



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE TUCUMÁN



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONOMICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL TUCUMAN

PROYECTO: HERRAMIENTAS PARA LAS DECISIONES DE UN ESTUDIO CONTABLE

Autores: López Córdoba, Jesús Roberto

Terán Peñaloza, Josefina Brígida María

Director: Martos, María Enriqueta

2012

Trabajo de Seminario: Licenciatura en Administración de Empresas

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es contribuir con un procedimiento de decisión de aspectos vinculados a la gestión de Recursos Humanos en una organización de servicios, cuya implementación permita lograr un equilibrio entre los intereses personales de los trabajadores y los objetivos de la organización de la que forman parte.

Las personas son la principal fuente de ventaja competitiva con la que cuenta cualquier empresa. Por lo tanto, es importante que la organización cuente con las personas con las competencias necesarias, en el lugar y tiempo oportunos, además, de que los gerentes posean herramientas para el manejo efectivo y satisfactorio de sus colaboradores.

En particular, nos centramos en la decisión de cómo asignar días de vacaciones al personal de un Estudio Contable de la ciudad de San Miguel de Tucumán, teniendo en cuenta los requisitos propios de la empresa y sus puestos de trabajo, y respetando la legislación laboral vigente. La problemática fue desarrollada mediante programación lineal binaria, habiéndose obtenido un resultado óptimo acorde a las restricciones planteadas.

El procedimiento utilizado en la asignación de vacaciones permite reemplazar al actual, que consiste en asignar vacaciones en función al sorteo de fechas, dependiendo así los empleados del azar. La utilización de un modelo de decisión permite a la organización ahorros de tiempo y esfuerzo.

PRÓLOGO

El presente trabajo busca contribuir con un procedimiento de decisión de aspectos vinculados al manejo de Recursos Humanos en una organización de servicios. En este caso en particular, nos centramos en la decisión de cómo asignar días de vacaciones al personal de un Estudio Contable de la ciudad de San Miguel de Tucumán.

Teniendo en cuenta que en las empresas de hoy intervienen una gran cantidad de variables de decisión y, ante la escasez de algunos recursos se busca la optimización de la decisión tomada, ya sea disminuyendo costos y/o aumentando las ganancias.

La decisión entre días laborables y de vacaciones del personal, lleva a la búsqueda del equilibrio entre los intereses particulares de los trabajadores y los objetivos de la organización de la que forman parte, sin olvidar que el período vacacional se establece en función de la antigüedad que tenga el trabajador en la organización y otras consideraciones.

En la primera parte de nuestro trabajo, se hace referencia a conceptos generales de la Administración de Operaciones en las Organizaciones para la toma de decisiones, enfocándonos en las organizaciones de servicios en particular. También tratamos las disposiciones legales vigentes en el tema de vacaciones como sustento legal a nuestros cálculos de la parte práctica. Posteriormente analizamos los tipos de herramientas que ayudan a la toma de decisiones, destacando ventajas y desventajas de su utilización. Nos centramos en el análisis de la programación lineal con problemas de maximización y minimización de una decisión.

Avanzando con el desarrollo, trabajamos con la utilización específica de la programación lineal. Este análisis nos permite llegar al final de nuestro trabajo con una aplicación práctica en el caso específico que nos ocupa: decidir sobre la asignación de días de vacaciones al personal de un estudio contable de nuestro medio. Se analizó las características propias de la organización bajo estudio, se formuló el problema, se detectaron las variables de análisis, se procedió a realizar el análisis de

datos permitiéndose a través de ello concluir sobre la mejor decisión para la organización y los empleados.

Queremos agradecer al estudio contable por el aporte de datos necesarios para este trabajo como así también a la Profesora Mg. María Enriqueta Martos quien nos acompañó en este proceso de elaboración como parte de su integración del Proyecto de Investigación: “Herramientas de Gestión Aplicadas”, Código 26/F406-1, enmarcado en el Programa de Investigación: “Sistemas de Gestión en Organizaciones”, del CIUNT (Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Tucumán).

CAPÍTULO I

Conceptos Previos

Sumario: 1. Importancia de la Administración de Operaciones en las Organizaciones para la toma de decisiones; 2. Las organizaciones de servicios en la actualidad; 3. Los recursos humanos y su administración; 4. Disposiciones legales que rigen las vacaciones en el personal de dependencia.

1. Importancia de la Administración de Operaciones en las Organizaciones para la toma de decisiones.

“La Administración de Operaciones (AO) se define como el diseño, la operación y la mejora de los sistemas que crean y entregan los principales productos y servicios de la empresa”¹. La AO es un terreno funcional de los negocios, con una clara responsabilidad de línea en la administración. Este punto es importante debido a que es común que las personas confundan la administración de operaciones con la investigación de las operaciones y la ciencia de la administración (IO/CA), como también con la ingeniería industrial. La diferencia esencial radica en que, mientras la AO es un terreno de la administración, la IO/CA es la aplicación de métodos cuantitativos a la toma de decisiones en todos los campos, y la ingeniería industrial es una disciplina de ingeniería.

La AO es una de las tres funciones primarias de cualquier organización (operaciones, comercialización y finanzas) y está íntegramente relacionada con las

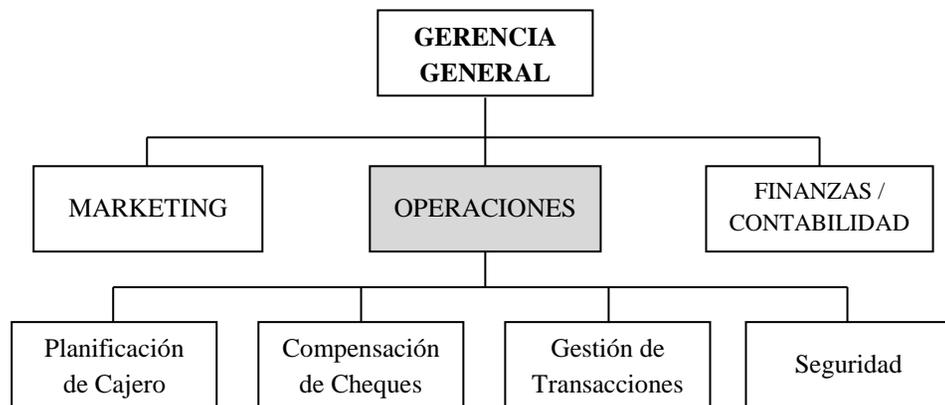
¹ Consultas en Internet: <http://inacapoperaciones.wordpress.com/unidad-1-introduccion-a-la-administracion-de-operaciones/>

otras funciones de negocios, ya que el logro de los objetivos organizacionales de rentabilidad, supervivencia y crecimiento en un contexto dinámico requiere de trabajo en equipo entre estas tres áreas funcionales. Todas las empresas comercializan, financian y producen, para lo cual resulta clave saber cómo funciona el área de operaciones/producción de las mismas. Por lo tanto, es necesario estudiar cómo se organiza la gente para producir, y la forma en que los bienes y servicios son generados. Los siguientes gráficos ilustran la ubicación de la función producción en el organigrama de una empresa.

Empresa de Fabricación.



Empresa de Servicios: Banco Comercial.



El administrador de la función de operaciones toma una serie de decisiones, que pueden dividirse en tres grandes áreas:

a) Decisiones estratégicas: decisiones respecto a los productos, diseño del proceso y la infraestructura para apoyar a éste. Las decisiones de administración de operaciones a nivel estratégico causan un impacto en la efectividad a largo plazo de la compañía, en términos de cómo pueden enfrentar las necesidades de sus clientes. Por consiguiente, para que la empresa tenga éxito, estas decisiones deben alinearse con la estrategia corporativa. Las decisiones que se toman a nivel estratégico se convierten en las restricciones de operación en las cuales debe operar la empresa, tanto a corto como mediano plazo. Ejemplos de este tipo de planeación son:

- decidir si se hace un proyecto de desarrollo de nuevo producto.
- decidir sobre el diseño de un proceso de producción para un producto nuevo.
- decidir la manera de asignar los recursos escasos (materias primas, servicios, capacidad de producción y personal) entre oportunidades comerciales nuevas y existentes.
- decidir qué fabricas nuevas se necesitan y dónde ubicarlas.

b) Decisiones operativas: decisiones respecto a la planeación de la producción para cumplir con la demanda de los clientes. La planeación táctica aborda principalmente cómo programar de manera eficiente, el material y la mano de obra dentro de las restricciones dadas por las decisiones estratégicas tomadas previamente. Estas decisiones son fundamentales para el éxito de la función de operación y de toda la organización. Estas decisiones tácticas, a su vez, se convierten en las restricciones de operación en las cuales se toman las decisiones de planeación y control operacionales. Ejemplos de este tipo de decisiones son:

- decidir acerca de los inventarios de bienes terminados a mantener para cada uno de los productos.
- decidir sobre los detalles de un plan para la adquisición de las materias primas con el objeto de apoyar el programa de producción del próximo mes.

c) Decisiones de control: decisiones respecto la planeación y el control de las operaciones. Hacen referencia a las actividades cotidianas de los trabajadores, a la calidad de los productos y servicios, a los costos de producción y generales, y al mantenimiento de la maquinaria. Los administradores de operaciones se ocupan de la planeación, análisis y control de las actividades, de manera que un mal desempeño de los trabajadores, una calidad inferior de los productos y descomposturas excesivas de las máquinas no obstaculicen el funcionamiento rentable del sistema de producción. Ejemplos de este tipo de decisión son:

- desarrollar estándares de costo de personal (mano de obra) para un diseño revisado del producto que está a punto de entrar en producción.
- decidir la periodicidad en que debe efectuarse mantenimiento preventivo en una pieza clave de la maquinaria de producción.

Otra manera de clasificar las decisiones sobre las que tiene responsabilidad la AO, es la proporcionada por uno de los principales consultores a nivel mundial de ésta área funcional, el norteamericano Roger Schroeder (Profesor de la Universidad de Minnesota), quien las tipifica de la siguiente manera:

- “Proceso: las decisiones de esta categoría determinan el proceso físico o instalación que se utiliza para producir el producto o servicio. Las decisiones incluyen el tipo de equipo y tecnología, el flujo de proceso, la distribución de planta así como todos los demás aspectos de las instalaciones físicas o de servicios. Muchas de estas decisiones sobre el proceso son a largo plazo y no se pueden revertir de manera sencilla, en particular cuando se necesita una fuerte inversión de capital. Por lo tanto, resulta importante que el proceso físico se diseñe con relación a la postura estratégica de largo plazo de la empresa.

- Capacidad: las decisiones sobre la capacidad se dirigen al suministro de la cantidad correcta de capacidad, en el lugar correcto y en el momento exacto. La capacidad a largo plazo la determina el tamaño de las instalaciones físicas que se construyen. A corto plazo, en ocasiones se puede aumentar la capacidad por medio de

subcontratos, turnos adicionales o arrendamiento de espacio. Sin embargo, la planeación de la capacidad determina no sólo el tamaño de las instalaciones sino también el número apropiado de gente en la función de operaciones. Se ajustan los niveles de personal para satisfacer las necesidades de la demanda del mercado y el deseo de mantener una fuerza de trabajo estable. A corto plazo, la capacidad disponible debe asignarse a tareas específicas y puestos de operaciones mediante la programación de la gente, del equipo y de las instalaciones.

– Inventarios: las decisiones sobre inventarios en operaciones determinan lo que debe ordenar, qué tanto pedir y cuándo solicitarlo. Los sistemas de inventarios se utilizan para administrar los materiales desde su compra, a través de los inventarios de materia prima, de producto en proceso y de producto terminado. Los gerentes de inventarios deciden cuánto gastar en inventarios, dónde colocar los materiales y numerosas decisiones más relacionadas con lo anterior. Administran el flujo de los materiales dentro de la empresa.

– Fuerza de trabajo: la administración de gente es el área de decisión más importante en operaciones, debido a que nada se hace sin la gente que elabora el producto o presta el servicio. Las decisiones sobre la fuerza de trabajo incluyen la selección, contratación, despido, capacitación, supervisión y compensación. Estas decisiones las toman los gerentes de línea de operaciones, con frecuencia con la asistencia o en forma mancomunada con la gerencia de recursos humanos. Administrar la fuerza de trabajo de manera productiva y humana, es una tarea clave para la función de operaciones hoy en día.

– Calidad: la función de operaciones es casi siempre responsable de la calidad de los bienes y servicios producidos. La calidad es una importante responsabilidad de operaciones que requiere del apoyo total de la organización. Las decisiones sobre calidad deben asegurar que la calidad se mantenga en el producto en todas las etapas

de las operaciones: se deben establecer estándares, diseñar equipo, capacitar gente e inspeccionar el producto o servicio para obtener un resultado de calidad.”²

La AO también puede ser estudiada como un sistema: la gestión de operaciones involucra el diseño, planificación, dirección, control y mejora de los sistemas que producen bienes y servicios.

Un sistema de producción utiliza recursos para transformar las entradas en alguna salida deseada. Los sistemas de producción se utilizan en todo tipo de negocios.

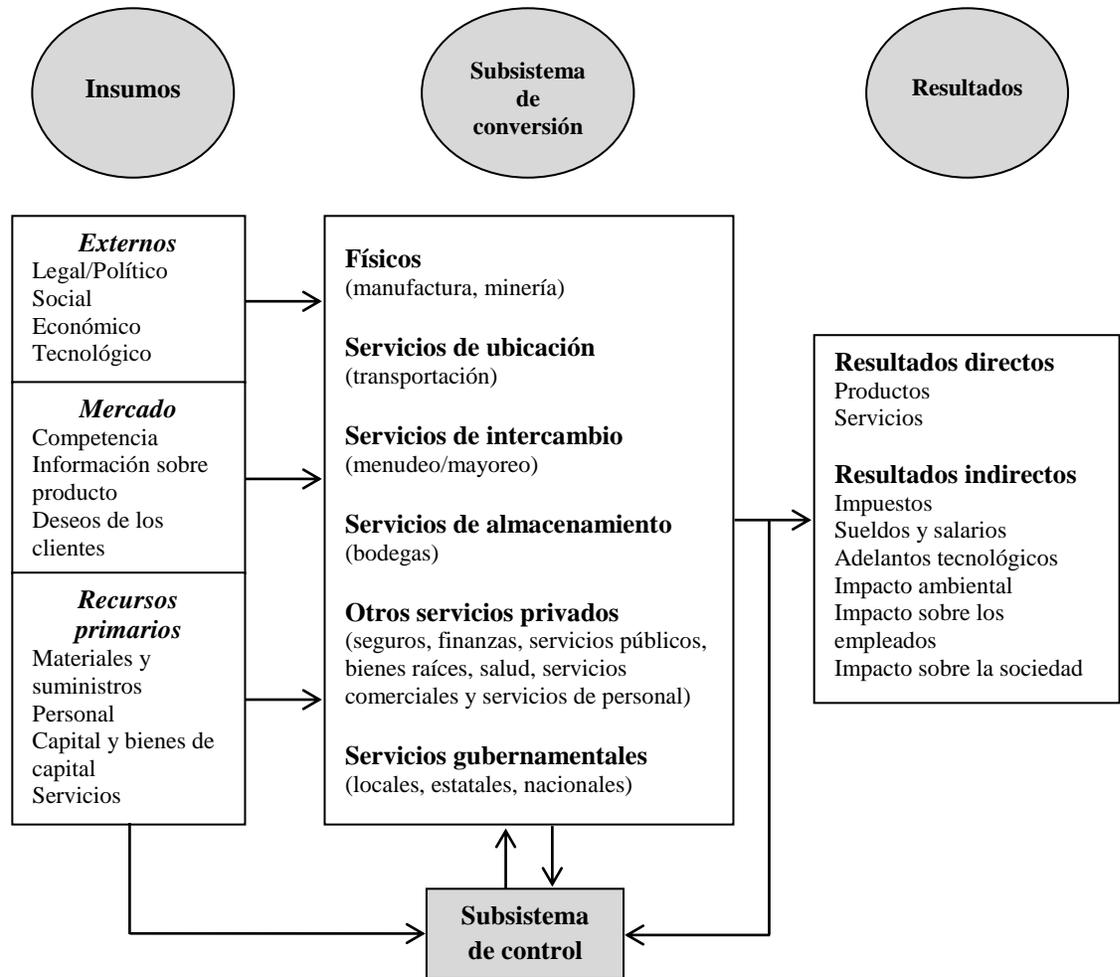
“Un sistema de producción recibe insumos en forma de materiales, personal, capital, servicios e información. Estos insumos son transformados, en el subsistema de conversión (núcleo central del sistema de producción), en los productos y servicios deseados, que se conocen como productos. Una porción del producto resultante es vigilada por el subsistema de control para determinar si es aceptable en términos de cantidad, calidad y costo”³. El subsistema de control asegura el desempeño del sistema al dar retroalimentación a los gerentes de manera que puedan tomar acciones correctivas.

A continuación se representa gráficamente un modelo del sistema de producción:

² Consultas de Internet: <http://www.gestiopolis.com/Canales4/ger/adoperaciones.htm>

³ GAITHER, Norman y FRAZIER, Greg, Administración de Producción y Operaciones, trad. por Gabriel Sánchez García, 8ª Edición, Editorial International Thomson Editores, S.A., (México, 2000), pág. 15.

Modelo del Sistema de Producción.



Fuente: GAITHER, Norman y FRAZIER, Greg, *Administración de Producción y Operaciones*, Trad. por Gabriel Sánchez García, 8ª Edición, Editorial International Thomson Editores, S.A., (México, 2000), pág. 16.

Algunos ejemplos del sistema de producción son los siguientes:

| Sistema | Entradas | Transformación | Salidas |
|---------------------------------|---|---|---|
| - Hospital | pacientes | doctores, enfermeras, suministros y equipos | personas sanas |
| - Restaurante | clientes con hambre | comida, cocinero, meseros, ambiente | clientes satisfechos |
| - Planta de ensamble automotriz | láminas de acero y motores | personal, equipos, herramientas | autos de calidad |
| - Universidad | graduados del secundario | profesores, aulas, materiales | personas educadas |
| - Tienda departamental | compradores | exhibidores, vendedores mercancías | clientes satisfechos y utilidades |
| - Estudio Contable | documentación respaldatoria de los clientes | contadores, sistema de información | información útil y relevante para la toma de decisiones |
| - Aerolínea | viajeros | aviones, pilotos y programación | Llegar a horario al destino y seguridad |

Fuente: Elaboración propia.

La AO es un elemento competitivo clave para las empresas, porque permite elaborar productos de manera más eficiente, más precisa y más fiable, a la vez que viabiliza que los productos se encuentren en manos de los clientes o consumidores, más ajustados a su demanda, al más bajo costo, con la mejor calidad, en mayor cantidad y en el menor tiempo. Sin embargo, es necesario tener presente que la invención continua es la esencia de las organizaciones más exitosas, ya que aquellas que continuamente pueden crear nuevas formas más efectivas de entregar valor a los clientes se mantendrán a la delantera, por esta razón para que una ventaja competitiva basada en las operaciones resista a lo largo del tiempo, las estrategias basadas en las operaciones deben ser dinámicas.

2. Las organizaciones de servicios en la actualidad.

La aparición de una diversidad de organizaciones privadas y públicas para proporcionar servicios a la población en crecimiento es uno de los hechos más impresionante de la actual economía.

El servicio es una prestación que realiza una empresa o persona a un cliente. Es el conjunto de actividades económicas que comúnmente generan productos intangibles (como educación, alimentación, hospedaje, consultoría, entretenimiento, etc.).

Los servicios difieren significativamente de la manufactura. En la siguiente tabla se presentan las principales diferencias (las cuales son polos extremos de un continuo).

| | Servicios | Productos manufacturados |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Bienes</i> | bienes intangibles | productos tangibles |
| <i>Inventarios</i> | no se pueden guardar en inventarios | pueden conservarse en inventario |
| <i>Proceso de producción</i> | amplio contacto con el cliente | poco contacto con el cliente |
| <i>Tiempos de entrega</i> | tiempos cortos | tiempos largos |
| <i>Inversión</i> | mano de obra | bienes de capital |
| <i>Calidad</i> | determinada de manera subjetiva | determinada de manera objetiva |

Fuente: Elaboración propia.

Los temas de gerencia de operaciones de servicio existen en dos contextos organizacionales amplios:

a) La empresa de servicios: es la administración de empresas cuyo negocio principal exige interacción con el cliente para producir el servicio. En esta categoría es posible hacer otra clasificación importante: servicios con base en instalaciones, donde el cliente debe acudir a las instalaciones de servicio, y servicios con base *in situ*, en donde la producción y el consumo del servicio se desarrollan en el ambiente del cliente. La tecnología ha permitido la transferencia de muchos servicios con base en instalaciones a servicios con base *in situ*, por ejemplo, el telemercadeo lleva el centro comercial a la pantalla del televisor.

b) Los servicios internos: se refieren a la gerencia de servicios requerida para brindar soporte a las actividades de la empresa en su totalidad, entre estos servicios es posible mencionar funciones tales como procesamiento de datos, contabilidad, ingeniería y mantenimiento. Sus clientes son los diferentes departamentos dentro de

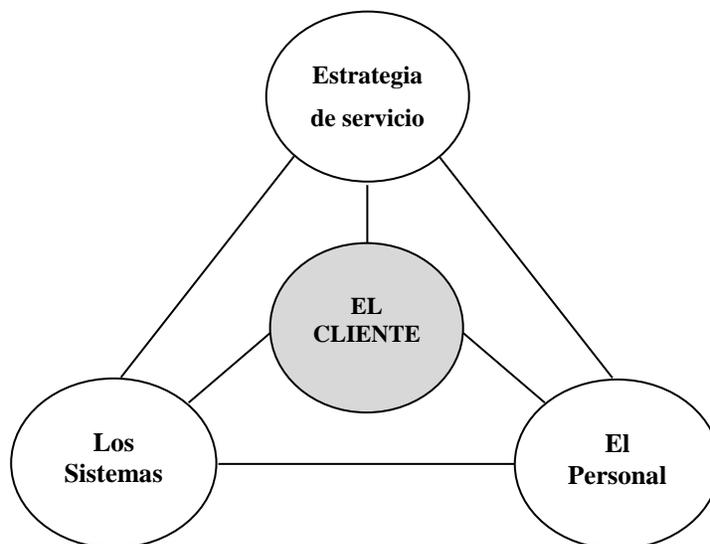
la organización que requieren de ellos. No es raro que un servicio interno comience a comercializar sus servicios por fuera de la organización matriz y se convierta en una empresa de servicios.

El diseño de una organización de servicios implica cuatro elementos:

- identificación del mercado meta: *¿quién es el cliente?*
- concepto de servicio: *¿cómo se diferencia el servicio en el mercado?*
- estrategia de servicio: *¿cuál es el paquete de servicio y el enfoque operacional del servicio?* La estrategia de servicio comienza por seleccionar el enfoque operacional (las prioridades de desempeño) mediante el cual piensa competir la empresa. Entre estas prioridades se pueden observar las siguientes:
 - ♦ tratamiento del cliente en términos amistosos y asistenciales,
 - ♦ velocidad y conveniencia de la entrega del servicio,
 - ♦ precio del servicio,
 - ♦ variedad de servicio,
 - ♦ calidad de los bienes tangibles esenciales para el servicio o que acompañan a éste,
 - ♦ habilidades únicas que conforman la oferta de servicio.
- sistema de entrega del servicio: *¿cuáles son los procesos, el personal y las instalaciones mediante los que se crea el servicio?*

En una organización de servicios el punto focal de todas las decisiones y acciones es el cliente. Esta filosofía se puede apreciar en el triángulo de servicios, en el cual el cliente es el centro de toda la estrategia de servicios, los sistemas y las personas que lo atienden.

El triángulo de servicios.



Fuente: CHASE, Richard B., JACOBS, F. Robert y AQUILANO, Nicholas J., *Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva*, Trad. por Jorge Yescas Milanés, Pilar Mascaró Sacristán y Guadalupe Meza Staines, 10ª Edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana, (México, 2004), pág. 243.

Desde este enfoque, la organización existe para servir al cliente, y los sistemas y el personal existen para facilitar el proceso de servicio. Simultáneamente, la organización de servicios también existe para servir a la fuerza laboral, porque por lo general ésta determina cómo es percibido el servicio por los clientes, es decir, la manera en que la gerencia trata al empleado es la manera en que el empleado tratará al público. Si la fuerza laboral ha recibido una buena capacitación y se encuentra bien motivada por la gerencia, hará una buena labor con sus clientes.

El papel de las operaciones en este triángulo es muy importante, ya que el sector de operaciones es responsable de los sistemas de servicios (procedimientos, equipos e instalaciones) así como administrar el trabajo de la fuerza laboral.

En el sector servicios la capacidad es un tema relevante, ya que hay que atender a la demanda a medida que se presenta debido a que en los servicios no se admiten inventarios (existen algunas excepciones). Una capacidad demasiado grande genera costos excesivos y una capacidad insuficiente lleva a pérdidas de clientes,

razón por la cual, se busca la asistencia del departamento de comercialización, estableciendo tarifas de descuentos en aerolíneas, ofertas especiales los fines de semana en hoteles, etc.

Para lograr una ventaja competitiva en servicios es necesario integrar el *marketing* de servicios con la entrega de los mismos, con el fin de satisfacer o superar las expectativas del cliente (una compañía que no puede lograr una ventaja competitiva en la entrega de sus servicios debe por lo menos alcanzar paridad con sus competidores). El departamento de comercialización tiene la responsabilidad de comunicar la promesa del servicio al cliente, creando con ello las correspondientes expectativas sobre los resultados del servicio. El departamento de operaciones es el encargado de realizar las acciones que ejecutan la promesa y manejar la experiencia del cliente. Para poder lograr tal integración es necesario verificar el grado de satisfacción del cliente con los resultados obtenidos, para ello la empresa deberá abrir canales que permitan obtener retroalimentación de la operación realizada; en caso de que se conociera que los servicios no son satisfactorios, la gerencia podrá modificar la estrategia de *marketing* del servicio o el sistema de entrega del mismo. Además es importante monitorear y controlar la fase de ejecución (reasignar empleados para que atiendan variaciones de demanda de corto plazo, preguntar a los clientes y empleados cómo marchan las cosas, estar disponibles para los clientes, etc.) y tener un plan de recuperación para contrarrestar las reacciones negativas antes de que el cliente abandone el sistema, para ello es necesario entrenar a los empleados de atención directa al cliente para que respondan a situaciones como exceso de reservas, maleta perdida, etc.

3. Los recursos humanos y su administración.

La Administración de Recursos Humanos (ARH) es “la función o gestión que se ocupa de seleccionar, contratar, formar, emplear y retener a los colaboradores de la organización”⁴.

⁴ Consultas de internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Recursos_humanos

La función de Recursos Humanos debe alinear su planificación estratégica con la estrategia de la organización, lo que permitirá implantar la estrategia organizacional a través de las personas, quienes son consideradas como los únicos recursos vivos e inteligentes capaces de llevar al éxito organizacional y enfrentar los desafíos que hoy en día se percibe en la intensa competencia mundial. Al ser las personas la principal fuente de ventaja competitiva, la ARH procura tratar a las personas como tales y hacer hincapié en las diferencias individuales y en la diversidad en las organizaciones; ya que cuanto mayor es la diferencia entre las personas, tanto mayor su potencial de creatividad e innovación.

Hasta hace un tiempo, a las personas se las trataba como objetos, como recursos productivos, similares a las máquinas o a las herramientas de trabajo, como mero agentes pasivos que debían ser administrados. La tendencia actual es que todas las personas en todos los niveles sean administradores, y no sólo realizadores de sus tareas, cada persona debe ser consciente de que además de realizar sus tareas, debe ser un elemento de diagnóstico y de solución de problemas, para que su trabajo en la organización mejore de manera continua. Por lo tanto, es imprescindible resaltar que no se administran personas ni recursos humanos, sino que se administra con las personas viéndolas como agentes activos y proactivos dotados de inteligencia, creatividad y habilidades intelectuales.

La ARH presenta las siguientes características:

– “Es situacional, es decir, depende de la situación organizacional: del ambiente, la tecnología empleada en la organización, las políticas y directrices vigentes, la filosofía administrativa preponderante, de la concepción que se tenga en la organización acerca del hombre y su naturaleza y, sobre todo, de la cantidad y calidad de recursos humanos disponibles”⁵.

⁵ CHIAVENATO, Idalberto, Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones, trad. por Pilar Mascaró Sacristán y María del Carmen Hano Roa, 8ª Edición, Editorial McGraw-Hill, (México, 2007), pág. 114.

– Es un medio que permite que las empresas alcancen las metas de eficiencia y eficacia a través de las personas, y a su vez desarrolla condiciones favorables para que éstas últimas logren sus objetivos individuales.

– Es una responsabilidad de línea y una función de *staff*. Esto significa que cada jefe tiene autoridad de línea sobre sus colaboradores, es decir autoridad para decidir, actuar y mandar; en consecuencia también tiene la responsabilidad de línea sobre ellos. Para que las jefaturas actúen relativamente de manera uniforme y coherente en relación con sus colaboradores, es necesario un departamento de *staff*, de asesoría y consultoría que proporcione a cada jefe la debida orientación, las normas y los procedimientos sobre cómo administrar a sus empleados; además el departamento de *staff* también debe prestar servicios especializados (como reclutamiento, selección, formación, etc.), para aportar propuestas y recomendaciones a los jefes de línea para que éstos puedan tomar decisiones adecuadas.

– Puede visualizarse como un sistema cuyo proceso involucra cinco subsistema íntimamente interrelacionados e interdependientes, su interacción hace que cualquier cambio en uno de ellos tenga influencia en los demás. Estos son: integración, organización, retención, desarrollo y auditoría de personas.

| Subsistema | Objetivo | Actividades Involucradas |
|----------------|---|---|
| - Integración | quiénes trabajaran en la organización | investigación del mercado de recursos humanos reclutamiento de personas selección de personas |
| - Organización | que harán las personas en la organización | socialización de las personas diseño de puestos descripción y análisis de puestos evaluación del desempeño |
| - Retención | cómo conservar a las personas que trabajan en la organización | remuneración y retribuciones prestaciones y servicios sociales higiene y seguridad en el trabajo relaciones sindicales |
| - Desarrollo | cómo preparar y desarrollar a las personas | capacitación desarrollo organizacional |
| - Auditoría | cómo saber lo que son y lo que hacen las personas | banco de datos / Sistema de Información controles-constancia-productividad-equilibrio social |

Fuente: CHIAVENATO, Idalberto, *Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones*, trad. por Pilar Mascaró Sacristán y María del Carmen Hano Roa, 8ª Edición, Editorial McGraw-Hill, (México, 2007), pág. 118.

En síntesis, el principal objetivo de la ARH es que la organización cuente con personas con las competencias necesarias, en el lugar y tiempo oportunos.

4. Disposiciones legales que rigen las vacaciones en el personal en relación de dependencia.

“El derecho es el conjunto de principios y normas jurídicas que regulan las condiciones del hombre en sociedad. Es una unidad sistemática, de la cual el derecho del trabajo forma parte.

El derecho de trabajo es el conjunto de principios y normas jurídicas que regula las relaciones (pacíficas y conflictivas) que surgen del hecho del trabajo dependiente, y las emanadas de las asociaciones profesionales (sindicatos y cámaras empresariales) entre sí y con el Estado.

Su finalidad es la de proteger a los trabajadores; se constituye en un medio para igualar a trabajadores y empleadores: de esta manera genera ‘desigualdades’ para compensar las diferencias naturales preexistente entre unos y otros”⁶.

La Ley de Contrato de Trabajo -LCT- (ley 20.744, modificada por la ley 21.297) conforma el cuerpo normativo principal del derecho individual del trabajo, y regula todo lo concerniente al contrato de trabajo, se haya celebrado en el país o en el exterior, mientras se ejecute en nuestro territorio.

La LCT no regula toda clase de trabajo; queda fuera de su alcance el trabajo benévolo, el trabajo familiar y el trabajo autónomo, sólo se ocupa del trabajo en relación de dependencia.

El concepto de trabajo está en el art. 4º de la LCT donde se establece que constituye trabajo, a los fines de esta ley, toda actividad lícita que se preste en favor de quien tiene la facultad de dirigirla, mediante una remuneración. El contrato de trabajo tiene como principal objeto la actividad productiva y creadora del hombre en sí. Solo después ha de entenderse que media entre las partes una relación de intercambio y un fin económico en cuanto se disciplina por esta ley. El concepto de trabajo se circunscribe a toda actividad lícita prestada a otro (empleador individual o empresa) a cambio de una remuneración.

El título V de la LCT trata acerca de las vacaciones y otras licencias (arts. 150 a 164).

Las vacaciones pueden definirse como un descanso anual obligatorio durante el cual el trabajador es dispensado de todo trabajo durante un cierto número de días consecutivos de cada año, después de un período mínimo de servicios continuos, con derecho a cobrar sus remuneraciones habituales. La finalidad perseguida de las vacaciones es lograr el restablecimiento físico y psíquico del trabajador.

⁶ GRISOLIA, Julio, Guía de Estudio: Laboral (Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social), 6ª Edición, Editorial Estudio S.A., (Argentina, 2007), pág. 23.

La ley establece mecanismos basados en la antigüedad y en el tiempo mínimo trabajado en el año para fijar la cantidad de días de vacaciones que le corresponde a cada trabajador.

El art. 151 de la LCT establece que para tener derecho cada año a las vacaciones completas el trabajador debe haber prestado servicios, como mínimo, durante la mitad de los días hábiles del año calendario o aniversario respectivo, a elección del trabajador. Cuando el art. 151 de la LCT hace referencia a días hábiles, los asimila a los días normales de trabajo de la empresa. Si no se totaliza el tiempo mínimo de trabajo exigido por la ley le corresponde un día de vacaciones por cada veinte de trabajo efectivo (criterio que también se aplica a los contratos de temporada).

El art. 152 de la LCT dispone que se computarán como trabajados los días en que el trabajador no preste servicios por gozar de una licencia legal o convencional, o por estar afectado de una enfermedad inculpable o por infortunio en el trabajo, o por otras causas no imputables al mismo.

La antigüedad del trabajador se calcula al 31 de diciembre del año al cual corresponden las vacaciones, ya que el criterio adoptado es el del año calendario. La antigüedad se computa respecto de un solo empleador, es decir, se toma en cuenta el tiempo trabajado en la empresa. Sin embargo, si el trabajador reingresó a las órdenes del mismo empleador debe computarse el período anterior que haya trabajado para el mismo empleador cualquiera haya sido el motivo del cese (art. 18, LCT).

El período vacacional se establece en función de la antigüedad que tenga el trabajador en la empresa. Los trabajadores de jornada completa, de media jornada o a tiempo parcial, tienen el mismo tiempo de vacaciones sobre la base de su antigüedad en la empresa.

| Antigüedad | Plazos |
|--------------------|---------------|
| Hasta 5 años | 14 días |
| Entre 5 y 10 años | 21 días |
| Entre 10 y 20 años | 28 días |
| Más de 20 años | 35 días |

Fuente: Elaboración propia.

El art. 151 de la LCT determina que las vacaciones deben comenzar el día lunes o en el siguiente día hábil si éste fuere feriado; en caso de que el trabajador preste tareas el domingo, debido a su actividad, y tenga descanso compensatorio durante la semana, las vacaciones deberán comenzar el día siguiente de aquel en el que gozó de dicho descanso, o en el siguiente día hábil si éste fuere feriado. Esto es así para evitar superposición de descansos con distinto fundamento.

La ley establece que los días del período vacacional son corridos y no hábiles, se cuentan todos los días del plazo respectivo: sábados, domingos, feriados, y días no laborables. Esto no impide a que estatutos especiales y normas convencionales puedan fijar su cómputo en días hábiles, ya que así mejora el beneficio del trabajador (art. 8), o establecer plazos mayores.

La exigencia legal del goce continuado de las vacaciones, trae como consecuencia que esté prohibido acumular un período de vacaciones a otro futuro. Sin embargo, está permitido por acuerdo de partes que a un período de vacaciones se le acumule la tercera parte de las vacaciones inmediatamente anteriores (art. 164, LCT). El fraccionamiento es una excepción que requiere necesariamente que el trabajador goce de un período mínimo de descanso equivalente a las dos terceras partes del plazo vacacional.

El empleador tiene el deber de otorgar las vacaciones en el período comprendido entre el 1° de octubre y el 30 de abril del año siguiente, y por lo menos en una temporada de verano (del 21 de diciembre al 21 de marzo) cada tres períodos. Sin embargo, si la época de mayor trabajo de la actividad de la empresa coincide con dicho período, la autoridad de aplicación (Ministerio de Trabajo) mediante resolución

fundada puede autorizar al empleador para otorgar las vacaciones en otro período (art. 154, LCT).

El empleador tiene la obligación de comunicar por escrito la fecha de inicio de las vacaciones con una antelación no menor de 45 días. Cuando no le otorga las vacaciones, el empleado se encuentra facultado a tomar la licencia por su cuenta, previa notificación fehaciente de ello, de modo que termine antes del 31 de mayo (art. 157, LCT). En caso de que el trabajador no se tomara las vacaciones antes del 31 de mayo, pierde el derecho a gozarlas y a que se las paguen, es un plazo de caducidad.

Existen diversas situaciones a tener en cuenta al momento de otorgar las vacaciones:

- en caso de que los cónyuges trabajasen en la misma empresa, el empleador debe otorgar las vacaciones en forma simultánea y conjunta (art. 154, *in fine*). Si la antigüedad de ambos cónyuges fuese diferente se deberá otorgar haciendo coincidir el plazo menor dentro del mayor.

- en caso de enfermedades inculpables (art. 208, LCT), plazo de conservación del empleo (art. 211, LCT) y accidentes (pendiente el lapso de incapacidad temporaria), el trabajador no puede comenzar a gozar de las vacaciones: no debe asignárselas durante dicho período. Si la enfermedad o el accidente sobreviene durante el descanso anual, se debe suspender hasta que el trabajador se restablezca, en estos casos el trabajador deberá dar aviso al empleador denunciando su domicilio provisorio de residencia si se encontrare en algún lugar de veraneo, por si el empleador quisiese verificar la enfermedad a través de algún servicio de contralor de ausentismo.

- en caso de suspensiones por razones disciplinarias, se efectivizarán después de finalizada la licencia. Si la suspensión es por falta de trabajo subsiste el derecho a las vacaciones.

- en caso de maternidad, prevalece la licencia por maternidad; el otorgamiento de las vacaciones será nulo y se deberá otorgar en tiempo hábil. Si el parto sobreviene durante las vacaciones, la solución es la misma que en el caso de enfermedad.

- en el caso de una licencia de matrimonio, el empleado podrá solicitar su acumulación con la licencia por vacaciones, aún cuando su goce se produjera fuera del período fijado entre el 1° de octubre y el 30 de abril.

En cuanto a la retribución que el trabajador tiene derecho a percibir durante el período de vacaciones, el art. 155 de la LCT establece que la misma debe ser determinada de la siguiente manera:

a) tratándose de trabajos remunerados con sueldo mensual, dividiendo por veinticinco (25) el importe del sueldo que perciba en el momento de su otorgamiento.

b) si la remuneración se hubiere fijado por día o por hora, se abonará por cada día de vacación el importe que le hubiere correspondido percibir al trabajador en la jornada anterior a la fecha en que comience en el goce de las mismas, tomando a tal efecto la remuneración que deba abonarse conforme a las normas legales o convencionales o a lo pactado, si fuere mayor. Si la jornada habitual fuere superior a la de ocho (8) horas, se tomará como jornada la real, en tanto no exceda de nueve (9) horas. Cuando la jornada tomada en consideración sea, por razones circunstanciales, inferior a la habitual del trabajador la remuneración se calculará como si la misma coincidiera con la legal. Si el trabajador remunerado por día o por hora hubiere percibido además remuneraciones accesorias, tales como por horas complementarias, se estará a lo que prevén los incisos siguientes:

c) en caso de salario a destajo, comisiones individuales o colectivas, porcentajes u otras formas variables, de acuerdo al promedio de los sueldos devengados durante el año que corresponda al otorgamiento de las vacaciones o, a opción del trabajador, durante los últimos seis (6) meses de prestación de servicios.

d) se entenderá integrando la remuneración del trabajador todo lo que éste perciba por trabajos ordinarios o extraordinarios, bonificación por antigüedad u otras remuneraciones accesorias.

La retribución correspondiente al período de vacaciones debe ser satisfecha a la iniciación del mismo.

CAPÍTULO II

Introducción a la Programación Lineal

Sumario: 1. Las Ciencias Administrativas: naturaleza, enfoques y primeros desarrollos; 2. El Análisis Cuantitativo: a) etapas del Análisis Cuantitativo y b) construcción de modelos; 3. La Programación Lineal: definición, elementos y supuestos básicos; 4. Procedimiento de solución gráfica. Casos especiales; 5. Análisis de sensibilidad e interpretación de soluciones; 6. Tipos de PL: a) Programación Entera, b) Programación Binaria, c) Programación por Metas.

Muchas fuerzas, tanto dentro de las organizaciones como del ambiente externo (el crecimiento en tamaño y complejidad de las organizaciones, los mayores niveles de escolaridad de las personas, y muchos otros cambios producidos durante el siglo XX), han conducido a una evolución en la teoría de la organización y en la práctica administrativa. La teoría tradicional se basó en las características ambientales y organizacionales de la revolución industrial.

Gran parte del desarrollo en la teoría moderna puede atribuirse a contribuciones interdisciplinarias que han enriquecido los conocimientos y la comprensión de esta ciencia. Las organizaciones y la administración se han convertido en los puntos centrales de la investigación.

La escuela tradicional sugirió un concepto notablemente diferente del proceso administrativo y sentó los principios definitivos como lineamientos para la acción. Al hacer esto estableció un modelo relativamente restringido, el cual excluía muchas variables. En esencia, el conocimiento nuevo ha originado la apertura del

punto de vista tradicional hacia muchas variables que han sido cada vez más importantes para la teoría organizacional.

Las dos fuentes más importantes de nuevas ideas han sido las ciencias del comportamiento y administrativas. “La ciencia administrativa, que puede ser considerada como una extensión básica de la administración científica pero con modificaciones, se relaciona principalmente con las organizaciones como un sistema técnico económico. Este enfoque se desarrolló al final de la segunda guerra mundial con aportaciones de la economía, la ingeniería, las matemáticas y la estadística. Dicha escuela hace destacar el establecimiento de modelos normativos de la administración y de la conducta organizacional, para maximizar la eficiencia. Este punto de vista ve al administrador como un tomador de decisiones y utiliza análisis sistémicos y técnicas cuantitativas para optimizar el funcionamiento hacia el logro de ciertos objetivos”⁷.

La segunda parte de la evolución proviene de las ciencias del comportamiento. En su estudio de las organizaciones, los científicos de la conducta hicieron destacar el sistema psicosocial, considerando como elemento primario los componentes humanos. Mientras que los conceptos de la administración tradicional se preocupaban por la estructura y la tarea, el interés de los científicos de la conducta está en los factores humanos y en el comportamiento de las personas en las organizaciones reales. La escuela del comportamiento se interesa en la investigación empírica para comprobar las teorías del comportamiento organizacional. Comúnmente, éstas tienen un enfoque humanístico que difiere en forma sustancial de la orientación mecanística de los tradicionalistas y de los científicos de la administración.

⁷ KAST, Fremont E. y ROSENZWEIG, James E., Administración de las Organizaciones. Enfoque de sistemas y de contingencias, trad. por Marco Antonio Malfavón Martínez, 4ª Edición, Editorial McGraw-Hill, (México, 1988), pág. 82.

1. Las Ciencias Administrativas.

De la aplicación de los métodos cuantitativos para la toma de decisiones surge un desarrollo significativo conocido como investigación de operaciones, ciencia administrativa o ciencia de las decisiones. En muchos aspectos este enfoque se deriva del movimiento de la administración científica con la incorporación de métodos más complejos, tecnología computacional y una orientación hacia problemas más amplios. Adopta el método científico como un marco de referencia para resolver los problemas, haciendo hincapié en juicios objetivos más que en los subjetivos. Como Taylor, los actuales científicos de administración se dedican a la utilización de los planteamientos científicos para la solución de los problemas administrativos y destacan un enfoque normativo para facilitar al administrador la toma de decisiones óptimas. Prescribe cómo debe decidir el administrador, a partir de ciertos supuestos técnico-económicos y de los objetivos que deben lograrse.

Definición y Naturaleza.

“Miller y Starr definen a la investigación de operaciones simplemente como *la aplicación de la teoría de la decisión*. ‘La investigación de operaciones recurre a cualquier medio científico, matemático o lógico para tratar de controlar los problemas que confronta el ejecutivo cuando trata de lograr una completa racionalidad en el manejo de los problemas de decisión’. Sostienen que la investigación de operaciones se orienta hacia la solución real de los problemas que encara el ejecutivo. No tiene una orientación teórica, sino que se interesa por la solución de los problemas y su aplicación”⁸.

El término “ciencia administrativa” recibió su impulso inicial al establecerse el Instituto de Ciencia de la Administración en 1953, con objeto de “identificar, extender y unificar el conocimiento científico que contribuye al entendimiento y práctica de la administración”. Aunque han existido muchos intentos

⁸ Ibídem, pág. 93.

para distinguir entre investigación de operaciones y ciencia administrativa, es difícil establecer una distinción clara.

Los conceptos clave que permiten identificar el campo de la ciencia administrativa/investigación de operaciones (CA/IO), son:

- hincapié en el método científico,
- enfoque sistemático en la solución de problemas,
- construcción de modelos matemáticos,
- cuantificación y utilización de procedimientos matemáticos y estadísticos,
- interés por los conceptos técnico-económicos más que por los psicosociales,
- uso de las computadoras como herramientas,
- hincapié en el enfoque sistémico,
- búsqueda de decisiones racionales bajo grados variables de incertidumbre,
- orientación hacia los modelos normativos más que a los descriptivos.

Enfoques.

La investigación de operaciones y la ciencia administrativa descienden del movimiento de la administración científica; sin embargo, existe un rompimiento claro entre generaciones. “La investigación de operaciones, como se concibe actualmente, es producto de los esfuerzos realizados durante la segunda guerra mundial, cuando los científicos con diferentes especialidades fueron llamados para cooperar en la solución de problemas militares. La primera vez que se reunió un grupo organizado de investigadores de operaciones fue en Inglaterra, en 1940. Uno de los proyectos era estudiar la aplicación de los sistemas de radar construidos recientemente. El grupo estudió los sistemas interceptores de radar como un sistema integrado hombre-máquina, con objeto de desarrollar la utilización óptima de los recursos disponibles. Como resultado de estos esfuerzos, la efectividad de la defensa aérea británica durante la batalla de Inglaterra mejoró notablemente. En Gran Bretaña se establecieron equipos de investigación de operaciones para cada uno de los tres servicios militares y se usaron ampliamente. En Estados Unidos los servicios militares también adoptaron el enfoque de la investigación de operaciones para

manejar problemas como el despliegado de los convoyes de la marina mercante con el fin de minimizar las pérdidas por el ataque de los submarinos enemigos, mejorar los métodos de búsqueda de submarinos y lograr mayor precisión en los bombardeos aéreos. Los éxitos de estos estudios sentaron las bases para el desarrollo futuro de los grupos de investigación de operaciones en aplicaciones no militares”⁹. Estos primeros desarrollos condujeron a un consenso con respecto a las siguientes fases de un proyecto de IO:

1. formulación del problema.
2. construcción de un modelo matemático que represente al sistema en estudio.
3. obtención de una solución a partir del modelo.
4. prueba del modelo y de la solución derivada de él.
5. establecimiento de controles sobre la situación.
6. implantación de la solución: instrumentación.

Primeros Desarrollos.

La información acerca de las técnicas de la ciencia administrativas se ha difundido ampliamente. “Hasta la década de 1950, técnicas tales como programación lineal, teoría de juegos, teoría de colas, teoría estadística de decisión, análisis de sistemas, simulación, técnicas de Monte Carlo y otras herramientas analíticas eran relativamente desconocidas. En nuestros días no solo se han convertido en técnicas ordinarias en las empresas y las industrias, sino que también son parte básica de los programas de estudio en las escuelas profesionales como administración de empresas e ingeniería”¹⁰.

En las primeras etapas de desarrollo, la ciencia administrativa no estaba dirigida hacia los problemas estratégicos, sino que se preocupaba principalmente por las decisiones técnicas. Esto era cierto en las aplicación industriales. Lo importante eran los problemas de la administración de niveles inferiores donde la cuantificación era posible con la ayuda de las computadoras (la preocupación principal eran la

⁹ Ibídem, pág. 95.

¹⁰ Ibídem, pág. 96.

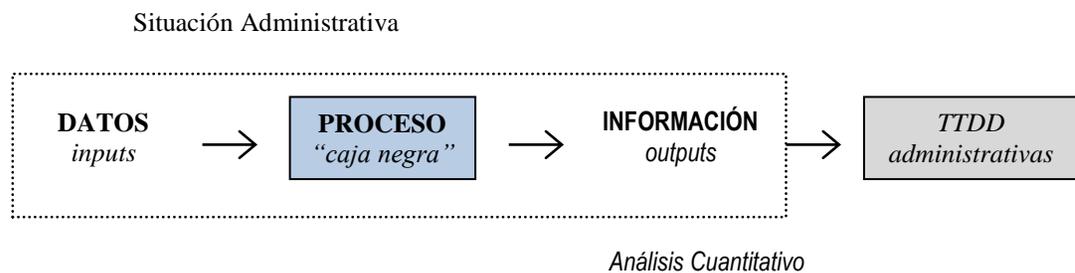
automatización de muchas actividades rutinarias de procesamiento de datos). El siguiente paso fue la utilización de la computadora desde el punto de vista de la ciencia administrativa para programar problemas de bajo nivel bien estructurados, como control de inventarios, control de producción y problemas de distribución.

Muchos desarrollos han llevado a la CA/IO hacia una perspectiva más amplia y hacia nuevas áreas de problemas. Los avances en computación y programación han proporcionado tecnologías para dirigir la atención de la administración hacia decisiones estratégicas de alto nivel.

2. Análisis Cuantitativo.

El análisis cuantitativo, o ciencia administrativa, es el enfoque científico para la toma de decisiones administrativas.

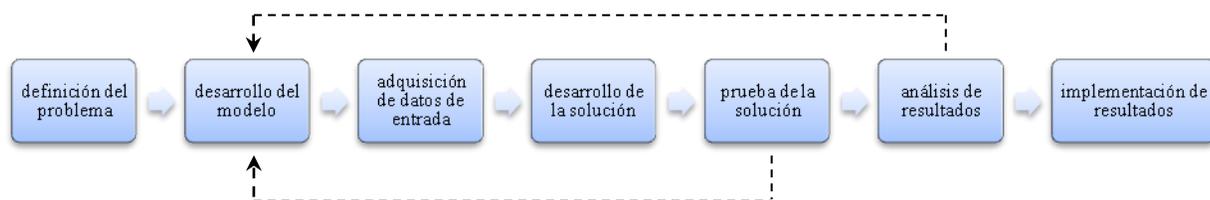
El procesamiento y manipulación de los datos en bruto y su transformación en información significativa constituyen el corazón del análisis cuantitativo.



Fuente: Elaboración propia

a) Etapas.

Las etapas del enfoque del análisis cuantitativo se ilustran en el siguiente gráfico, luego, se procederá a describir cada una de ellas y presentar los inconvenientes a los que están sometidas.



Fuente: RENDER, Barry, STAIR, Ralph M. y HANNA, Michael E., *Métodos Cuantitativos para los Negocios*, Trad. por Astrid Mues Zepeda, 9ª Edición, Editorial Pearson Prentice-Hall, (México, 2006), pág. 3.

1. *Definición del problema*: planteamiento claro y conciso del problema real, considerando factores cuantitativos y cualitativos. Se desarrollan objetivos específicos y medibles.

Inconvenientes:

- *puntos de vista en conflicto*: deben considerarse todos los puntos de vista antes de definir el problema formalmente.
- *dependencia entre departamentos*: los problemas no existen de manera aislada y no son propiedad de un solo departamento o empresa, de modo que se deberá tener presente el efecto provocado en cada uno de ellos.
- *supuestos iniciales*: las personas tienden a definir los problemas en función de las soluciones que buscan, por lo que una solución óptima para el problema equivocado deja sin resolver el problema real.
- *solución anticuada*: el problema puede cambiar mientras el modelo está en desarrollo.

2. *Desarrollo del modelo*: un modelo es una representación matemática de la realidad.

Inconvenientes:

- *concordancia con los modelos de los libros de texto*.
- *comprensión del modelo*: simplificación de los supuestos para que el modelo sea más fácil de comprender.

3. *Adquisición de datos de entrada*: obtención de datos precisos de diversas fuentes, como reportes y documentos de la compañía, entrevistas con el personal, y muestreo y medida directa.

Inconvenientes:

- *utilización de datos contables.*
- *validez de los datos:* la validez de los resultados del modelo no es mejor que la validez de los datos que se ingresan en el modelo.

4. *Desarrollo de la solución:* utilización del modelo para obtener una solución óptima del problema.

Inconvenientes:

- *matemáticas difíciles de comprender.*
- *respuesta única:* se debe contar con una gama de opciones y el efecto que tiene cada solución sobre la función objetivo.

5. *Prueba de la solución:* se determina la precisión y la integridad de los datos utilizados por el modelo, a través de la comparación de los datos originales y los adicionales (datos de una fuente distinta).

Inconveniente:

- *revisión de los supuestos del modelo para detectar posibles errores.*

6. *Análisis de resultados:* se determinan las implicaciones de la solución y su sensibilidad a cambios en el modelo y/o datos de entrada.

Inconveniente:

- *deben analizarse los resultados en términos de la forma en que afectarán al total de la organización.*

7. *Implementación de resultados:* puesta en marcha y seguimiento de la solución en la compañía.

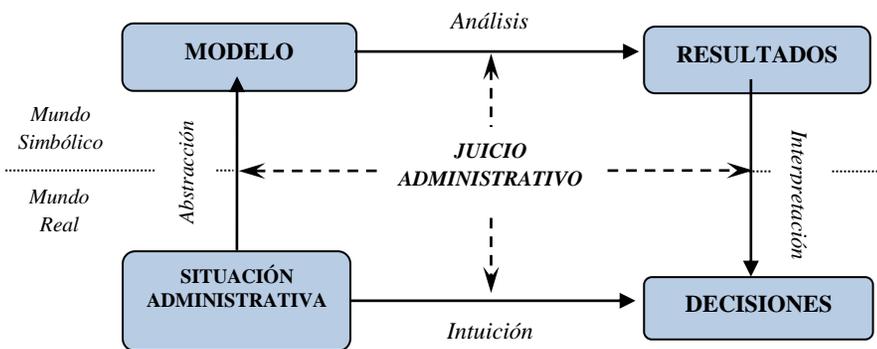
Inconvenientes:

- *resistencia al cambio:* el apoyo administrativo y la participación de los usuarios son cruciales para la implementación exitosa de proyectos de análisis cuantitativo.
- *falta de compromiso de los analistas:* la actividad de elaboración de modelos se convierte en un fin en sí mismo, no importa si los resultados ayudan a tomar la decisión final para “atacar” al problema planteado.

b) Construcción de Modelos.

Cuando se presenta una situación en la cual intervienen alternativas conflictivas o antagónicas, el gerente las analiza; se toman decisiones para resolver los conflictos; las decisiones se ponen en práctica; y la organización asume las consecuencias en forma de resultados, tomando en cuenta que no todos son monetarios.

Proceso de construcción de un modelo.



Fuente: EPPEN, G. D. y otros, *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa*, Trad. por Ángel Carlos González, y Gabriel Sánchez García, 5ª Edición, Editorial Pearson Prentice-Hall, (México, 2000), pág. 5.

El mundo real representa el mundo caótico de todos los días al cual se enfrentan los gerentes cuando están obligados a decidir sobre una situación administrativa en particular. Por ejemplo, asignación de recursos, programación de actividades o el diseño de una estrategia de comercialización.

“Históricamente, los gerentes han dependido casi por completo de su propia intuición como el instrumento primario para tomar decisiones. Aunque la intuición es de gran valor, está desprovista de un proceso analítico. Un administrador que basa la toma de decisiones solamente en la intuición no aprende, salvo por la retroalimentación que le proporcionan los resultados obtenidos, pero está demostrado que es una forma bastante cara e implacable.

El proceso de modelización, representado por el mundo simbólico, recomienda un curso de acción para complementar (no sustituir) el uso de la intuición en la toma de decisiones. Esta ruta indirecta implica abstraer los aspectos problemáticos de la situación administrativa en un modelo cuantitativo que represente lo más esencial de la situación”¹¹.

Una vez que el modelo cuantitativo ha sido construido, se somete a un análisis para generar resultados o conclusiones que emanen exclusivamente de él, es decir, sin considerar las abstracciones que se hayan realizado con anterioridad. A continuación se realiza la interpretación de los resultados basados en el modelo, para relacionarlos de nuevo con la situación del mundo real, tomando en cuenta los factores que habíamos suprimido durante la fase previa de abstracción. Cuando a esto se agregan la intuición y la experiencia del gerente, el proceso de construcción del modelo conduce a mejores decisiones y aporta conocimientos que influyen en el proceso de aprendizaje.

El proceso mismo de construcción del modelo no es una aplicación del método científico que se pueda dejar totalmente en manos de los especialistas. El buen juicio administrativo ilumina todos los aspectos de proceso. Por eso, la participación íntima del gerente en cada una de las fases del proceso de construcción del modelo es indispensable para el éxito en el mundo real.

En términos generales, el éxito en la aplicación de modelos para la toma de decisiones en el mundo real puede dividirse en cuatro etapas:

1. formulación del modelo y construcción del mismo, es decir, el proceso de tomar situaciones administrativas del mundo real, abstraerlas en una formulación y después desarrollar los términos matemáticos de un modelo simbólico.
2. análisis del modelo para generar resultados.

¹¹ EPPEN, G. D. y otros, Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa, trad. por Ángel Carlos González, y Gabriel Sánchez García, 5ª Edición, Editorial Pearson Prentice-Hall, (México, 2000), pág. 4.

3. interpretación y validación de los resultados del modelo, asegurándose de que la información disponible obtenida del análisis ha sido interpretada en el contexto de la situación original del mundo real.

4. implementación, o sea, aplicar a la toma de decisiones en el mundo real, el conocimiento validado que se obtuvo con la interpretación de los resultados del modelo.

Ventajas de la utilización de modelos.

Las ventajas que resultan de la utilización de modelos son, a saber:

- obligan a definir explícitamente los objetivos.
- identificar y registrar los tipos de decisiones que influyen en dichos objetivos.
- identificar y registrar las interacciones entre todas esas decisiones y sus respectivas ventajas y desventajas.
- pensar cuidadosamente en las variables a incluir, y definirlas en términos que sean cuantificables.
- considerar qué datos son pertinentes para la cuantificación de dichas variables y determinar las interacciones entre ellas.
- reconocer las restricciones pertinentes en los valores que esas variables cuantificadas pueden adoptar.
- permitir comunicar ideas y conocimientos, lo cual facilita el trabajo en equipo.

Tipo de modelos.

Los modelos se clasifican como:

- modelos físicos
- modelos análogos: representan un conjunto de relaciones a través de un medio diferente, pero análogo.
- modelos simbólicos: modelo abstracto en el cual todos los conceptos están representados por variables cuantitativamente definidas y todas las relaciones tienen una representación matemática.

| | FÍSICO | ANÁLOGO | SIMBÓLICO |
|--|--|---|---|
| - tangible/intangible | tangible | intangible | intangible |
| - comprensión | fácil | más difícil | la más difícil |
| - duplicación y posibilidad de compartirlo | difícil | más fácil | las más fáciles |
| - modificación y manipulación | difícil | más fácil | las más fáciles |
| - alcance de utilización | la más baja | más amplio | el más amplio |
| - Ejemplos | modelo de un aeroplano, una casa o una ciudad. | mapa de carreteras, velocímetro, gráfico de tortas. | modelo de hoja de cálculo, algebraico o simulación. |

Fuente: Elaboración propia.

3. La Programación Lineal.

La *programación lineal*¹² (PL) es una técnica de modelado matemático diseñada para ayudar a los administradores en la planificación y en la toma de decisiones con respecto a problemas de asignación de recursos escasos, de tal modo que se optimice un objetivo de interés.

Elementos.

- los *objetivos* deben ser establecidos con claridad y definidos matemáticamente. En problemas de PL, quien toma las decisiones busca maximizar o minimizar alguna cantidad (medidas de desempeño, tales como ganancias, eficiencia, costo o tiempo) → **FUNCIÓN OBJETIVO (FO)**
- presencia de *limitaciones* y *requerimientos* que acotan el grado al cual se puede alcanzar un objetivo; se clasifican en físicas, económicas y políticas → **RESTRICCIONES**

¹² El término *programación* incluido en “programación lineal” no tiene relación alguna con la programación para computadoras ni con el desarrollo del software correspondiente. Su origen está relacionado, más bien, con el procedimiento de “establecer un calendario o programa de actividades para realizar eficazmente una tarea”.

- *decisiones* que implican cursos de acción alternativos entre los cuales se puede/debe elegir; se trata de cantidades que la administración puede controlar →
VARIABLES DE DECISIÓN

Los objetivos y restricciones en los problemas de PL se deben expresar en términos de *ecuaciones o desigualdades lineales*.

Supuestos básicos.

Técnicamente existen cinco aspectos de un problema de PL que se deben considerar, a saber:

1. *certeza*: se conocen con certeza los coeficientes en el objetivo y restricciones y no cambian durante el periodo que se está estudiando.
2. *proporcionalidad*: si la producción de 1 unidad de un producto utiliza 3 horas de un recurso particular escaso, entonces producir 10 unidades de ese producto emplea 30 horas del recurso (linealidad).
3. *aditividad*: el total de todas las actividades es igual a la suma de las actividades individuales.
4. *divisibilidad*: las soluciones no tienen que ser números enteros; en su lugar, son divisibles y pueden tomar cualquier valor fraccionario.
5. *no negatividad*: los valores negativos de cantidades físicas son imposibles.

Formulación de un problema de PL.

La formulación de un programa lineal implica desarrollar un modelo matemático para representar el problema administrativo.

- Pasos*
- i. entender por completo el problema administrativo al que se enfrenta.
 - ii. identificar los objetivos y las restricciones.
 - iii. definir las variables de decisión.
 - iv. utilizar las variables de decisión para escribir las expresiones matemáticas de la función objetivo y de las restricciones.

4. Procedimiento de Solución Gráfica.

El método gráfico funciona sólo cuando existen dos variables de decisión, pero da una idea de cómo están estructurados los problemas más complejos.

El primer paso para encontrar la solución óptima a un problema de PL es marcar cada una de las restricciones en una gráfica bidimensional. El área de superposición de todas las restricciones identifica la *región factible*, es decir, el conjunto de puntos solución que satisfacen todas las restricciones del problema al mismo tiempo.

En un problema de maximización, la solución óptima es el punto perteneciente a la región factible en el cual se produce, por ejemplo, la más alta utilidad; no obstante, en la región, existen muchos posibles puntos de solución.

Métodos de solución gráfica.

Básicamente, existen dos métodos alternativos para determinar la solución óptima cuando la región factible ha sido establecida gráficamente, a saber:

MÉTODO DE ISOUTILIDAD.

1. graficar todas las restricciones y buscar la región factible.
2. seleccionar una línea de utilidad (o costo) específica y graficarla para encontrar la pendiente.
3. mover la línea de la FO en dirección de la utilidad creciente (o costo decreciente) al mismo tiempo que se mantiene la pendiente. El último punto que toca en la región factible (punto de tangencia) es la solución óptima.
4. encontrar los valores de las variables de decisión en este último punto y calcular la utilidad (o costo).

MÉTODO DE PUNTO ESQUINA.

1. graficar todas las restricciones y encontrar la región factible.
2. encontrar los puntos de esquina de la región factible.
3. calcular la utilidad (o costo) en cada uno de los puntos de esquina factibles.
4. seleccionar el punto de esquina con el mejor valor de la FO que se encontró en el paso 3. Ésta es la solución óptima.

Fuente: RENDER, Barry, STAIR, Ralph M. y HANNA, Michael E., *Métodos Cuantitativos para los Negocios*, Trad. por Astrid Mues Zepeda, 9ª Edición, Editorial Pearson Prentice-Hall, (México, 2006), pág. 256.

Casos Especiales.

Cuatro casos especiales y ciertas dificultades se plantean cuando se utiliza el método gráfico para resolver problemas de PL, a saber:

a) *Infactibilidad* → ninguna solución factible

Se presenta cuando no existe ninguna solución que satisfaga todas las restricciones de un problema. Gráficamente, significa que no existe una región de solución factible, situación que podría ocurrir si el problema fuera formulado con restricciones conflictivas.

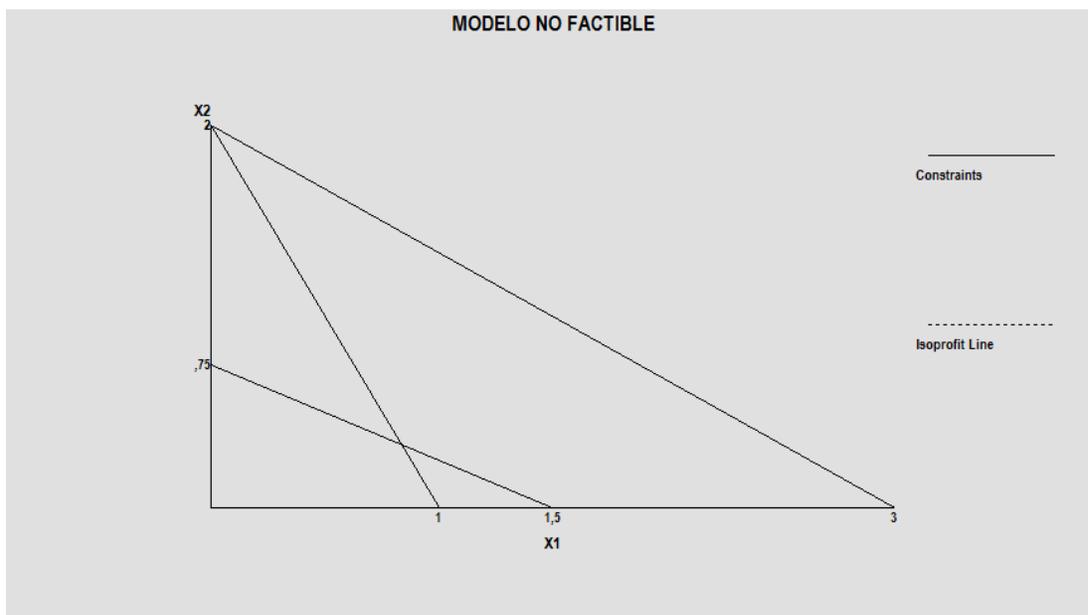
FO Máx. = $5X_1 + 4X_2$

s.a. **R1** $2X_1 + X_2 \leq 2$

R2 $2X_1 + 4X_2 \leq 3$

R3 $2X_1 + 3X_2 \geq 6$

R4 $X_i \geq 0, \forall i$



Fuente: Elaboración propia.

b) *No acotamiento* → solución ilimitada

En un problema de maximización esto implica que, por ejemplo, una o más variables de solución y la utilidad asociada pueden hacerse infinitamente grandes sin violar ninguna de las restricciones. Si se trata de resolver de manera gráfica se observará que la región factible es abierta, lo que implica que el problema no se formuló adecuadamente, faltando una o más restricciones.

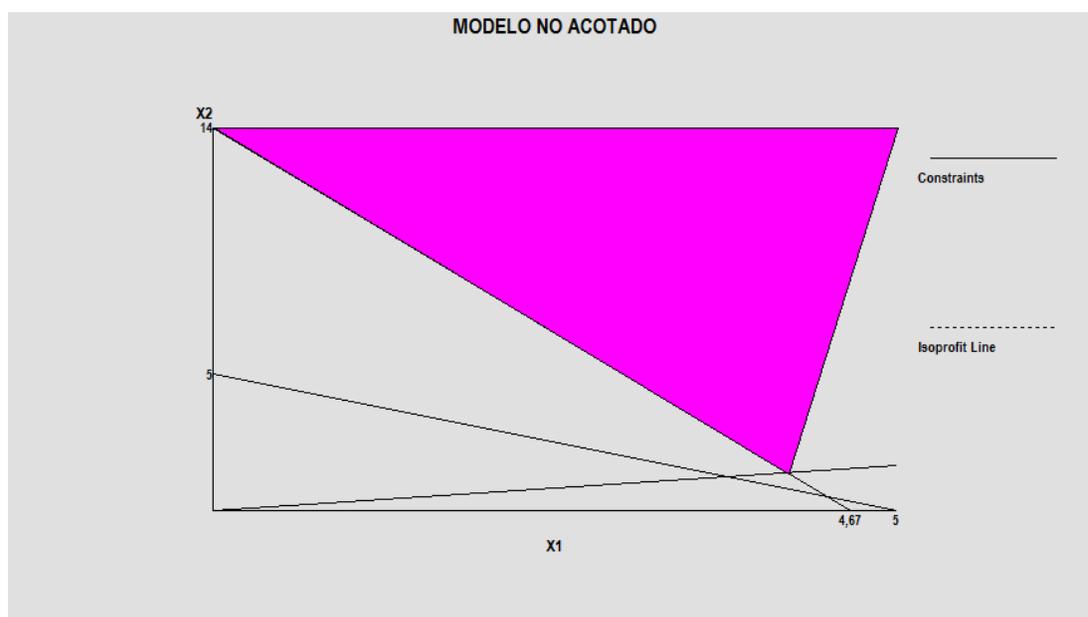
FO Máx. = $500X_1 + 400X_2$

s.a. **R1** $X_1 - 3X_2 \leq 0$

R2 $X_1 + X_2 \geq 5$

R3 $30X_1 + 10X_2 \geq 140$

R4 $X_i \geq 0, \forall i$



Fuente: Elaboración propia.

c) *Redundancia* → no afecta la región de solución factible

La redundancia no provoca dificultades importantes para solucionar de manera gráfica los problemas de PL, pero se debe ser capaz de identificar su ocurrencia. Una restricción redundante es simplemente una que no afecta la región de solución

factible; puede ser más limitante o restrictiva que otra, lo cual niega la necesidad de ser considerada.

FO Máx. = $X_1 + 2X_2$

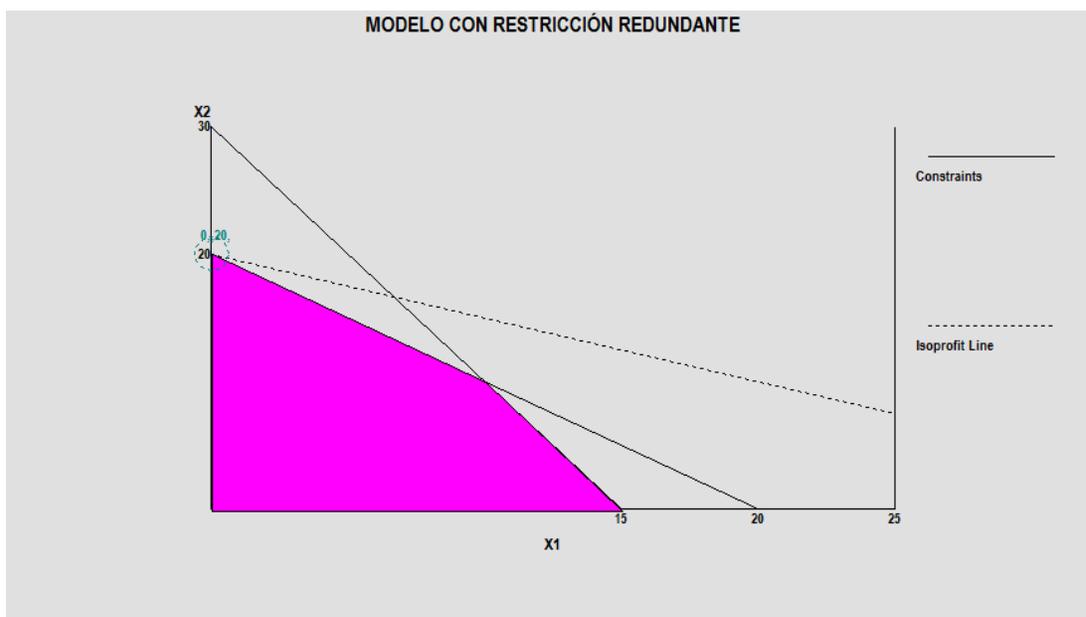
s.a. **R1** $X_1 + X_2 \leq 20$

R2 $2X_1 + X_2 \leq 30$

R3 $X_1 \leq 25$

R4 $X_i \geq 0, \forall i$

| <i>Puntos Esquina</i> | X_1 | X_2 | Z |
|-----------------------|-------|-------|-----|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 20 | 40 |
| 3 | 15 | 0 | 15 |
| 4 | 10 | 10 | 30 |



Fuente: Elaboración propia.

d) Soluciones alternas → soluciones óptimas múltiples

Situación en la cual más de una solución óptima es posible. Surge cuando la pendiente de la FO es la misma que la pendiente de una restricción del problema.

Lejos de provocar inconvenientes, la existencia de más de una solución óptima permite a la administración una gran flexibilidad para decidir qué combinación seleccionar, ya que la utilidad permanece igual en cada una de ellas.

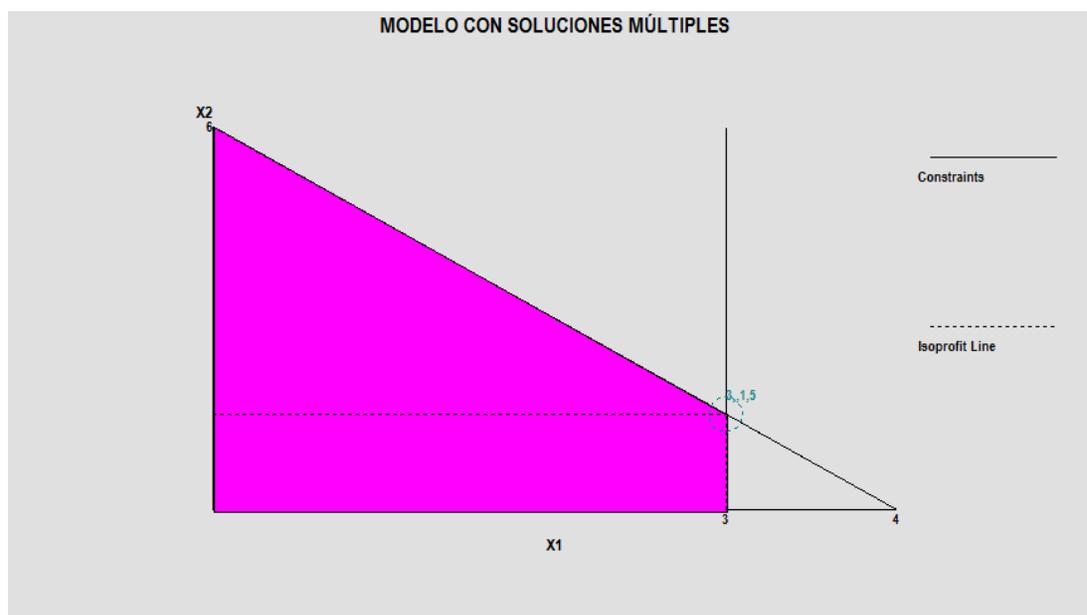
FO Máx. = $3X_1 + 2X_2$

s.a. **R1** $6X_1 + 4X_2 \leq 24$

R2 $X_1 \leq 3$

R3 $X_i \geq 0, \forall i$

| Puntos Esquina | X_1 | X_2 | Z |
|----------------|-------|-------|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 6 | 12 |
| 3 | 3 | 0 | 9 |
| 4 | 3 | 1,5 | 12 |



Fuente: Elaboración propia.

5. Análisis de Sensibilidad.

Cuando se encuentra una solución óptima a un problema de PL, se reconoce la importancia de evaluar cuál es el nivel de respuesta de esa solución ante cambios en los datos e hipótesis del modelo, por lo que se procede a determinar un intervalo de cambios en los parámetros que no afecten la solución óptima o cambien las variables de solución.

El análisis de sensibilidad (o postoptimalidad) examina los *efectos de cambios* en tres áreas: tasas de contribución de cada variable, coeficientes tecnológicos, y recursos disponibles. Puede ser utilizado para enfrentar no sólo con

errores cometidos al estimar los parámetros de entrada al modelo, sino también con experimentos administrativos con posibles cambios futuros en la firma que pudieran afectar las utilidades.

- Cambios en los *coeficientes de la FO*.

En problemas reales, las tasas de contribución de las FO fluctúan periódicamente; esto significa que, aunque la región factible permanece exactamente igual, la pendiente de la línea de isoutilidad o isocosto cambiará.

Se puede incrementar o disminuir el coeficiente de la FO de cualquier variable y el punto de esquina actual puede permanecer óptimo si el cambio no es demasiado grande. Sin embargo, si este coeficiente se incrementa o disminuye demasiado, entonces la solución óptima quedaría en un punto de esquina diferente. ¿Cuánto puede cambiar el coeficiente de la FO antes de que otro punto de esquina se vuelva óptimo?

La solución actual permanece óptima a menos que un coeficiente de la FO se incremente hasta un valor por encima del límite superior (LS) o disminuya hasta un valor por debajo del límite inferior (LI).

En general, se puede cambiar un coeficiente de la FO, y sólo uno, en tanto el cambio quede dentro de los límites fijados. Si se cambian dos o más coeficientes al mismo tiempo, el problema deberá ser resuelto con los nuevos coeficientes para determinar si la solución actual permanece óptima o no.

- Cambios en los *coeficientes tecnológicos*.

Con frecuencia, los cambios en los llamados coeficientes tecnológicos reflejan cambios en el estado de la tecnología. Si se requieren menos o más recursos para producir un determinado producto cambiarán los coeficientes de las ecuaciones de restricción. Estos cambios no tendrán efecto en la FO de un problema de PL, pero pueden modificar significativamente la forma de la región de solución factible y, por consiguiente, la utilidad o costo óptimo.

- Cambios en los *recursos*.

Los valores del lado derecho de las restricciones representan recursos disponibles para la firma, tales como horas de mano de obra, tiempo de máquinas, dinero o materiales de producción.

Si se cambia el lado derecho de una restricción, la región factible cambiará (a menos que la restricción sea redundante) y con frecuencia lo mismo le sucederá a la solución óptima.

El *precio sombra* (valor dual) de una restricción es el mejoramiento del valor de la FO que resulta del incremento de una unidad en el lado derecho de la restricción (recurso escaso), y sólo será significativo dentro de los límites establecidos.

6. Tipos de Programación Lineal.

a) Programación Entera.

Un modelo de programación entera es un modelo que contiene restricciones y una función objetivo idénticas a las formuladas por PL; la única diferencia es que una o más de las variables de decisión tienen que tomar un valor entero en la solución final.

Clasificación.

La programación entera se clasifica en:

- pura: problemas en los que se requiere que *todas* las variables de decisión tengan valores enteros.
- mixta: situaciones en los cuales se requiere que *algunas* de las variables, pero no todas, tengan valores enteros.
- 0-1: caso especial en el cual se requiere que *todas* de las variables tengan valores de solución enteros de 0 y 1.

b) Programación Binaria.

En general, a una variable 0-1 se le asigna un valor de 0 si no se satisface una cierta condición y 1 si la condición se satisface. Entre las aplicaciones más comunes tenemos:

- ***problema de asignación:*** implica decidir qué individuos asignar a un conjunto de trabajos.
- ***presupuesto de capital:*** busca seleccionar de entre una serie de posibles proyectos, cuando las limitaciones de presupuesto hacen imposible seleccionar a todos. Se puede definir una variable 0-1 distinta para cada proyecto.
- ***cargo fijo:*** con frecuencia, los negocios enfrentan decisiones que implican un cargo fijo que afectará el costo de futuras operaciones. La construcción de una nueva fábrica o la firma de un contrato de arrendamiento a largo plazo de una instalación existente implicaría un costo fijo que podría variar según el tamaño de la instalación y la ubicación. Una vez que se construye la fábrica, los costos de producción variables serán afectados por el costo de la mano de obra en la ciudad particular donde esté localizada.
- ***inversión financiera:*** supone elegir de entre un grupo de oportunidades de inversión.

Limitación del número de alternativas seleccionadas de un grupo.

Si se requiere que una compañía elija *no más de dos* de tres proyectos sin importar los fondos disponibles:

$$X_1 + X_2 + X_3 \leq 2$$

Si se deseara forzar la selección de *exactamente* dos de los tres proyectos para conseguir fondos se debería usar la siguiente restricción:

$$X_1 + X_2 + X_3 = 2$$

esto hace que dos de las variables tengan valores de 1, mientras que la otra debe tener un valor de 0.

☑ *Selecciones dependientes.*

Si la selección de un proyecto depende en cierto modo de la selección de otro proyecto:

$$X_1 \leq X_2 \rightarrow X_1 - X_2 \leq 0$$

Si se desea que dos proyectos sean o no seleccionados de forma simultánea, se deberá utilizar la siguiente restricción:

$$X_1 = X_2 \rightarrow X_1 - X_2 = 0$$

si cualquiera de estas variables es igual a 0, la otra también debe ser 0; si cualquiera de ellas es igual a 1, la otra también debe ser igual a 1.

c) Programación por Metas (PM).

En situaciones típicas de toma de decisiones, las metas establecidas por la administración pueden ser alcanzadas sólo a expensas de otras. Es necesario establecer una jerarquía de importancia entre ellas, de modo que las de más baja prioridad sean abordadas sólo después de que se satisfagan las de más alta prioridad.

✚ *como no siempre es posible alcanzar todas las metas al grado en que la persona que toma las decisiones desea, la PM intenta alcanzar un nivel satisfactorio de múltiples objetivos, acercándose tanto como sea posible al logro de sus metas.*

La FO es la diferencia principal entre la PM y la PL. En lugar de tratar de maximizar o minimizar la FO directamente, la PM trata de minimizar las *desviaciones* entre las metas establecidas y las que en realidad pueden ser alcanzadas dentro de las restricciones dadas. Las variables de desviación en general son las únicas variables en la FO y el objetivo es minimizarlas.

Metas múltiples (igualmente importantes).

Una vez que se identifican todas las metas y restricciones implicadas en un problema, la administración deberá analizar cada meta para ver si el logro de menos o de más de esa meta es una situación aceptable.

- si el excedente en el logro es aceptable, la variable d^+ apropiada puede ser eliminada de la FO.
- si es aceptable no lograr por completo, la variable d^- deberá ser eliminada de la FO.
- si la administración busca alcanzar una meta con exactitud, tanto d^- como d^+ deben aparecer en la FO.

$$\text{Min DT} = d_1^- + d_2^- + d_3^+ + d_4^-$$

✚ las variables de desviación son cero si una meta se logra por completo.

Niveles de prioridad.

Las metas pueden ser clasificadas con respecto a su importancia a los ojos de la administración, las de menor grado se consideran sólo después de que se satisfacen las de mayor grado. Se asignan prioridades (P_i 's) a cada variable de desviación, donde P_1 es la meta más importante, P_2 la siguientes más importante, en seguida P_3 y así sucesivamente.

$$\text{Min DT} = P_1 \cdot d_1^- + P_2 \cdot d_2^- + P_3 \cdot d_3^+ + P_4 \cdot d_4^-$$

✓ la prioridad 1 es infinitamente más importante que la prioridad 2, la cual es infinitamente más importante que la siguiente, y así sucesivamente.

CAPÍTULO III

Modelos de Programación Lineal

Sumario: 1. Aplicaciones en Marketing: a) selección de medios, b) investigación de marketing y c) logística de distribución; 2. Aplicaciones en Finanzas: a) selección de una cartera de inversión y b) presupuesto de capital; 3. Aplicaciones en Producción: a) mezcla de producción y b) planeación del trabajo.

La programación lineal es un caballo de batalla en el mundo de los modelos cuantitativos. Su capacidad para manejar ciertas variables de decisión y restricciones, y la enorme cantidad de interacciones que implican estos números hacen que la Programación Lineal sea una herramienta importante para la resolución de una gran cantidad de problemas de la vida real.

La práctica de “parafrasear” formulaciones de modelos de PL permite desarrollar habilidades en la aplicación de la técnica a otras situaciones comunes. Mediante el uso de pequeños ejemplos numéricos, cuyos principios son aplicables a problemas más grandes y complejos, se procederá a aplicar el modelado de PL a las áreas de marketing, finanzas y producción.

1. Aplicaciones en Marketing.

Definido de manera sencilla, “el marketing es la administración redituable de las relaciones con el cliente. Su meta doble consiste, por un lado, en atraer a

nuevos clientes prometiéndoles un valor superior y, por otro, mantener y hacer crecer a los clientes actuales al entregarles satisfacción”¹³.

Muchas personas creen que el marketing sólo consiste en vender y hacer publicidad. Pero las ventas y la publicidad son únicamente parte de una mezcla de marketing mayor, es decir, del conjunto de herramientas de marketing que funcionan en conjunto para satisfacer las necesidades del cliente y para establecer relaciones con éste.

a) Selección de medios.

Los modelos de programación lineal han sido utilizados en el campo de la publicidad como auxiliar en la toma de decisiones para seleccionar una combinación de medios eficaces. En ocasiones la técnica se emplea para asignar un presupuesto fijo o límite a través de varios medios, los cuales podrían incluir comerciales de radio y televisión, anuncios en periódicos y revistas, envíos por correo directo, etc. En otras aplicaciones, el objetivo es maximizar la exposición a la audiencia (medida subjetiva de respuesta a un anuncio dado). Podrían surgir restricciones en la combinación admisible de medios por requerimientos de contratos, disponibilidad limitada de medios o políticas de la compañía.

Ejemplo 1. JTP, una conocida casa de ropa informal, está evaluando la posibilidad de publicitar su línea de productos para la nueva temporada a potenciales clientes, para lo cual ha presupuestado \$60.000 por semana en distintos medios de comunicación: comerciales de televisión, anuncios de radios (*prime time* y por la tarde), y medios gráficos (diarios y revistas).

¹³ KOTLER, Philip y ARMSTRONG, Gary, Marketing, versión para Latinoamérica, trad. por Leticia Esther Pineda Ayala, 11ª Edición, Editorial Pearson Prentice-Hall, (México, 2007), pág. 3.

| Medios | Unidades de exposición | Costo por anuncio (\$) | Máximo por semana |
|---|------------------------|------------------------|-------------------|
| - Comerciales de TV (1 minuto) | 175.000 | 2.000 | 35 |
| - Anuncios de radio (30 segundos, <i>prime time</i>) | 75.000 | 500 | 25 |
| - Anuncios de radio (1 minuto, por la tarde) | 50.000 | 350 | 30 |
| - Anuncios en diarios (media página) | 100.000 | 850 | 21 |
| - Anuncios en revistas (página completa) | 65.000 | 450 | 28 |

Fuente: Elaboración propia.

La administración se ha fijado como meta llegar a la mayor cantidad de unidades de exposición posibles, a través de una combinación de los distintos medios considerados. Además, por acuerdos contractuales con las diferentes marcas que comercializa la empresa, como mínimo se deben colocar 14 comerciales de televisión, los anuncios de radio (*prime time* y por la tarde) no pueden exceder de 30 y, del total presupuestado, por lo menos el 15% se debe destinar a medios gráficos (diarios y revistas).

Para la resolución del problema, se definen las siguientes variables de decisión:

X_1 = número de comerciales de TV (1 minuto)

X_2 = número de anuncios de radio *prime time* (30 segundos)

X_3 = número de anuncios de radio por la tarde (1 minuto)

X_4 = número de anuncios en diarios (media página)

X_5 = número de anuncios en revistas (página completa)

El modelado del problema, función objetivo y restricciones, se detallan a continuación:

FO Máx. Exposición = $175.000X_1 + 75.000X_2 + 50.000X_3 + 100.000X_4 + 65.000X_5$

s.a.

| | | | |
|-----------|--|--------|--------|
| R1 | $2.000X_1 + 500X_2 + 350X_3 + 850X_4 + 450X_5$ | \leq | 60.000 |
| R2 | X_1 | \leq | 35 |
| R3 | X_2 | \leq | 25 |
| R4 | X_3 | \leq | 30 |
| R5 | X_4 | \leq | 21 |

| | | | | | | |
|------------|-------|---------|-------|-------------------|-------------------------------|-------|
| R6 | | | | X_5 | \leq | 28 |
| R7 | | $X_2 +$ | X_3 | | \leq | 30 |
| R8 | X_1 | | | | \geq | 14 |
| R9 | | | | $850X_4 + 450X_5$ | \geq | 9.000 |
| R10 | | | | | $X_i \in \mathbb{Z}^+ \cup 0$ | |

Haciendo uso de Solver¹⁴, la combinación óptima de medios de comunicación para la campaña publicitaria de la empresa es: $X_1=14$, $X_2=25$, $X_3=5$, $X_4=6$ y $X_5=28$, llegando a 7.000.882 unidades de exposición.

b) Investigación de marketing.

La PL también se aplica a problemas de investigación de marketing y en el área de investigación de consumo.

Ejemplo 2¹⁵. Una compañía automotriz ha desarrollado un nuevo vehículo deportivo de utilería con tracción en las cuatro ruedas. Como parte de una campaña de marketing, la firma ha desarrollado una presentación de ventas en video (en un CD) que se enviará tanto a los propietarios de vehículos actuales como a propietarios de vehículos utilitarios deportivos ofrecidos por la competencia. Los individuos que reciban el nuevo video promocional también recibirán un cupón para un recorrido de prueba del nuevo modelo durante un fin de semana. Un factor clave en el éxito de esta nueva promoción es la tasa de respuesta, es decir, el porcentaje de individuos que reciban la nueva promoción y hagan el recorrido de prueba del modelo nuevo; se estima que la tasa de respuesta para el mercado de clientes actuales es del 25% y para clientes nuevos del 20%.

¹⁴ Solver, complemento de Excel de Microsoft, depende de una aproximación logarítmica al conjunto de soluciones óptimas, es decir, opera con una serie de reglas y cálculos para buscar y aproximar la solución óptima. Una vez que se ejecuta el comando Solver y se encuentra una solución al problema, puede seleccionar qué clase de información adicional (*reportes*) debe ser presentada en la ventana.

¹⁵ MEDINA GALVÁN, Marcelo Enrique, Materia: Investigación Operativa, Instituto de Administración, Facultad de Ciencias Económicas, UNT, (San Miguel de Tucumán, 2012).

La tasa de ventas es el porcentaje de individuos que recibe la nueva promoción, hace el recorrido de prueba y efectúa la compra. Los estudios de investigación de mercado indican que la tasa de ventas es del 12% para el mercado de clientes actuales y del 20% para clientes nuevos.

El costo de cada promoción, excluyendo los costos del recorrido de prueba, es de \$5 por cada promoción enviada al mercado de clientes actual y de \$4 por cada promoción enviada a clientes nuevos. Los costos de prueba se estiman en \$ 10 por recorrido.

La administración general ha decidido que deberá enviar la nueva promoción a un mínimo de 30.000 clientes actuales y a un mínimo de 10.000 clientes nuevos. Además, el número de clientes actuales que haga el recorrido de prueba del nuevo vehículo debe ser por los menos el doble del número de clientes nuevos que hagan recorridos de prueba del vehículo. Si el presupuesto de mercadotecnia, incluyendo los costos del recorrido de prueba, es de \$1.200.000, ¿cuántas promociones deberán ser enviadas a cada grupo de clientes para maximizar las ventas totales?

| | Clientes actuales | Clientes nuevos |
|--------------------|--------------------------|------------------------|
| Tasa de respuesta | 25% | 20% |
| Tasa de ventas | 12% | 20% |
| Costo de promoción | 5 | 4 |
| Costo de prueba | 10 | 10 |
| Mínimo de clientes | 30000 | 10000 |

Fuente: Elaboración propia.

Para la resolución del problema, se definen las siguientes variables de decisión:

X_1 = número de clientes actuales que reciben la promoción

X_2 = número de clientes nuevos que reciben la promoción

El modelado del problema, función objetivo y restricciones, se detallan a continuación:

FO Máx. Ventas = $0,12X_1 + 0,20X_2$

$$\begin{array}{llll}
 \text{s.a.} & \mathbf{R1} & 7,5X_1 + & 6X_2 & \leq & 1.200.000 \\
 & \mathbf{R2} & 0,25X_1 & - 0,4X_2 & = & 0 \\
 & \mathbf{R3} & X_1 & & \geq & 30.000 \\
 & \mathbf{R4} & & X_2 & \geq & 10.000 \\
 & \mathbf{R5} & & & & X_i \geq 0, \forall i
 \end{array}$$

Haciendo uso de Solver, la cantidad de cada tipo de cliente que recibe la promoción es: $X_1=106.667$ y $X_2=66.667$. Para esa combinación, las ventas totales ascienden a \$26.133,33.

c) Logística de distribución.

“El problema del transporte fue ideado para manejar la distribución de mercancías desde varios puntos de suministros (orígenes) hasta varios puntos de demanda (destinos). Casi siempre se tiene una capacidad dada de mercancías en cada origen y un requerimiento dado para ellas en cada destino. El objetivo del problema es programar los envíos desde los orígenes hasta los destinos de modo que los costos totales de transporte y producción se reduzcan al mínimo”¹⁶.

Ejemplo 3. JLC es una compañía dedicada a la exploración, extracción y aprovechamiento de minerales, principalmente de rocas de aplicación (pórfidos y piedra laja), que se emplean en forma directa, o previo procesamiento, en construcciones. Una vez extraída la roca de las canteras, debe ser cargada en camiones y enviada a una de las dos plantas de la empresa, las cuales reciben, cortan a medida y dan terminación de relieve.

Finalizado el proceso, el producto resultante se envía a una de tres tiendas de materiales para la construcción, donde se vende para propósitos de fabricación de pisos, recubrimientos, molduras, fuentes, decoración y artesanías en general.

¹⁶ RENDER, Barry, STAIR, Ralph M. y HANNA, Michael E., Métodos Cuantitativos para los Negocios, trad. por Astrid Mues Zepeda, 9ª Edición, Editorial Pearson Prentice-Hall, (México, 2006), pág. 394.

Asumiendo que la administración busca minimizar los costos de transporte, la siguiente tabla resume los datos respecto al suministro diario de cada cantera, costos de transporte del material a cada planta y capacidad de las mismas, y costos de envío a cada una de las tiendas y su demanda diaria.

| | PLANTA 1 | PLANTA 2 | TIENDA 1 | TIENDA 2 | TIENDA 3 | Suministro |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| CANTERA 1 | \$4 | \$10 | - | - | - | 450 tn |
| CANTERA 2 | \$9 | \$8 | - | - | - | 580 tn |
| PLANTA 1 | - | - | \$12 | \$19 | \$21 | |
| PLANTA 2 | - | - | \$20 | \$24 | \$27 | |
| - <i>Capacidad</i> | 500 tn | 750 tn | | | | |
| - <i>Demanda</i> | | | 240 tn | 300 tn | 350 tn | |

Fuente: Elaboración propia.

Para la resolución del problema, se definen las siguientes variables de decisión:

X_1 = cantidad de toneladas enviadas de la cantera 1 a la planta 1

X_2 = cantidad de toneladas enviadas de la cantera 1 a la planta 2

X_3 = cantidad de toneladas enviadas de la cantera 2 a la planta 1

X_4 = cantidad de toneladas enviadas de la cantera 2 a la planta 2

X_5 = cantidad de toneladas enviadas de la planta 1 a la tienda 1

X_6 = cantidad de toneladas enviadas de la planta 1 a la tienda 2

X_7 = cantidad de toneladas enviadas de la planta 1 a la tienda 3

X_8 = cantidad de toneladas enviadas de la planta 2 a la tienda 1

X_9 = cantidad de toneladas enviadas de la planta 2 a la tienda 2

X_{10} = cantidad de toneladas enviadas de la planta 2 a la tienda 3

El modelado del problema, función objetivo y restricciones, se detallan a continuación:

$$\text{FO } \text{Mín. Costos} = 4X_1 + 10X_2 + 9X_3 + 8X_4 + 12X_5 + 19X_6 + 21X_7 + 20X_8 + 24X_9 + 27X_{10}$$

$$\begin{array}{rcll}
 \text{s.a. R1} & X_1 + & X_2 & \leq 450 \\
 \text{R2} & & X_3 + & X_4 \leq 580 \\
 \text{R3} & X_1 & + & X_3 \leq 500 \\
 \text{R4} & & X_2 & + X_4 \leq 750 \\
 \text{R5} & & & X_5 + X_8 = 240 \\
 \text{R6} & & & X_6 + X_9 = 300 \\
 \text{R7} & & & X_7 + X_{10} = 350 \\
 \text{R8} & X_1 & + & X_3 - X_5 - X_6 - X_7 = 0 \\
 \text{R9} & & X_2 & + X_4 - X_8 - X_9 - X_{10} = 0 \\
 \text{R10} & & & X_i \geq 0 \quad \forall i
 \end{array}$$

Haciendo uso de Solver, la combinación óptima que minimiza los costos de programar los envíos de la compañía, desde los orígenes hasta los destinos, es: $X_1=450$, $X_3=50$, $X_4=390$, $X_5=240$, $X_7=260$, $X_9=300$ y $X_{10}=90$; dicho costo asciende a \$23.340.

2. Aplicaciones de Finanzas.

Las empresas se enfrentan principalmente a dos tipos de dilemas financieros, ¿qué inversiones debe realizar la empresa? y ¿cómo deben financiarse dichas inversiones? La primera pregunta hace referencia a gastar dinero (decisiones de inversión) y la segunda a la forma de obtenerlo (decisiones de financiamiento).

El secreto del éxito en la dirección financiera consiste en incrementar el valor en la empresa; el problema consiste en cómo hacerlo.

a) Selección de una cartera de inversión.

Un problema que frecuentemente enfrentan gerentes de bancos, servicios de inversión y compañías de seguros es seleccionar inversiones específicas de entre una amplia variedad de alternativas. Por lo general, el objetivo global de gerente es maximizar la devolución esperada de la inversión, dado un conjunto de restricciones de riesgo, políticas o legales.

Ejemplo 4. Una importante empresa cuenta con circulante que desea invertir en una combinación de diferentes títulos de inversión. Para promover una cartera diversificada, la junta de directores impuso límites a la cantidad que puede ser comprometida en cualquier tipo de inversión. La empresa dispone de \$12 millones para inversión inmediata y desea hacer lo siguiente: 1) maximizar el interés que se devenga sobre las inversiones realizadas durante los siguientes doce meses y 2) satisfacer los requerimientos de diversificación establecidos por la junta.

| Inversión | Rendimiento (en %) | Inversión máxima (en millones \$) |
|--------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Acciones de empresas | 29 | 4,2 |
| Certificado de valores | 18,5 | 3,1 |
| Obligaciones negociables | 21 | 1,9 |
| Plazo fijo | 14,5 | 2,2 |
| Índice IAMC | 32,35 | 2,8 |
| Títulos públicos | 8,5 | 3,7 |

Fuente: Elaboración propia.

Además, la junta especifica que, por lo menos, 35% de los fondos invertidos debe ser en títulos públicos y plazo fijo, y que no más de 15% se debe invertir en el índice IAMC.

Para la resolución del problema, se definen las siguientes variables de decisión:

X_1 = monto invertido en acciones de empresas

X_2 = monto invertido en certificado de valores

X_3 = monto invertido en obligaciones negociables

X_4 = monto invertido en plazo fijo

X_5 = monto invertido en índice IAMC

X_6 = monto invertido en títulos públicos

El modelado del problema, función objetivo y restricciones, se detallan a continuación:

FO Máx. Rendimiento = $0,29X_1 + 0,185X_2 + 0,21X_3 + 0,145X_4 + 0,3235X_5 + 0,085X_6$

| | | | | | | | | |
|-------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------------------------|
| s.a. | R1 | X_1 | | | | | \leq | 4,2 |
| | R2 | | X_2 | | | | \leq | 3,1 |
| | R3 | | | X_3 | | | \leq | 1,9 |
| | R4 | | | | X_4 | | \leq | 2,2 |
| | R5 | | | | | X_5 | \leq | 2,8 |
| | R6 | | | | | | X_6 | $\leq 3,7$ |
| | R7 | $X_1 +$ | $X_2 +$ | $X_3 +$ | $X_4 +$ | $X_5 +$ | X_6 | ≤ 12 |
| | R8 | $-0,15X_1$ | $-0,15X_2$ | $-0,15X_3$ | $-0,15X_4 +$ | $0,85X_5$ | $-0,15X_6$ | ≤ 0 |
| | R9 | $-0,35X_1$ | $-0,35X_2$ | $-0,35X_3 +$ | $0,65X_4$ | $-0,35X_5 +$ | $0,65X_6$ | ≥ 0 |
| | R10 | | | | | | | $X_i \geq 0, \forall i$ |

Haciendo uso de Solver, el monto invertido en cada tipo de título es: $X_1=4,20$; $X_2=0$; $X_3=1,80$; $X_4=2,20$; $X_5=1,80$ y $X_6=2$. El rendimiento que obtiene la empresa, para esa dicha cartera óptima, es de \$2,6673 (en millones de \$).

b) Presupuesto de capital.

Una decisión de presupuesto de capital común implica seleccionar de entre una serie de posibles proyectos de inversión cuando las limitaciones de presupuesto hacen imposibles seleccionar todos.

Ejemplo 5. Una compañía está considerando 4 posibles proyectos de mejora para su planta: reemplazo de maquinaria existente, adquisición de un software que mejore la captura de información, rediseño de los procesos de producción y ampliación de la planta. Los requerimientos de capital y las limitaciones de presupuesto en los tres años siguientes impiden que la firma emprenda todos los proyectos en forma simultánea.

| Proyecto | VAN | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| - Reemplazo | 32000 | 9000 | 8000 | 7500 |
| - Software | 26500 | 7500 | 6000 | 5500 |
| - Rediseño | 35000 | 12000 | 9500 | 8000 |
| - Ampliación | 37500 | 13500 | 8500 | 11500 |
| <i>Fondos disponibles</i> | | 31000 | 28000 | 26500 |

Fuente: Elaboración propia.

Además, la administración ha decidido que podrán llevarse a cabo como máximo tres de los cuatro proyectos de manera conjunta; la inversión en el proyecto de rediseño de operaciones sólo se efectuará si se adquiere el software para mejorar la captura de la información.

Para la resolución del problema, se definen las siguientes variables de decisión:

$$X_1 = \begin{cases} 1, & \text{si el proyecto de reemplazo de maquinaria se lleva a cabo} \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$$

$$X_2 = \begin{cases} 1, & \text{si el proyecto de adquisición del software se lleva a cabo} \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$$

$$X_3 = \begin{cases} 1, & \text{si el proyecto de rediseño de los procesos se lleva a cabo} \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$$

$$X_4 = \begin{cases} 1, & \text{si el proyecto de ampliación de la planta se lleva a cabo} \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$$

El modelado del problema, función objetivo y restricciones, se detallan a continuación:

| | | | | | |
|-------------|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|
| FO | Máx. VAN = 32.000X ₁ + 26.500X ₂ + 35.000X ₃ + 37.500X ₄ | | | | |
| s.a. | R1 | 9.000X ₁ + | 7.500X ₂ + | 12.000X ₃ + | 13.500X ₄ ≤ 31.000 |
| | R2 | 8.000X ₁ + | 6.000X ₂ + | 9.500X ₃ + | 8.500X ₄ ≤ 28.000 |
| | R3 | 7.500X ₁ + | 5.500X ₂ + | 8.000X ₃ + | 11.500X ₄ ≤ 26.500 |
| | R4 | X ₁ + | X ₂ + | X ₃ + | X ₄ ≤ 3 |
| | R5 | | X ₂ - | X ₃ | ≤ 0 |
| | R6 | | | | X _i Binaria |

Haciendo uso de Solver, la compañía debe llevar a cabo los proyectos X₁ y X₄, el VAN obtenido con dicha combinación asciende a \$69.500.

3. Aplicaciones de Producción.

a) Mezcla de producción.

Un campo fértil para el uso de la PL es la planeación de la mezcla óptima de productos que se deben fabricar. Una compañía debe satisfacer una miríada de restricciones, que van desde cuestiones financieras hasta demanda de ventas, contratos de materiales y demandas de los sindicatos. Su objetivo principal es generar la utilidad máxima posible.

Ejemplo 6. Una compañía de alta tecnología fabrica seis dispositivos periféricos para microcomputadoras, cada uno de estos productos técnicos requiere tiempo (en minutos) en tres tipos de equipo de prueba electrónico.

Los primeros dos dispositivos de prueba están disponibles 132 horas por semana, el tercero requiere más mantenimiento preventivo y puede ser utilizado sólo 106 horas por semana. El mercado de los seis componentes de computadora es vasto y la compañía cree que puede vender tantas unidades de cada producto como las que pueda fabricar.

| Componente | Ingreso (\$) | Costo de materiales (\$) | Dispositivo de prueba 1 | Dispositivo de prueba 2 | Dispositivo de prueba 3 |
|----------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Módem interno | 200 | 35 | 7 | 2 | 5 |
| Módem externo | 120 | 25 | 3 | 5 | 1 |
| Tarjeta de gráficos | 180 | 40 | 12 | 3 | 3 |
| Unidad de CD | 130 | 45 | 6 | 2 | 2 |
| Unidad de disco duro | 430 | 170 | 18 | 15 | 9 |
| Tarjeta de memoria | 260 | 60 | 17 | 17 | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

Además, los costos de mano de obra variables son \$15 por hora en el caso del dispositivo de prueba 1, \$12 por hora en el dispositivo 2 y \$18 por hora en el dispositivo 3. La empresa desea maximizar sus utilidades.

Para la resolución del problema, se definen las siguientes variables de decisión:

X_1 = número de módems internos producidos por semana

X_2 = número de módems externos producidos por semana

X_3 = número de tarjetas de gráficos producidas por semana

X_4 = número de unidades de CD producidas por semana

X_5 = número de unidades de disco duro producidas por semana

X_6 = número de tarjetas de expansión de memoria producidas por semana

Determinación de la utilidad para cada uno de los componentes:

$$U_i = P_i - [CM_i + (15 D_{1i} + 12 D_{2i} + 18 D_{3i}) / 60]$$

El modelado del problema, función objetivo y restricciones, se detallan a continuación:

FO Máx. Utilidad = $161,35X_1 + 92,95X_2 + 135,5X_3 + 82,5X_4 + 249,8X_5 + 191,75X_6$

s.a. **R1** $7X_1 + 3X_2 + 12X_3 + 6X_4 + 18X_5 + 17X_6 \leq 7.920$

R2 $2X_1 + 5X_2 + 3X_3 + 2X_4 + 15X_5 + 17X_6 \leq 7.920$

R3 $5X_1 + 1X_2 + 3X_3 + 2X_4 + 9X_5 + 2X_6 \leq 6.360$

R4 $X_i \geq 0, \forall i$

Haciendo uso de Solver, la mezcla de producción que maximiza la utilidad de la empresa es: $X_1=497$, $X_2=1.241$, $X_3=0$, $X_4=0$, $X_5=0$ y $X_6=0$. Dicha utilidad asciende a \$195.504,8.

b) Planeación del trabajo.

Los problemas de planeación de mano de obra abordan las necesidades de personal durante un período específico. Son especialmente útiles cuando los administradores tienen una cierta flexibilidad al asignar trabajadores a tareas que requieren superposición o talentos intercambiables.

Ejemplo 7. Un famoso restaurante está abierto las 24 horas del día. Los meseros y sus ayudantes entran a las 02:00, 06:00, 10:00, 14:00 o 22:00 y cada uno cubre un turno de 8 horas. La tabla siguiente muestra el número mínimo de trabajadores necesarios durante los seis períodos en los que se divide el día.

| Período | Horario | Requerimiento |
|---------|---------------|---------------|
| 1 | 02:00 a 06:00 | 4 |
| 2 | 06:00 a 10:00 | 8 |
| 3 | 10:00 a 14:00 | 20 |
| 4 | 14:00 a 18:00 | 30 |
| 5 | 18:00 a 22:00 | 15 |
| 6 | 22:00 a 02:00 | 6 |

Fuente: Elaboración propia.

El problema consiste en determinar cuántos meseros y ayudantes deberían reportarse al trabajo al inicio de cada período para minimizar el personal total requerido durante un día de operación.

Para la resolución del problema, se definen las siguientes variables de decisión:

X_1 = número de trabajadores que ingresan en el turno de las 02:00

X_2 = número de trabajadores que ingresan en el turno de las 06:00

X_3 = número de trabajadores que ingresan en el turno de las 10:00

X_4 = número de trabajadores que ingresan en el turno de las 14:00

X_5 = número de trabajadores que ingresan en el turno de las 22:00

El modelado del problema, función objetivo y restricciones, se detallan a continuación:

FO Mín. Personal = $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5$

s.a. **R1** X_1 + $X_5 \geq 4$

R2 $X_1 + X_2$ ≥ 8

R3 $X_2 + X_3$ ≥ 20

R4 $X_3 + X_4$ ≥ 30

R5 $X_4 \geq 15$

R6 $X_5 \geq 6$

R7 $X_i \in Z^+ \cup 0$

Haciendo uso de Solver, la combinación óptima que minimiza el personal requerido por el restaurante para un día de operación es: $X_2=8$, $X_3=15$, $X_4=15$ y $X_5=6$; constituyendo un total de 44 personas.

CAPÍTULO IV

Aplicación Práctica

Sumario: 1. Presentación de la Organización; 2. Planteamiento del problema; 3. Descripción del modelo de decisión; 4. Exposición de los resultados obtenidos.

1. Presentación de la Organización.

La organización bajo análisis es un prestigioso estudio contable de la región NOA del país, con sede central en Tucumán, y presencia en las provincias de Buenos Aires, Mendoza y Santa Fe.

La siguiente tabla detalla la misión, visión, propósitos y filosofía de la organización bajo análisis.

| |
|---|
| Misión. |
| Nuestra misión es acompañar a nuestros clientes en la búsqueda permanente de la excelencia. |
| Visión. |
| Ser líderes en la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes, en cada uno de los servicios que prestamos. |
| Principales Propósitos. |
| <ul style="list-style-type: none">- Brindar un servicio de excelencia a nuestros clientes.- Ser una organización en donde sus integrantes sientan orgullo de pertenecer.- Que nuestra organización sea líder en nuestra región.- Lograr que la organización trascienda en el tiempo. |

| |
|-------------------|
| Filosofía. |
|-------------------|

| |
|---|
| Dar soluciones, acompañando al cliente en su gestión. |
|---|

Fuente: Elaboración propia.

La organización tiene una cartera de clientes que engloba a empresas industriales, agrícolas, ganaderas, comerciales, de servicios y otras del noroeste argentino. Entre los servicios que ofrece podemos mencionar los siguientes: auditoría de estados contables, consultoría y auditoría fiscal, laboral y previsional, consultoría societaria, fideicomisos, informática, sistemas de calidad y, servicios y asesoramientos adicionales.

Para realizar estas actividades la organización cuenta con un *staff* aproximado de 130 personas, en su mayoría profesionales de Ciencias Económicas, con excelente formación académica y práctica. Además, la organización posee un plan de capacitación permanente que posibilita a sus colaboradores colocarse a la vanguardia del conocimiento.

2. Planteamiento del Problema.

Una de las funciones a cargo de los jefe de línea de una empresa es la asignación de vacaciones a los empleados que tiene a su cargo. Dicha asignación debe hacerse respetando la legislación laboral vigente y teniendo en cuenta los requisitos propios de la empresa y sus puestos de trabajo. Esta tarea presenta cierta complejidad debido a que se interrumpe la actividad normal y no hay capacidad para contratar reemplazantes.

De la organización bajo análisis, nos enfocaremos sólo en una de las secciones del departamento de Auditoría de Estados Contables, que cuenta con 10 empleados.

Actualmente para asignar las vacaciones se realiza sorteo de las fechas, en consecuencia los empleados dependen del azar. La organización no posee ninguna herramienta sistematizada para tal tarea.

A los efectos de identificar a las personas que nos conciernen, los numeramos del 1 al 10 y detallamos el puesto, la antigüedad de cada uno en la organización y su correspondiente plazo vacacional en el siguiente cuadro:

| Empleado | Puesto | Antigüedad (en años) | Semanas de vacaciones |
|-----------------|---------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Gerente | 9 | 3 |
| 2 | Senior | 4 | 2 |
| 3 | Semi-senior | 2 | 2 |
| 4 | Asistente | 2 | 2 |
| 5 | Asistente | 2 | 2 |
| 6 | Asistente | 1 | 2 |
| 7 | Asistente | 1 | 2 |
| 8 | Asistente | 1 | 2 |
| 9 | Asistente | 1 | 2 |
| 10 | Asistente | 1 | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

Para poder determinar el período vacacional de cada empleado es necesario tener en cuenta una serie de restricciones que surgen de la característica de la empresa, de los puestos de trabajo, de los criterios dispuestos por la gerencia, de las fechas de vencimiento de ganancias y de las disposiciones legales. Las mismas se enumeran a continuación:

a) El horizonte de planeación debe corresponder al período comprendido entre el 07/01/2013 al 28/04/2013, siendo deseable que la mayoría de los empleados tomen sus vacaciones en los meses de enero y febrero. En el siguiente cuadro se especifican las semanas comprendidas en el horizonte de planeación:

| Semana | Fecha comprendida |
|--------|------------------------------|
| 1 | 07/01 al 13/01 |
| 2 | 14/01 al 20/01 |
| 3 | 21/01 al 27/01 |
| 4 | 28/01 al 3/02 |
| 5 | 04/02 al 10/02 |
| 6 | 13/02 al 19/02 ¹⁷ |
| 7 | 18/02 al 24/02 |
| 8 | 25/02 al 03/03 |
| 9 | 04/03 al 10/03 |
| 10 | 11/03 al 17/03 |
| 11 | 18/03 al 24/03 |
| 12 | 25/03 al 31/03 |
| 13 | 02/04 al 08/04 ¹⁸ |
| 14 | 08/04 al 14/04 |
| 15 | 15/04 al 21/04 |
| 16 | 22/04 al 28/04 |

Fuente: Elaboración propia.

b) La empresa brinda la oportunidad a los empleados de ir a Buenos Aires para realizar prácticas profesionales en empresas multinacionales, para acceder a ella deben rendir un concurso. En consecuencia, no se podrá asignar las vacaciones durante su estadía allí.

| Empleado | Período en Bs As |
|----------|------------------|
| 5 | 03/12 al 28/02 |
| 6 | 03/12 al 28/02 |
| 3 | 02/01 al 28/02 |
| 4 | 02/01 al 28/02 |

Fuente: Elaboración propia.

¹⁷ El lunes 11 y martes 12 de febrero son feriados, se conmemora el carnaval.

¹⁸ El día lunes 1 de abril es feriado: puente turístico.

c) Debe quedar al menos un encargado (senior o semi-senior), es decir, los empleados 2 y 3 no pueden tomarse en forma conjunta las vacaciones.

d) Debe quedar en cada grupo al menos uno de uno de los siguientes empleados:

- 3, 7 y 8
- 2 y 5

e) No podrán tomar vacaciones en determinados períodos debido a vencimiento de ganancias.

| Empleado | Período de trabajo por vencimiento de ganancia |
|----------|--|
| 4 | 15/04 al 28/04 |
| 5 | 04/03 al 15/03 y 15/04 al 28/04 |

Fuente: Elaboración propia.

f) El gerente (empleado 1) debe tomarse las vacaciones cuando se encuentren los dos encargados (empleado 2 y 3).

g) A razón de que el semi-senior (empleado 3) se encuentra en Buenos Aires durante los meses de enero y febrero:

- no podrá asignárseles vacaciones durante esos períodos al gerente y al senior (empleado 1 y 2).
- no podrán tomarse las vacaciones en forma simultánea el empleado 7 y 8.

3. Descripción del Modelo de Decisión.

Considerando la definición del problema de asignación mediante programación lineal binaria, se definieron las siguientes variables:

$$x_{ij} \begin{cases} 1, \text{ el empleado } i \text{ es asignado al plazo vacacional } j \\ 0, \text{ no se le asigna ningún plazo vacacional al empleado } i \end{cases}$$

para $i = 1, 2, 3, \dots, m$ y $j = 1, 2, 3, \dots, n$; siendo $m=10$ y $n=15$.

Los períodos vacacionales a asignar se definieron de la siguiente manera:

| Semana | Período a asignar | |
|--------|-------------------|----------------|
| | 2 semanas | 3 semanas |
| 1 | 07/01 al 20/01 | 07/01 al 27/01 |
| 2 | 14/01 al 27/01 | 14/01 al 03/02 |
| 3 | 21/01 al 03/02 | 21/01 al 10/02 |
| 4 | 28/01 al 10/02 | 28/01 al 17/02 |
| 5 | 04/02 al 17/02 | 04/02 al 24/02 |
| 6 | 13/02 al 26/02 | 13/02 al 05/03 |
| 7 | 18/02 al 03/03 | 18/02 al 10/03 |
| 8 | 25/02 al 10/03 | 25/02 al 17/03 |
| 9 | 04/03 al 17/03 | 04/03 al 24/03 |
| 10 | 11/03 al 24/03 | 11/03 al 31/03 |
| 11 | 18/03 al 31/03 | 18/03 al 07/04 |
| 12 | 25/03 al 07/04 | 25/03 al 14/04 |
| 13 | 02/04 al 15/04 | 02/04 al 22/04 |
| 14 | 08/04 al 21/04 | 08/04 al 28/04 |
| 15 | 15/04 al 28/04 | 15/04 al 05/05 |

Fuente: Elaboración propia.

En la formulación del modelo seguimos un criterio de generalidad, definiendo tantas variables como combinaciones de empleados y períodos vacacionales por empleado podían presentarse. En consecuencia se definieron 150 variables a considerar en el problema.

La función objetivo para el problema queda definida de la siguiente manera:

$$\text{Máx. Función Objetivo} = \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{15} U_{ij} X_{ij}$$

En esta definición de la función objetivo se priorizó la asignación de vacaciones en los meses de enero, febrero, en segundo término a marzo y por último abril, lo cual queda representada a través del coeficiente U_{ij} que simboliza la utilidad de asignar al empleado i al período j ; es necesario aclarar que no es una utilidad

monetaria real si no una mera forma de reflejar las prioridades en la asignación de vacaciones¹⁹. De esta manera el valor de U_{ij} será:

| U_{ij} | X_{ij} |
|----------|----------------------------|
| 5 | $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ y 7 |
| 4 | $j = 8$ |
| 3 | $j = 9, 10$ y 11 |
| 2 | $j = 12$ |
| 1 | $j = 13, 14$ y 15 |

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las restricciones, la formulación de la primera de ellas representa el hecho de que a cada empleado le corresponde un único período vacacional:

$$\sum_{j=1}^{15} X_{ij} = 1 \quad ; \quad \text{con } i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \text{ y } 10$$

La cantidad de restricciones correspondientes a esta formulación asciende a 10, una por cada uno de los empleados considerados.

El segundo grupo de restricciones definidas modelan la condición de que a algunos empleados no deben asignárseles determinados períodos vacacionales:

$$X_{4j} = 0 \quad ; \quad \text{con } j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14 \text{ y } 15$$

$$X_{5j} = 0 \quad ; \quad \text{con } j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14 \text{ y } 15$$

$$X_{6j} = 0 \quad ; \quad \text{con } j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$$

$$X_{2j} = 0 \quad ; \quad \text{con } j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$$

$$X_{1j} = 0 \quad ; \quad \text{con } j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$$

$$X_{3j} = 0 \quad ; \quad \text{con } j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$$

¹⁹ También se podría haber aplicado un criterio de minimización, al penalizar con un costo cuando a un empleado se le asigne vacaciones en el mes de abril.

El número de restricciones formuladas en este caso asciende a 54.

– Otra forma de modelizar la anterior restricción es la siguiente:

$$\sum_{j=1}^8 X_{1j} + \sum_{j=1}^8 X_{2j} + \sum_{j=1}^8 X_{3j} = 0$$

$$\sum_{j=1}^8 X_{4j} + X_{4,14} + X_{4,15} = 0$$

$$\sum_{j=1}^{10} X_{5j} + X_{5,14} + X_{5,15} = 0$$

$$\sum_{j=1}^8 X_{6j} = 0$$

De este modo disminuye la cantidad de restricciones definidas a 4.

Una restricción que debe ser tomada en cuenta, es que al empleado 1 no puede ser asignado al período vacacional 15 debido a que excede al horizonte de planeación; es una restricción que surge de la modelización del problema:

$$X_{1,15} = 0$$

El cuarto grupo de restricciones tiene como fin asegurar que no exista superposición de períodos vacacionales entre los empleados que no deben tomar las vacaciones en forma conjunta o que debe quedar al menos uno de ellos; en su representación se exige que la suma sea \leq (*menor o igual*) dado que podría suceder que ningún empleado sea asignado a los períodos considerados, ya que las alternativas no son necesariamente exhaustiva:

$$\sum_{j=1}^{j+1} X_{7j} + \sum_{j=1}^{j+1} X_{8j} \leq 1 \quad ; \quad \text{con } j = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \text{ y } 7$$

$$X_{7,8} + X_{7,9} + X_{8,8} + X_{8,9} + X_{3,9} \leq 2$$

$$\sum_{j=9}^{j+1} X_{9j} + \sum_{j=9}^{j+1} X_{7j} + \sum_{j=9}^{j+1} X_{8j} \leq 2 \quad ; \quad \text{con } j = 9, 10, 11, 12, 13 \text{ y } 14$$

$$\sum_{j=9}^{j+1} X_{2j} + \sum_{j=9}^{j+1} X_{5j} \leq 1 \quad ; \text{ con } j = 9, 10, 11, 12, 13 \text{ y } 14$$

$$\sum_{j=9}^{j+1} X_{1j} + \sum_{j=9}^{j+2} X_{2j} + \sum_{j=9}^{j+2} X_{3j} \leq 1 \quad ; \text{ con } j = 9, 10, 11, 12 \text{ y } 13$$

$$\sum_{j=14}^{j+1} X_{1j} + \sum_{j=14}^{j+1} X_{2j} + \sum_{j=14}^{j+1} X_{3j} \leq 1$$

– Debido al feriado:

$$\sum_{j=6}^{j+2} X_{7j} + \sum_{j=6}^{j+2} X_{9j} \leq 1$$

$$\sum_{j=13}^{j+2} X_{3j} + \sum_{j=13}^{j+2} X_{7j} + \sum_{j=13}^{j+2} X_{8j} \leq 2$$

$$\sum_{j=13}^{j+2} X_{2j} + \sum_{j=13}^{j+2} X_{5j} \leq 1$$

El total de éste tipo de restricciones asciende a 29.

Por último, se debe considerar (como se dijo al principio) que se trata de un problema de programación lineal binario, por lo tanto las variables consideradas deben tomar valores enteros de 1 a 0; lo cual es definido en la siguiente restricción:

$$X_{ij} = 0, 1$$

4. Exposición de los Resultados Obtenidos.

Al plantear el problema descrito y buscar su solución con el complemento Solver de Excel, se obtuvo como resultado la siguiente asignación del período vacacional 2013 para cada empleado:

– Empleado 1: período 11

- Empleado 2: período 14
- Empleado 3: período 9
- Empleado 4: período 9
- Empleado 5: período 11
- Empleado 6: período 9
- Empleado 7: período 3
- Empleado 8: período 1
- Empleado 9: período 1
- Empleado 10: período 7

La solución presentada cumple con todas las restricciones definidas.

| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| E1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E10 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIÓN

Con este trabajo se pudo contribuir con una organización de servicios en la toma de decisiones vinculadas a la asignación de vacaciones del personal, ya que al momento de nuestra investigación la organización bajo estudio no utilizaba ninguna herramienta sistematizada para tal tarea.

Como se puede apreciar a lo largo de este trabajo, la utilización de un modelo de decisión permite a la organización ahorros de tiempo y esfuerzo; puesto que la simplificación de la situación a un modelo cuantitativo ayuda a realizar modificaciones, rápida y efectivamente.

Se contribuyó con la decisión a cargo de los jefes de línea de la organización, la que tiene que ver con la asignación de vacaciones a los empleados que tienen a su cargo. Se trabajó respetando la legislación laboral vigente, los requisitos propios de la empresa y, además, los de sus puestos de trabajo.

Para realizar el estudio, nos enfocamos sólo en una de las secciones del departamento de Auditoría de Estados Contables, que cuenta con 10 empleados.

El procedimiento utilizado en la asignación de vacaciones permitió reemplazar al actual, que consistía en asignar vacaciones en función al sorteo de fechas dependiendo así los empleados del azar.

Para poder determinar el período vacacional de cada empleado fue necesario tener en cuenta una serie de restricciones que surgen de la característica de la empresa, de los puestos de trabajo, de los criterios dispuestos por la gerencia, de las fechas de vencimiento de ganancias (uno de los servicios ofrecidos por el estudio contable) y de las disposiciones legales.

Por otro lado, definido el problema de asignación mediante programación lineal binaria, se formula el modelo siguiendo un criterio de generalidad, definiendo tantas variables como combinaciones de empleados y períodos vacacionales por empleado pueden presentarse. Ante ello, resultaron 150 variables a considerar en el problema.

Esto llevó a que, utilizando Solver, se pueda definir una solución óptima al problema de asignación de vacaciones para el período 2013. Dicha decisión se resume a continuación:

- Empleado 1: de 18/03 a 07/04
- Empleado 2: de 08/04 a 21/04
- Empleado 3: de 04/03 a 17/03
- Empleado 4: de 04/03 a 17/03
- Empleado 5: de 18/03 a 31/03
- Empleado 6: de 04/03 a 17/03
- Empleado 7: de 21/01 a 03/02
- Empleado 8: de 07/01 a 20/01
- Empleado 9: de 07/01 a 20/01
- Empleado 10: de 18/02 a 03/03

Cabe mencionar que la solución presentada cumplió con todas las restricciones definidas.

De esta manera, podemos resaltar la importancia de la utilización de herramientas matemáticas para decisiones operativas y, porque no, estratégicas de todo tipo de organización, lo cual permite una mejor utilización de los recursos para la consecución de sus objetivos, con eficacia y eficiencia.

ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO

a) General:

- CHASE, Richard B., JACOBS, F. Robert y AQUILANO, Nicholas J., *Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva*, Trad. por Jorge Yescas Milanés, Pilar Mascaró Sacristán y Guadalupe Meza Staines, 10ª Edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana, (México, 2004).
- CHIAVENATO, Idalberto, *Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones*, Trad. por Pilar Mascaró Sacristán y María del Carmen Hano Roa, 8ª Edición, Editorial McGraw-Hill, (México, 2007).
- DEL CARRIL, Juan Carlos, DE MARCO, Myriam y USANDIVARAS, Silvia, *Tesis y Tesinas en Ciencias Económicas*, 2ª Edición, Universidad Nacional de Tucumán, (San Miguel de Tucumán, 2008).
- GAITHER, Norman y FRAZIER, Greg, *Administración de Producción y Operaciones*, Trad. por Gabriel Sánchez García, 8ª Edición, Editorial International Thomson Editores, S.A., (México, 2000).
- GRISOLIA, Julio, *Guía de Estudio: Laboral (Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social)*, 6ª Edición, Editorial Estudio S.A., (Argentina, 2007).
- KAST, Fremont E. y ROSENZWEIG, James E., *Administración de las Organizaciones. Enfoque de sistemas y de contingencias*, Trad. por Marco Antonio Malfavón Martínez, 4ª Edición, Editorial McGraw-Hill, (México, 1988), pág. 82

b) Especial:

- EPPEN, G. D. y otros, *Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa*, Trad. por Ángel Carlos González, y Gabriel Sánchez García, 5ª Edición, Editorial Pearson Prentice-Hall, (México, 2000).

- RENDER, Barry, STAIR, Ralph M. y HANNA, Michael E., *Métodos Cuantitativos para los Negocios*, Trad. por Astrid Mues Zepeda, 9ª Edición, Editorial Pearson Prentice-Hall, (México, 2006).
- LEY N° 20.744, Ley de Contrato de Trabajo, (t. o. 1976).

c) **Otras Publicaciones:**

- Consultas en Internet:

<http://inacapoperaciones.wordpress.com/unidad-1-introduccion-a-la-administracion-de-operaciones/> (septiembre de 2012)

<http://www.gestiopolis.com/Canales4/ger/adoperaciones.htm> (octubre de 2012)

http://es.wikipedia.org/wiki/Recursos_humanos (octubre de 2012)

ÍNDICE

| | Pág. |
|--------------|------|
| Resumen..... | 1 |
| Prólogo..... | 2 |

CAPÍTULO I

Conceptos Previos

| | |
|--|----|
| 1. Importancia de la administración de Operaciones en las Organizaciones para la toma de decisiones..... | 4 |
| 2. Las organizaciones de servicios en la actualidad..... | 11 |
| 3. Los recursos humanos y su administración..... | 15 |
| 4. Disposiciones legales que rigen las vacaciones en el personal de dependencia..... | 18 |

CAPÍTULO II

Introducción a la Programación Lineal

| | |
|---|----|
| 1. Las Ciencias Administrativas: naturaleza, enfoques y primeros desarrollos..... | 26 |
| 2. El Análisis Cuantitativo..... | 29 |
| a) Etapas del Análisis Cuantitativo..... | 29 |
| b) Construcción de modelos..... | 32 |
| 3. La Programación Lineal: definición, elementos y supuestos básicos..... | 35 |
| 4. Procedimiento de solución gráfica. Casos especiales..... | 37 |
| 5. Análisis de sensibilidad e interpretación de soluciones..... | 41 |
| 6. Tipos de Programación Lineal..... | 43 |
| a) Programación Entera..... | 43 |
| b) Programación Binaria..... | 44 |
| c) Programación por Metas..... | 45 |

CAPÍTULO III

Modelos de Programación Lineal

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. Aplicaciones en Marketing..... | 47 |
|-----------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| a) Selección de medios..... | 48 |
| b) Investigación de marketing..... | 50 |
| c) Logística de distribución..... | 52 |
| 2. Aplicaciones en Finanzas..... | 54 |
| a) Selección de una cartera de inversión..... | 54 |
| b) Presupuesto de capital..... | 56 |
| 3. Aplicaciones en Producción..... | 58 |
| a) Mezcla de producción..... | 58 |
| b) Planeación del trabajo..... | 60 |

CAPÍTULO IV

Aplicación Práctica

| | |
|--|-----------|
| 1. Presentación de la Organización..... | 62 |
| 2. Planteamiento del problema..... | 63 |
| 3. Descripción del modelo de decisión..... | 66 |
| 4. Exposición de los resultados obtenidos..... | 71 |
| Conclusión..... | 72 |
| Índice Bibliográfico..... | 74 |
| Índice..... | 76 |