gerenciales racionales, pero que de algún modo llevan el sello o estilo gerencial del tomador de decisiones. Una característica distintiva de estos modelos radica en la subjetividad del criterio de decisión, lo cual es otro punto a favor de la racionalidad limitada de Simon, al menos en este tipo de metodología.

Entre ellos está el maximax,¹⁵ que consiste en elegir la alternativa asociada al mayor de los pagos posibles de la matriz de decisiones;¹⁶ es un criterio optimista que considera que la naturaleza del problema actuará siempre a favor del tomador de decisiones.

Existe el criterio pesimista llamado maximin,¹⁷ que consiste en elegir la decisión asociada al máximo de los valores mínimos de la matriz de decisiones. En este caso, el razonamiento es el siguiente: elegir lo mejor entre lo peor que pueda pasar para cada una de las decisiones; de hecho es una forma de proceder más prudente y natural en relación con el criterio optimista.

Está el criterio Hurwicz, que asigna valores de probabilidad a los estados de la naturaleza que dependan del buen juicio del tomador de decisiones; es, de alguna manera, el punto medio entre el criterio optimista y el pesimista (en particular una probabilidad para el estado de la naturaleza a su juicio más probable, llamado índice de optimismo, y la probabilidad complementaria, que es medida de su pesimismo ligada al estado de la naturaleza con menos probabilidad de ocurrir). Al final de cuentas, elegirá la decisión asociada a un valor ponderado entre los pagos asociados a estos dos estados de la naturaleza.

También está el criterio de Laplace que, ante la falta de información referente a los estados de la naturaleza, evita complicaciones teóricas y le asigna democráticamente la misma probabilidad a cada uno de ellos, obteniéndose para cada decisión un promedio ponderado de los pagos; al final elegimos la decisión asociada al mayor de los pagos ponderados.

Finalmente podemos mencionar, en cuanto a situaciones de incertidumbre, el criterio del arrepentimiento; éste estima la diferencia entre los valores que se consigue al elegir la alternativa y el mejor pago que se obtendría sabiendo qué estado de la naturaleza ocurriría. La diferencia no es otra cosa que el costo de oportunidad, es decir, una valoración de la pérdida incurrida por no elegir la mejor opción.

Una característica fundamental de los criterios bajo condiciones de incertidumbre se refiere a que un mismo problema, a la luz de los diferentes enfoques del análisis de decisiones, puede tener varias soluciones, lo cual es un reflejo del estilo gerencial de los decisores.

15. Maximax es un nemotécnico abreviado que significa máximo de los máximos.

16. La matriz de decisiones se construye colocando sobre las filas las alternativas de decisión, y sobre las columnas los estados de la naturaleza del problema; se supone además que el tomador de decisiones puede calcular los valores económicos (utilidades, costos, ingresos, etcétera) asociados a cada decisión y cada estado de la naturaleza (pagos).

17. Maximin es un nemotécnico abreviado que significa máximo de los mínimos.

En cuanto a situaciones de riesgo, que ocurren cuando podemos construir a partir de datos históricos la distribución de probabilidades de los estados de la naturaleza, tenemos las matrices de pago, que no son otra cosa que la misma matriz de decisiones, pero con probabilidades concretas. Elegimos entonces la decisión asociada al mayor de los pagos ponderados.

Estos modelos tienen aplicaciones muy útiles en el ámbito de las organizaciones; por ejemplo, decisiones acerca de la localización de una planta; discernir entre construir, ampliar o cambiar de ubicación un negocio; elegir entre diferentes proyectos, etcétera.

- *Árboles de decisión.* Este tipo de modelo probabilista tiene la característica de que se elige todo un plan de acciones sucesivas a lo largo del tiempo, en la que en cada una de las etapas o puntos de decisión se tienen diferentes alternativas y cada uno de éstas tiene eventos asociados con probabilidades concretas. Elegir la mejor alternativa consiste en elegir la decisión de mayor valor ponderado a lo largo de una ruta de decisiones continuas, como producir o comercializar, construir o ampliar una planta, elegir entre diferentes proyectos de inversión, etcétera (Hausman, 1969).

Debemos mencionar, sin embargo, que visualizar eventos futuros asociados a decisiones presentes es una cuestión sumamente compleja, más aún cuando una decisión involucre n puntos de decisión en el tiempo.

- *Teoría de juegos.* Esta herramienta se utiliza básicamente para elegir entre diferentes estrategias de acción bajo condiciones de conflicto, es decir, cuando existen oponentes activos. Para tal herramienta también se construye una matriz, utilizándose en algunos casos los criterios maximin y minimax, entre otros procedimientos probabilistas. Los juegos pueden utilizarse para múltiples situaciones tales como negociaciones sindicales, negociaciones entre grupos al interior o fuera de la organización, en cuestiones de economía internacional, etcétera (Binmore, 1994).

No obstante, considerar situaciones de varios oponentes activos, cooperación entre los oponentes, juegos de ganar-ganar, estrategias múltiples, son difíciles de modelar.

- Existen otros modelos de decisión probabilistas, como el control de inventarios, cuyos métodos favorecen la gestión óptima de los inventarios para decisiones como la existencia óptima de mercancías, el tamaño ideal de los pedidos, la aceptación de descuentos, etcétera.

Las líneas de espera que pueden utilizarse para medir la efectividad y optimizar los tiempos de atención en sistemas de distribución, o bien, elegir mecanismos alternativos de atención a clientes.

Las cadenas de Markov, que permiten hacer pronósticos y proyecciones para la toma de decisiones cuando existe un patrón de comportamiento que puede ser representado mediante una matriz de transición con aplicaciones importantes en cuanto al comportamiento del consumidor, decisiones de compra o venta, etcétera.

La simulación, que mediante la emulación de situaciones reales con base en la generación de números aleatorios posibilita al administrador el cálculo aproximado de situaciones futuras cuando el experimento empírico asociado resulta demasiado

costoso; se puede utilizar para emular el control de inventarios, líneas de espera, control de la producción, etcétera.

Los pronósticos, cuyas técnicas permiten hacer estimaciones, predicciones, proyecciones para cualquier campo del conocimiento y particularmente en el ámbito de las organizaciones; algunas de las herramientas más útiles en este campo son el análisis de regresión y las series de tiempo.

La teoría de la utilidad y el análisis de riesgos que buscan la elección de alternativas que maximicen la utilidad esperada, aunque esta utilidad no sea necesariamente un valor económicamente preciso; cuestiones como amante del riesgo, aversión al riesgo, confianza, anclaje y ajuste, selectividad y disponibilidad son conceptos clave en esta disciplina (Hillier, 2002).

- Por último podemos citar toda una serie de desarrollos teóricos recientes cuyo propósito es ayudar a las organizaciones a elegir de la mejor manera posible con la información disponible; entre tales herramientas podemos mencionar el análisis envolvente de datos, los métodos no paramétricos, las redes neuronales, el análisis bayesiano de las decisiones, etcétera. Cabe mencionar también que existen métodos matemáticos que pueden involucrar elementos cualitativos, tales como los modelos econométricos que incluyen variables ficticias o factores cualitativos y permiten incorporar cuantitativamente esta información a través del modelo. Tales modelos permiten analizar políticas de decisión, evaluar programas de acción o efectuar pronósticos basados en información no cuantitativa; los modelos de probabilidad lineal son un claro ejemplo de estos instrumentos estadísticos.

Las limitaciones del modelo racional

Si bien es cierto que el modelo racional para la toma de decisiones considera que las personas eligen optimizando y tomando en cuenta todas las variantes y con la información perfecta, cual auténticas computadoras, la realidad dista mucho de ese quimérico escenario. En realidad, las personas en las organizaciones no tienen la información completa y tienen limitaciones neurofisiológicas principalmente ligadas al lenguaje y a sus percepciones subjetivas y juicios a priori de los problemas, o simplemente a su falta de tiempo y de recursos (entre los que podemos contar a sus conocimientos técnicos del análisis cuantitativo).

De este modo, los tomadores de decisiones elegirán las decisiones que sean mínimamente aceptables, que representen aproximaciones útiles y aplicables a los problemas, que no choquen con su sentido común, que sean compatibles con su buen juicio y experiencia. Además, los decisores se apoyan en procedimientos heurísticos que proporcionan herramientas intuitivas que guían, simplifican y permean la toma de decisiones, ya que representan estrategias mentales de sencilla aplicación para los tomadores de decisión (Tversky y Kahneman, 1971, 1986). Tienen particular importancia directrices tales como la pericia, el estilo gerencial, el conocimiento y la práctica

administrativa; la capacidad de analogía y discriminación; la capacidad de reconocer patrones y hacer los ajustes pertinentes, etcétera.

No obstante, en el proceso de la toma de decisiones debemos evitar los yerros e inconvenientes producto de nuestra confianza excesiva en la memoria, el análisis incompleto y apresurado, la insensibilidad ante información relevante, las generalizaciones fáciles basadas en información insuficiente y los cálculos equivocados por apreciaciones limitadas, entre otros. Asimismo, debemos evitar negligencias y descuidos, decisiones apresuradas, proceder con cautela y mesura y evitar a toda costa prejuicios.

Finalmente, cabe mencionar que las decisiones importantes en la organización por lo general involucran la acción coordinada de varias áreas funcionales, o simplemente de grupos de interés, las cuales tienen sus propios decisores, por lo que eventualmente se presentan conflictos de intereses de las partes implicadas. De este modo, las decisiones organizacionales son resultado de procesos de negociación, de relaciones sociales complejas y de factores políticos cuya relevancia trasciende incluso el más preclaro argumento cuantitativo. Así, las decisiones individuales se tornan en decisiones colectivas, las cuales deben integrar información relevante de las diferentes áreas, deben considerar diferentes enfoques de las personas afectadas; en ellas puede reflejarse el peso específico de los líderes de la organización, aunque idealmente las decisiones deberían de ser consensuadas para inducir el compromiso de los integrantes de la organización; adicionalmente, muchas decisiones deben ser negociadas considerando grupos al exterior de la organización, por lo que los factores políticos y coyunturales adquieren singular importancia.

Conclusiones

El contexto de las organizaciones modernas es complejo e incierto, la información fluye y cambia día con día, y es, en ocasiones, desconcertante. En este ambiente dinámico los tomadores de decisiones eligen y llevan a la práctica soluciones a problemas ordinarios y trascendentes. Tales soluciones tienen que ser eficaces y eficientes, y son los métodos cuantitativos una de las opciones preferidas de los administradores, ya que sus herramientas proporcionan todo un arsenal teórico y metodológico para abordar la mayoría de los problemas organizacionales de una manera razonablemente exacta y apegada a la realidad.

Sus métodos y técnicas van desde sencillos procedimientos aplicables a situaciones simples y rutinarias, hasta algoritmos altamente elaborados que se utilizan en problemas complejos de las empresas; desde procedimientos para resolver situaciones con información completa y precisa, hasta técnicas para abordar situaciones inciertas o con riesgos implícitos con probabilidades asociadas; desde cálculos simples y llanos hasta complicadas técnicas de procesamiento de datos utilizando los más vanguardistas equipos de cómputo; desde técnicas específicas para áreas funcionales particulares

que implican soluciones a corto plazo, hasta métodos holísticos y heurísticos que implican respuestas a problemas de criterios múltiples y planes a largo plazo.

Finalmente, no debemos olvidar que los métodos cuantitativos son sólo un recurso, que debe ser complementado con las herramientas cualitativas adecuadas y con las habilidades administrativas deseables de todo tomador de decisiones como son su intuición, su sentido común, su experiencia y su capacidad de negociación. Es, a final de cuentas, todo este mosaico de destrezas lo que permitirá resolver integralmente y de manera óptima los problemas más diversos que enfrentan las organizaciones.

Referencias bibliográficas

- Bateman, Thomas, y Scott Snell (2004) *Administración*, McGraw-Hill.
- Bierman, Harold (1962) "Probability Statistical Decision Theory and Accounting", *The Accounting Review*, vol. 37, núm. 3, pp. 400-405.
- Binmore, Ken (1994) *Teoría de juegos*, McGraw-Hill.
- Fishburn, Peter (1987) "Reconsiderations in the Foundations of Decision under Uncertainty", *The Economic Journal*, vol. 97, núm. 388, pp. 825-841.
- (1991) "Decision Theory: the Next 100 Years", *The Economic Journal*, vol. 101, núm. 404, pp. 27-32.
- Glover, Fred (1969) "Management Decision and Integer Programming", *The Accounting Review*, vol. 44, núm. 2, pp. 300-303.
- Hausman, Warren (1969) "Sequential Decision Problems: a Model to Exploit Existing Forecasters", *Administrative Science Quarterly*, vol. 16, núm. 2, pp. B93-B111.
- Hillier, Frederick, y Gerald Lieberman (2002) *Investigación de operaciones*, McGraw-Hill.
- Ignizio, James (1979) "A Review of Goal Programming: a Tool for Multiobjective Analysis", *The Journal of Operations Research Society*, vol. 29, núm. 11, pp. 1109-1119.
- Jensen, Michael (1983) "Organization Theory and Methodology", *The Accounting Review*, vol. 58, núm. 2, pp. 319-339.
- Maanen, John (1979) "Reclaiming Qualitative Methods for Organizational Research", *Administrative Science Quarterly*, vol. 24, núm. 4, pp. 520-526.
- Piore, Michael (1979) "Qualitative Research Techniques in Economics", *Administrative Science Quarterly*, vol. 24, núm. 4, pp. 560-569.
- Simon, Herbert (1962) *El comportamiento administrativo*. Madrid: Aguilar.
- Sweeney, Dennis, E. Winkofsky, Roy Probir, y Norman Baker (1978) "Composition vs. Decomposition: Two Approaches to Modelling Organizational Decision Processes", *Management Science*, vol. 24, núm. 14, pp. 1491-1499.
- Taha, Hamdy (2004) *Investigación de operaciones*, Prentice Hall.
- Taha, Hamdy, y Guy Curry (1971) "Classical Derivation of the Necessary and Sufficient Conditions for Optimal Linear Programs", *Operation Research*, vol. 19, núm. 4, pp. 1045-1050.

- Tversky, Amos, y Daniel Kahneman (1971) "The belief in law numbers", *Psychological Bulletin*, vol. 76, pp. 105-110.
- (1986) "Rational Choice and the Framing of Decisions", *The Journal of Business*, vol. 59, núm. 4, pp. S251-S278.