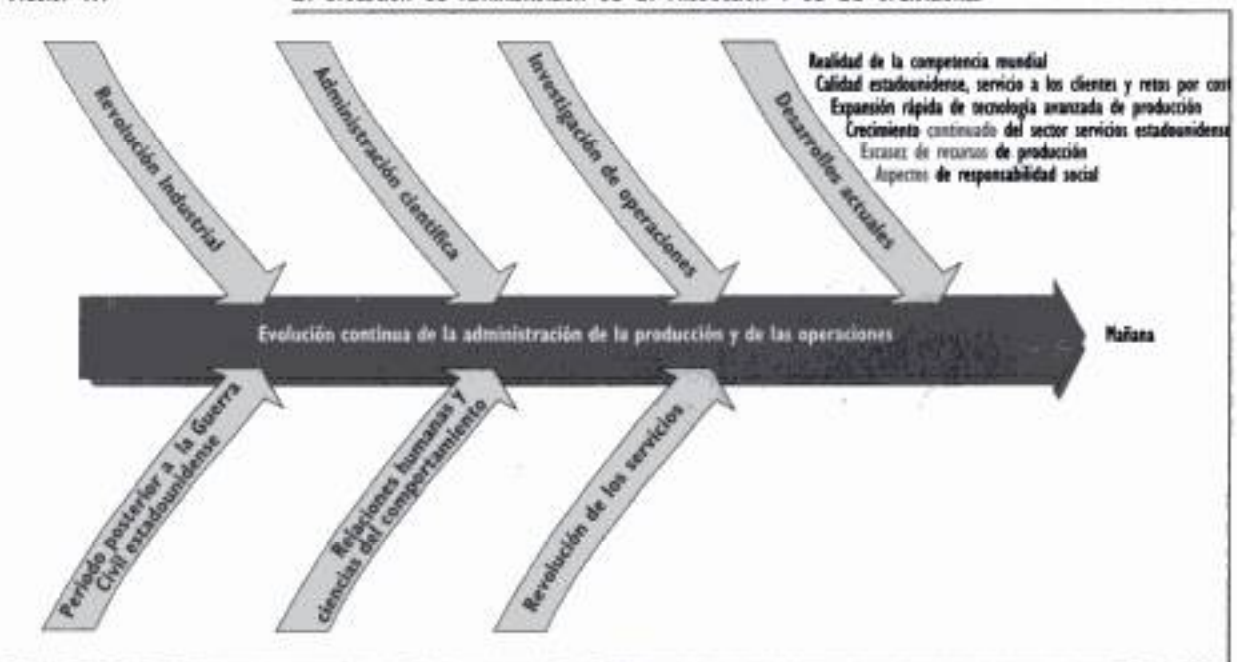


FIGURA 1.1

LA EVOLUCIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DE LAS OPERACIONES



Las razones clave dadas por los gerentes de operaciones para estar satisfechos con su trabajo son tener un trabajo interesante y que presenta un reto, oportunidades de progreso y salarios elevados.

¿De qué manera se califica para una carrera en la administración de la producción y de las operaciones? El primer paso sería comprender las ideas y conceptos de este curso. Un grado universitario en administración de la producción y de las operaciones, o en alguna otra disciplina de negocios, pueden ayudarlo para los programas de capacitación empresariales que llevan a los puestos iniciales de trabajo, y a partir de este punto todo queda en sus manos. ¿Existe en su futuro una carrera emocionante e interesante en la administración de la producción y de las operaciones? Una buena fuente de información sobre puestos en empresas grandes y pequeñas es la *College Edition* del *National Business Employment Weekly: Managing Your Career*, mismo que publica cada otoño el *Wall Street Journal*, Dow Jones & Company.

La administración de la producción y de las operaciones ha evolucionado hasta su forma actual adaptándose a los retos de cada nueva era. La figura 1.1 muestra que actualmente, la administración de la producción y de las operaciones es una interesante mezcla de prácticas provenientes del pasado probadas con el transcurso del tiempo y de una búsqueda de nuevas maneras de administrar sistemas de producción. Este estudio introductorio de la administración de la producción y de las operaciones explorará tanto sus desarrollos históricos como los retos actuales en administración de la producción y de las operaciones.

HITOS HISTÓRICOS EN LA ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DE LAS OPERACIONES

Con el fin de examinar su impacto sobre la administración de la producción y de las operaciones, estudiaremos seis desarrollos históricos: la Revolución Industrial, el periodo posterior a la Guerra Civil estadounidense, la administración científica, las relaciones humanas y las ciencias del comportamiento, la investigación de operaciones y la revolución de los servicios.

LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Siempre han existido sistemas de producción: las pirámides de Egipto, el Partenón griego, la Gran Muralla de China y los acueductos y caminos del Imperio Romano son testigos de la laboriosidad de los pueblos de los tiempos antiguos; sin embargo, la manera en que estos pueblos antiguos pro-

ducían los productos eran bastante distintas a los métodos de producción actuales. Los sistemas de producción anteriores al siglo XVIII a menudo se conocen como el *sistema artesanal* o *rústico*, porque la producción de los productos ocurría en hogares o en locales, donde los artesanos dirigían a aprendices para que hicieran manualmente los productos.

En Inglaterra, durante el siglo XVIII, ocurrió un desarrollo que identificaremos como la Revolución Industrial. Este avance involucró dos elementos principales: la sustitución generalizada de la energía humana e hidráulica por máquinas, y el establecimiento del sistema de fábrica. La máquina de vapor, inventada por James Watt en 1764, proporcionó la potencia mecánica para las fábricas y estimuló otras invenciones de esa época. La disponibilidad de la máquina de vapor y de máquinas de producción hizo que fuera práctica la concentración de trabajadores en fábricas, lejos de los ríos. El gran número de trabajadores congregados en fábricas creó la necesidad de organizarlos de manera lógica para la elaboración de productos. La publicación en 1776, por Adam Smith, de *La riqueza de las naciones*, ensalzó los beneficios económicos de la *división del trabajo*, también conocida como la *especialización de las tareas*, que dividió la elaboración de los productos en pequeñas tareas especializadas asignadas a los trabajadores a través de las líneas de producción, por lo que las fábricas a fines del siglo XVIII habían desarrollado no sólo maquinaria de producción, sino también maneras de planear y controlar el trabajo de los trabajadores de producción.

La Revolución Industrial se difundió de Inglaterra a otras naciones europeas y a Estados Unidos. En 1790, Eli Whitney, un inventor estadounidense, desarrolló el principio de las *piezas intercambiables*. Whitney diseñó rifles que deberían fabricarse para el gobierno de Estados Unidos en una línea de ensamble, de manera que las piezas se producían de acuerdo con tolerancias que permitían que cada una de ellas ajustara desde el primer momento. Este método de producción desplazó los antiguos métodos, ya sea de seleccionar las piezas para encontrar aquella que ajustara o de modificarla de manera que ajustara.

La primera industria de importancia en Estados Unidos fue la textil. Cuando la guerra de 1812, había en Nueva Inglaterra casi 200 fábricas textiles. En los años de 1800, la Revolución Industrial avanzó aún más debido al desarrollo del motor de gasolina y de la electricidad. Aparecieron otras industrias y la necesidad de productos para dar apoyo a la Guerra Civil estimuló el establecimiento de más fábricas. Para mediados del siglo XIX, el viejo sistema artesanal de producir los bienes había sido reemplazado por el sistema de fábricas, aunque todavía habrían de llegar grandes mejoras.

PERIODO POSTERIOR A LA GUERRA CIVIL DE ESTADOS UNIDOS

Con la llegada del siglo XX, en Estados Unidos se dio paso a una nueva era industrial. El periodo posterior a la Guerra Civil estableció el escenario para la gran expansión de la capacidad de producción del nuevo siglo. La abolición del trabajo de esclavos, el éxodo de los trabajadores del campo a la ciudad y el flujo masivo de inmigrantes en el periodo de 1865-1900 aportó una gran fuerza de trabajo a los centros industriales urbanos en rápido desarrollo.

El fin de la Guerra Civil fue testigo del principio de las formas modernas del capital mediante el establecimiento de empresas con capital accionario. Este desarrollo llevó a la separación del capitalista y el trabajador, convirtiéndose los gerentes en empleados asalariados de los financieros propietarios del capital. Durante el periodo posterior a la Guerra Civil estadounidense, J. P. Morgan, Jay Gould, Cornelius Vanderbilt y otros formaron imperios industriales. Estos empresarios y la vasta acumulación de capital durante este periodo crearon la gran capacidad de producción estadounidense que creció extraordinariamente al pasar de un siglo al siguiente.

La rápida exploración y colonización del Oeste creó la necesidad de numerosos productos y de una manera de entregarlos a los colonos deseosos de ellos. El periodo posterior a la Guerra Civil vio la creación de las grandes empresas ferroviarias, la segunda gran industria de Estados Unidos. Las vías de ferrocarril se ampliaron; se desarrollaron nuevos territorios y con la llegada del siglo XX, estaba ya en operación un sistema de transporte efectivo y económico y de alcance nacional.

Para 1900, todos estos desarrollos —mayores capitales y capacidades de producción, ampliación de la fuerza de trabajo urbano, nuevos mercados en el Oeste y un sistema eficaz de transporte nacional— establecieron el escenario para la gran explosión de la producción de principios del siglo XX.

TABLA 1.2

ADMINISTRACIÓN CIENTÍFICA: LOS PROTAGONISTAS Y SUS PAPELES

Contribuidor	Periodo de vida	Contribuciones
Frederick Winslow Taylor	1856-1915	Principios de la administración científica, principio de excepción, estudios de tiempos, análisis de métodos, estándares, planeación y control
Frank B. Gilbreth	1868-1934	Estudios de movimientos, métodos, therbligs, contratación de la construcción, consultoría
Lillian M. Gilbreth	1878-1973	Estudios de fatiga, factor humano en el trabajo, selección y capacitación de empleados
Henry L. Gantt	1861-1919	Gráficas de Gantt, sistemas de pago de incentivos, enfoque humanístico al trabajo, capacitación
Carl G. Barth	1860-1939	Análisis matemático, regla de cálculo, estudios de tasas de alimentación y de velocidad, consultoría a la industria automotriz
Harrington Emerson	1885-1931	Principios de eficiencia, ahorros de millones de dólares diarios en ferrocarriles, métodos de control
Morris L. Cooke	1872-1960	Aplicación de la administración científica a la educación y al gobierno

ADMINISTRACIÓN CIENTÍFICA

Los entornos económicos y sociales del nuevo siglo fueron el crisol en el que se formuló la administración científica. El eslabón que faltaba era la administración: la capacidad de desarrollar esta gran máquina de producción para satisfacer los actuales mercados masivos. Un pequeño grupo de ingenieros, ejecutivos de negocios, asesores, educadores e investigadores desarrollaron los métodos y filosofía conocidos como la *administración científica*. La tabla 1.2 muestra los personajes principales de la era de la administración científica.

Frederick Winslow Taylor es conocido como el padre de la administración científica. Estudió de manera científica los problemas de su tiempo en la fábrica y popularizó el concepto de la eficiencia: la obtención del resultado deseado con un mínimo desperdicio de tiempo, esfuerzo y materiales.

A fines del siglo XVIII, después de asistir a la escuela preparatoria y a un programa para aprendizaje de mecánico, Taylor trabajó durante seis años en la Midvale Steel Company en Pennsylvania. Durante estos años, rápidamente progresó de trabajador a maquinista, supervisor, mecánico maestro de mantenimiento y, finalmente, ingeniero en jefe, al mismo tiempo que asistía a la escuela para obtener un título en ingeniería mecánica. Fue durante este tiempo que Taylor se interesó en utilizar la investigación y experimentación científica para mejorar las operaciones de manufactura. En Midvale Steel, sus investigaciones científicas llevaron a mejoras en la eficiencia de los trabajadores que dieron como resultado grandes ahorros en costos por mano de obra.

El *sistema de taller de Taylor*, un procedimiento sistemático para mejorar la eficiencia del trabajador, empleaba los siguientes pasos:

1. Se determinó la habilidad, fuerza y capacidad de aprendizaje de cada trabajador, de forma que cada uno de ellos pudiera ser ubicado en el puesto más adecuado.
2. Se utilizaron estudios con cronómetro en cada tarea para establecer con precisión un volumen estándar por trabajador. El volumen esperado de cada tarea se utilizó para la planeación y programación del trabajo y para comparar diferentes maneras de ejecutar dichas tareas.
3. Se utilizaron tarjetas de instrucción, secuencias de ruta, y especificaciones de materiales para coordinar y organizar el taller, de forma que se pudieran estandarizar los métodos y el flujo del trabajo y se pudieran cumplir con los estándares de volumen de mano de obra.

4. La supervisión se mejoró mediante una selección y capacitación cuidadosas. Con frecuencia, Taylor indicaba que la administración era negligente al realizar estas funciones. Creía que la administración tenía que aceptar las responsabilidades por la planeación, organización, control y determinación de los métodos, en vez de dejar estas importantes funciones en manos de los trabajadores.
5. Se iniciaron sistemas de pago de incentivos para incrementar la eficiencia y liberar a los supervisores de su responsabilidad ancestral de presionar a los obreros para que trabajaran.

En 1893, Taylor abandonó Midvale para formar una organización privada de consultoría a fin de aplicar su sistema en una gama más amplia de situaciones. Los analistas que siguieron a Taylor fueron conocidos como *expertos en eficiencia*, *ingenieros de eficiencia* y, finalmente, como *ingenieros industriales*. Además de conocerse como el padre de la administración científica, Taylor es considerado como el padre de la ingeniería industrial.

Los demás pioneros de la administración científica que se listan en la tabla 1.2 se unieron para difundir el credo de la eficiencia. Cada uno de ellos contribuyó con técnicas y procedimientos valiosos que finalmente hicieron que la administración científica se convirtiera en una fuerza poderosa para facilitar la producción en masa.

El apogeo de la administración científica ocurrió en la Ford Motor Company a principios del siglo xx. Henry Ford (1863-1947) diseñó el automóvil Ford Modelo T para que se fabricara en las líneas de ensamble de Ford, que incorporaban los principales elementos de la administración científica: diseño de producto estandarizado, producción en masa, bajos costos de manufactura, líneas de ensamble mecanizadas, especialización de la mano de obra y piezas intercambiables. La Instantánea Industrial 1.1 describe la gigantesca planta Rouge de Ford en los años 20. La tecnología de las líneas de ensamble, refinada hasta llegar a ser una verdadera obra de arte, se incrementó y creció mediante la expansión de la capacidad de producción durante la Segunda Guerra Mundial.

Aunque Ford no inventó muchos de los métodos de producción que utilizó, sí incorporó en sus fábricas, quizás en una mayor medida que cualquier otro líder industrial de su tiempo, lo mejor de entre los eficientes métodos de producción de dicho periodo. De hecho, en gran medida fue responsable de popularizar las líneas de ensamble como *la forma* de producir grandes volúmenes de productos a bajo costo. Ford no sólo se preocupaba por la producción en masa; también se preocupaba por sus trabajadores, a quienes pagaba más que el salario normal de la época, de forma que pudieran tener la posibilidad de adquirir sus automóviles, y estableció "departamentos sociológicos", que fueron los predecesores de los actuales departamentos de recursos humanos. El extracto siguiente del libro de Henry Ford de 1926, *Today and Tomorrow*, describe su visión acerca de la forma en que su enfoque hacia la producción en masa había impactado a la sociedad.

Simplemente tomé una idea —una idea por sí misma pequeña— una idea que pudo haber tenido cualquiera, pero recayó sobre mí el desarrollar un automóvil pequeño, fuerte y simple, fabricarlo económicamente y pagar sueldos elevados en su manufactura. El 1 de octubre de 1908, fabricamos el primero de nuestra actual clase de automóviles pequeños. El 4 de junio de 1924, fabricamos el número 10 millones. Hoy, en 1926, hemos llegado a nuestro decimotercer millón.

Esto es interesante, pero quizás no sea lo más importante. Lo importante es que, partiendo de un simple grupo de personas empleadas en un taller, hemos crecido para convertirnos en una gran industria que emplea directamente más de 200 mil personas, sin que ninguna de ellas reciba menos de seis dólares diarios. Nuestros distribuidores y estaciones de servicio emplean otras 200 mil personas. Pero de ninguna manera fabricamos todo lo que utilizamos. De manera aproximada, adquirimos dos veces tanto como manufacturamos y podemos decir con seguridad que 200 mil personas están empleadas haciendo trabajo nuestro en otras fábricas. Esto nos da un total aproximado de 600 mil empleados, directos e indirectos, lo que quiere decir que tres millones de hombres, mujeres y niños obtienen su forma de vivir de una sola idea, puesta en práctica hace apenas 18 años. Y esto no toma en consideración el gran número de personas que de una manera u otra ayudan en la distribución o en el mantenimiento de estos automóviles. Y esta idea sólo está en su infancia.¹

INSTANTÁNEA INDUSTRIAL I. I

ADMINISTRACIÓN CIENTÍFICA EN LA PLANTA ROUGE DE FORD

En 1908, Ford contrató a Walter Flanders, experto en eficiencia industrial, para reorganizar su fábrica para la producción de los automóviles Modelo T. La fábrica se organizó para que operara como "un río y sus afluentes". Cada una de las secciones de la fábrica fue automatizada y acelerada. Las piezas del Modelo T fluían en una producción en línea recta convirtiendo las piezas pequeñas en componentes cada vez más grandes. Empezando por el departamento de ensamble de la bobina, y dispersándose por toda la fábrica hasta el departamento de ensamble final, las piezas y ensamblajes se transportaban mediante bandas automáticas y cada tarea

se subdividió en otras más pequeñas y aceleradas.

Los resultados fueron increíbles. Donde anteriormente se requerían 728 horas-trabajador para ensamblar un Modelo T, ahora sólo se necesitaban 93 minutos. Esta mayor velocidad de la producción redujo de manera importante el costo de cada Modelo T, aumentó el saldo de efectivo de Ford de dos millones a 673 millones de dólares y permitió la reducción del precio del modelo T de 780 a 360 dólares. El mundo jamás había visto nada parecido a esto. Simplemente los automóviles salían por montones de la línea de producción.

En el punto de su madurez a mediados de los años 20, Rouge,

ubicado en las afueras de Detroit, empequeñecía a todos los demás complejos industriales. Tenía una longitud de 2.5 kilómetros, y un ancho de 1.2 kilómetros. Sus 445 hectáreas albergaban 93 edificios, 23 de los cuales eran de primera importancia. En ella había 150 kilómetros de vías de ferrocarril y 43 kilómetros de bandas transportadoras. Aproximadamente trabajaban ahí 75,000 personas, 5,000 de las cuales se ocupaban sólo de mantenerla limpia, utilizando 86 toneladas de jabón y desgastando 5,000 trapeadores al mes. Rouge tenía en esa misma ubicación su propio horno de fundición de acero y su planta de vidrio.

Fuente: Halberstam, David, *The Reckoning*, págs. 79-82, 87. New York: Morrow, 1986.

El empuje de la administración científica ocurría en el nivel más bajo de la jerarquía de la organización: en el piso del taller, los trabajadores, los supervisores, los superintendentes y la gerencia media inferior. Los pioneros de la administración científica se concentraron en el nivel del taller, porque en esos días ahí era donde se encontraba la mayoría de los problemas de administración. Lo que se necesitaba era *producción en masa* y *eficiencia* y al mismo tiempo enfocarse en los detalles de las operaciones. Los métodos de la administración científica llenaban y cumplían con este reto.

RELACIONES HUMANAS Y CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO

Los trabajadores fabriles de la Revolución Industrial no tenían instrucción, no se les daba capacitación, no eran disciplinados y estaban recién salidos de las granjas. Aunque en principio odiaban el trabajo fabril, los puestos en las fábricas eran todo lo que había entre ellos y una muerte por inanición. Los gerentes de fábrica desarrollaron controles rígidos para obligarlos a trabajar duro; la herencia de controles rígidos se mantuvo durante el siglo XIX y principios del XX. Este método de administrar se fundamentaba en el supuesto que los trabajadores tenían que ser colocados en puestos diseñados para asegurar que trabajarían duro y con eficiencia.

Sin embargo, entre la Primera y Segunda guerras mundiales, empezó a aparecer entre los gerentes en Estados Unidos una filosofía que aseguraba que los trabajadores eran seres humanos y que debían ser tratados con dignidad en su puesto. El *movimiento por las relaciones humanas* empezó en Illinois en el periodo de 1927 a 1932 con los trabajos de Elton Mayo, F.J. Roethlisberger, T.N. Whitehead y W.J. Dickson en la planta de Hawthorne, Illinois, de Western Electric Company. Estos *estudios Hawthorne* fueron iniciados por ingenieros industriales y tenían como finalidad determinar el nivel óptimo de iluminación para la máxima producción de los trabajadores. Cuando la investigación produjo resultados confusos en la correlación entre entorno físico y eficiencia de los trabajadores, los investigadores se dieron cuenta de que existían factores humanos que afectaban la producción. Fue quizás la primera vez que investigadores y gerentes conjuntamente reconocieron que existían factores psicológicos y sociológicos que incidían no sólo en la motivación y la actitud humanas, sino también en la producción.

TABLA 1.3

CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

1. La investigación de operaciones encara la solución de problemas y la toma de decisiones desde la perspectiva del sistema total.
2. La investigación de operaciones no necesariamente utiliza equipos interdisciplinarios, aunque sea interdisciplinaria; obtiene sus técnicas de ciencias como la biología, la física, la química, las matemáticas y la economía, aplicando las técnicas apropiadas de cada uno de estos campos al sistema en estudio.
3. La investigación de operaciones no experimenta con el sistema en sí, sino que construye un modelo del sistema en el que pueden efectuarse experimentos.
4. La construcción de modelos y su manipulación matemática aportan las metodologías que quizás han resultado ser la contribución clave de la investigación de operaciones.
5. El enfoque principal está en la toma de decisiones.
6. Las computadoras se utilizan de manera generalizada.

Estos primeros estudios y experimentos sobre relaciones humanas pronto dieron lugar a una amplia gama de investigaciones sobre el comportamiento de los trabajadores en sus entornos de trabajo. *Los trabajos y publicaciones de Chester Barnard, Abraham Maslow, Frederick Herzberg, Douglas McGregor, Peter Drucker y otros hicieron posible que los gerentes industriales tuvieran una comprensión básica de los trabajadores y sus actitudes hacia su trabajo. Del trabajo de estos especialistas del comportamiento, como rápidamente fueron conocidos, vino un cambio gradual en la forma en que los gerentes consideraron y trataron a sus empleados.* Todavía ahora seguimos aprendiendo cómo utilizar el gran potencial presente en los trabajadores industriales. Actualmente, el éxito en el entorno industrial mundial depende más que nunca de poder aprovechar las capacidades subutilizadas de los empleados. Por lo tanto, los gerentes de operaciones deben intentar crear un clima organizacional que aliente a los empleados a dedicar su energía, inventiva y destreza en el logro de los objetivos organizacionales.

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

La campaña europea en la Segunda Guerra Mundial utilizó enormes cantidades de mano de obra, suministros, aviones, barcos, materiales y otros recursos que tuvieron que desplegarse en un entorno extremadamente turbulento. Quizás nunca antes habían encarado las organizaciones decisiones administrativas de tal complejidad, por lo que en todas las ramas de los servicios militares se formaron equipos de *investigación de operaciones* que utilizaron muchas de las disciplinas académicas de la época. Los conceptos de un *enfoque de sistemas totales* y de *equipos interdisciplinarios*, así como la utilización de *técnicas matemáticas complejas*, nacieron como resultado de las condiciones caóticas existentes en las enormes organizaciones militares involucradas en la Segunda Guerra Mundial.

Después de la guerra, los investigadores de las operaciones militares y sus procedimientos regresaron a las universidades, la industria, las oficinas gubernamentales y las firmas de consultoría e introdujeron la investigación de operaciones en los currícula de colegios y universidades, crearon empresas de consultoría especializadas en la investigación de operaciones y formaron sociedades de investigación de operaciones. Con el paso del tiempo, las características de la investigación de operaciones (mostradas en la tabla 1.3) se convirtieron en lo que conocemos hoy.

Durante la era posterior a la guerra, la investigación de operaciones ha sido, y quizá sigue siendo, conocida principalmente por sus técnicas cuantitativas, como la programación lineal, PERT/CPM y los modelos de pronóstico. Conforme las empresas se hacen más grandes y utilizan niveles de tecnología más elevados, la adopción de las técnicas resulta más intensa. La investigación de operaciones ayuda a los gerentes de operaciones a tomar decisiones cuando los problemas son complejos y cuando el costo de una decisión equivocada es elevado y duradero. Problemas como los que siguen se analizan de manera común utilizando técnicas de investigación de operaciones:

1. Una empresa tiene 12 plantas de manufactura que embarcan productos a 48 almacenes en toda la nación. Para maximizar las utilidades, ¿cuántas unidades de cada producto deben ser embarcadas mensualmente desde cada planta a cada almacén?