



**División de Ciencias Exactas, Ingeniería y Tecnología**

**Ingeniería en Logística y Transporte**

**6º Semestre**

**Unidad Didáctica:**  
**Investigación de operaciones I**

**Unidad 1. Introducción a la investigación de  
operaciones**

**Clave**  
**LIC 13143531**

**Universidad Abierta y a Distancia de México**





### ÍNDICE

Unidad 1. Introducción a la investigación de operaciones .....	3
Presentación de la Unidad .....	3
Competencia específica .....	3
1.1. Contexto de la investigación de operaciones .....	4
1.1.1. Marco histórico de la investigación de operaciones .....	4
1.1.2. Fundamentos de la investigación de operaciones. ....	5
1.1.3. Importancia de la investigación de operaciones.....	8
Modelos de investigación de operaciones .....	9
1.2.1. Modelo de alternativas .....	9
1.2.2. Modelo de objetivo .....	11
1.2.3. Modelo de restricciones .....	12
1.2.4. Metodología de los modelos de investigación de operaciones .....	13
Cierre de la Unidad .....	14
Para saber más.....	16
Fuentes de consulta.....	16



### Unidad 1. Introducción a la investigación de operaciones

#### Presentación de la Unidad

Te damos la bienvenida a esta primera unidad de Investigación de operaciones I.

Seguramente el nombre de la Unidad Didáctica por sí solo no te da un panorama de la utilidad o la relación con la carrera que cursas. Por tal motivo, debes saber que la investigación de operaciones es una rama de las matemáticas que te ayudará a mejorar tus técnicas para resolver problemas de diversa índole. Al mismo tiempo, te permitirá estructurar tu pensamiento, así como utilizar herramientas y razonamientos matemáticos, para que cuando te enfrentes a un problema, puedas encontrarle solución de manera más eficiente.

Esta unidad hace referencia al momento histórico en donde da inicio la investigación de operaciones, para que tengas una idea clara de la razón de su desarrollo. También se mencionarán los fundamentos matemáticos sobre los cuales está construida la investigación de operaciones, permitiéndote identificar y recordar los conceptos de tus Unidades Didácticas pasadas, para que los temas tratados en esta Unidad Didáctica no te sean muy difíciles de construir.

Para finalizar la unidad, se te presentarán los modelos y la metodología de investigación de operaciones. Se te exhorta a que leas detenidamente cada planteamiento y anotes las dudas que te vayan surgiendo para que, con el apoyo de tu Figura Académica, puedas clarificar cada una de ellas.

#### Competencia específica

Identificar la metodología de investigación de operaciones para describir su estructura, mediante el estudio de los conceptos básicos.

#### Logros

Describir la terminología de investigación de operaciones.

Identificar la relación entre las variables de diversos problemas.

Identificar los pasos de la metodología de investigación de operaciones.



### 1.1. Contexto de la investigación de operaciones

Siempre que se estudia un área de conocimiento, es importante observar sus orígenes, ya que esto permite entender su importancia. En estos primeros subtemas se presenta el enfoque de algunos investigadores que contribuyeron con el desarrollo de los métodos que aprenderás en unidades posteriores para la resolución de problemas logísticos. Cabe mencionar que la logística y la investigación de operaciones (IO) buscan obtener el mejor provecho posible de los sistemas, ya sean de producción, planeación, administración, distribución y todo aquello que su funcionamiento esté relacionado con la empresa y se pueda describir de forma matemática.

Aunado a lo anterior, el contexto de la IO deviene de la necesidad de aplicar los conceptos básicos y específicos de logística, así como la gestión de operaciones, surge con el crecimiento económico, el proceso de globalización y la exigencia permanente de obtener mejores productos y servicios; esta necesidad ha generado la obligación de contar con un soporte cuantitativo que apoye la toma de decisiones, de tal manera que se logren alcanzar los objetivos diseñados, haciendo un uso eficiente de los recursos disponibles. Justamente es aquí en donde intervienen las herramientas y técnicas de la investigación de operaciones, permitiendo desarrollar planes adecuados que conlleven a responder, de la mejor manera posible, cuando se presenten dificultades en una organización.

La investigación de operaciones abarca el uso de modelos matemáticos, estadísticos y algoritmos, quienes mejoran u optimizan el funcionamiento en organizaciones a las que identifica como sistemas organizados, físicos, económicos, ecológicos, de educación y servicios. A continuación se presentará el marco histórico de la IO.

#### 1.1.1. Marco histórico de la investigación de operaciones

El desarrollo de la investigación de operaciones tiene su inicio en la Segunda Guerra Mundial, que por la magnitud de este evento, generó nuevos retos, entre sus participantes y el más grande fue el manejo de los recursos, dado que éstos eran limitados o escasos, por ello el concepto de optimización fue muy importante, pues permitió el análisis con herramientas matemáticas para que cada activo fuera utilizado de la mejor forma.

Precisando un poco más, uno de los primeros esfuerzos fue el realizado por la Estación de Investigación de Badswey (*Badswey Research Station*), en los inicios de la Segunda Guerra Mundial, el cual, bajo la dirección del físico inglés Albert Percival Rowe, diseñó un nuevo sistema de localización denominado radar (*Radio Detection and Ranging*). Este trabajo permitió mejorar los procesos de detección de unidades enemigas, auxiliando el desarrollo de mejores estrategias de ataque.



De acuerdo con Thaha (2004), algunos investigadores como el Dr. Juan Prawda Witenberg o el M. en C. Eduardo Bustos Farías, le atribuyen el inicio de la investigación de operaciones a un grupo de investigadores de la Universidad de Manchester, que en 1940, bajo la dirección del físico experimental inglés Patrick Maynard Stuart Blackett, trabajaron en el desarrollo de un sistema antiaéreo controlado por radar. Esta investigación les proporcionó a los ingleses mejores tácticas de defensa contra las aeronaves nazis. Posteriormente, en 1941, Blackett y algunos miembros del equipo que desarrolló ese sistema antiaéreo, participaron en la creación de un sistema de detección de barcos y submarinos mediante un radar autotransportado; esta investigación culminó con la formación de la Agencia de Investigación de Operaciones naval del almirantazgo británico. Más adelante se formaron otras dos agencias, la de Investigación de operaciones de la plana de investigación y desarrollo de la fuerza aérea, y la de Investigación de operaciones del ejército.

En los años cuarenta del siglo pasado se presentaron dos estudios, los cuales fueron los primeros en utilizar la investigación de operaciones en la resolución de problemas de transportación, el primero lleva el título: “La distribución de un producto desde diversos orígenes a numerosas localidades”, presentado en 1941 por Frank Lauren Hitchcock, el segundo fu escrito por Tjalling Charles Koopmans en 1947 y lleva por título: “Utilización óptima del sistema de transporte”.

Como casi siempre pasa en la historia de la humanidad, los grandes avances en la ciencia vienen apoyados por una guerra, como viste anteriormente, el caso de la investigación de operaciones no es la excepción, pero gracias al impacto que tuvo en el desarrollo de la guerra, sus métodos fueron adaptados en otros ámbitos de la sociedad.

Actualmente, la IO tiene su mayor utilidad como una herramienta en el crecimiento de las empresas, ya que al mejorar sus procesos de producción, manejos y distribución de sus productos, se obtienen mayores ganancias.

### 1.1.2. Fundamentos de la investigación de operaciones.

Como has estudiado en el subtema anterior, la razón del desarrollo de la investigación de operaciones (IO) fue la optimización del uso de recursos militares. En la actualidad, los métodos y modelos desarrollados en investigación de operaciones son utilizados por todas las empresas, incluso algunos hospitales los utilizan para mejor el rol de guardias y la distribución del personal y los almacenes los utilizan para optimizar el espacio. En el ámbito de la transportación se utiliza para optimizar rutas de distribución. El proceso de aplicación de la investigación de operaciones requiere algunos conocimientos previos para su óptima comprensión.

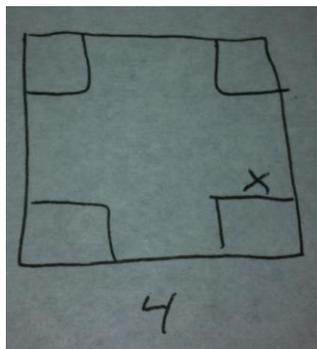
Primero necesitas familiarizarte con el lenguaje matemático, **por ejemplo**, algunas expresiones como “ $a+b=c$ ” las debes comprenderlas fácilmente, pero si no es así, se te



recomienda que repases lo estudiado en la Unidad Didáctica de álgebra o que consultes un libro de álgebra superior. Estas expresiones se utilizan en un proceso llamado “abstracción”, que consiste en escribir en lenguaje matemático un problema de la vida real. A continuación se presentan algunos ejemplos de este procedimiento:

1. Un cliente le pide lo siguiente a una empresa que se dedica a hacer cajas de cartón: Con una lámina cuadrada de cartón de 4 metros de lado, se debe obtener la caja sin tapa con el máximo volumen.

Una abstracción de este problema a lenguaje matemático sería la siguiente:



Supongamos que la lámina de cartón mide 4 metros de lado, para hacer la caja sin tapa se deben hacer unos cortes cuadrados en las esquinas, como en la figura, se nombrará “x” al tamaño del lado de los cuadrados que se cortarán para hacer la caja sin tapa.

A los cortes de los cuadrillos de las esquinas, se les llamarán “variables de nuestro problema”, el siguiente paso en la abstracción es encontrar la relación de esas variables; en general es una relación matemática y éste es el paso complicado, ya que debes tener muy claro el significado de sumar, multiplicar, dividir o restar, pues estas variables dependen de cada problema en particular. En el ejemplo, las relaciones matemáticas son las siguientes:

- $[4-(2x)]*[4-(2x)]*(x)$  es el volumen de la caja, donde  $4-(2x)$  es lado de la base y  $x$  es la altura.

Como puedes darte cuenta, es importante que recuerdes tu curso de álgebra superior. Ahora, para continuar con la solución del problema, lo que se debe hacer es maximizar la función  $f(x)=16x - 16x^2 + 4x^3$ ; una forma de realizar este procedimiento lo aprendiste en cálculo, lo que se debe hacer es calcular la derivada de la función  $f(x)$ , igualar esta derivada a 0, obtener sus raíces, después derivar de nuevo, sustituir las raíces de la primera derivada, las que en su evaluación de “mayor que 0” son un mínimo, si la evaluación es “menor que cero” es un máximo, si es “igual a 0” este método no sirve y hay que hacer otro método.



Realizando todos estos procesos se obtiene:

- $f(x)=16-32x+12x^2$  que tiene como raíces a los puntos  $x_1=2/3$   $x_2=2$ .
- $f''(x)=-32+24x$  así,  $f'(2/3)=-32 < 0$  y  $f'(2)=16 > 0$ .

Por lo tanto, con un corte de longitud  $2/3$  de metro, se obtiene el volumen máximo.

Este ejemplo te muestra el proceso de abstracción, que es complejo, para que comprendas la esencia de los algoritmos (operaciones), ya que entre más práctica tengas en el manejo de ecuaciones, así como para encontrar sus raíces y saber cómo son sus gráficas, te será más sencillo el proceso de abstracción.

También, en la resolución del ejemplo anterior, se utilizó una técnica aprendida en cálculo. Cálculo es una Unidad Didáctica muy útil en investigación de operaciones, que te recuerda cómo maximizar y minimizar funciones, así como las interpretaciones que tienen las derivadas de una función, el concepto de límites, sucesiones y serie. Todos estos son temas que te ayudarán en la solución de problemas en esta Unidad Didáctica.

Ahora se revisará el siguiente problema:

Un fabricante cuenta con tres centros de distribución en el D.F., Guadalajara y Monterrey. Estos centros tienen una disponibilidad de 20, 40 y 40 unidades respectivamente. Sus tiendas requieren las siguientes cantidades: Chapultepec 25, Iztapalapa 10, Centro 20, Minerva 30 y Fundición 15. El costo de transporte por unidad en pesos entre cada centro de distribución y las localidades de las tiendas se dan en la siguiente tabla:

Centros de Distribución	Tiendas				
	Chapultepec	Iztapalapa	Centro	Minerva	Fundición
Ciudad de México	55	30	40	50	40
Guadalajara	35	30	100	45	60
Monterrey	40	60	95	35	30

¿Cuántas unidades debe enviar el fabricante a cada tienda desde cada centro de distribución, de manera que los costos totales de transportación sean mínimos?

Se define  $X_{i,j}$  como la cantidad de unidades a enviar desde el centro de distribución  $i$ -ésimo con  $1=$  Ciudad de México,  $2=$  Guadalajara y  $3=$  Monterrey, a la tienda  $j$ -ésima con  $1=$  Chapultepec,  $2=$  Iztapalapa,  $3=$  Centro,  $4=$  Minerva y  $5=$  Fundición.

Con estas variables se define la función costo que se quiere minimizar  $f(x)= 55X_{1,1} + 30X_{1,2} + 40X_{1,3} + 50X_{1,4} + 40X_{1,5} + 35X_{2,1} + 30X_{2,2} + 100X_{2,3} + 45X_{2,4} + 60X_{2,5} + 40X_{3,1} + 60X_{3,2} + 95X_{3,3} + 35X_{3,4} + 30X_{3,5}$ .



Esta función tiene algunas restricciones dadas por la capacidad máxima que tiene de almacenaje cada centro de distribución, estas restricciones se pueden observar en la siguiente formulación matemática:

### Restricciones dadas por la disponibilidad de cada centro de distribución

Centro de distribución	Restricción
Ciudad de México	$X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3} + X_{1,4} + X_{1,5} \leq 20$
Guadalajara	$X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3} + X_{2,4} + X_{2,5} \leq 40$
Monterrey	$X_{3,1} + X_{3,2} + X_{3,3} + X_{3,4} + X_{3,5} \leq 40$

### Restricciones dadas por los requerimientos de unidades de las tiendas

Tienda	Restricción
Chapultepec	$X_{1,1} + X_{2,1} + X_{3,1} \leq 25$
Iztapalapa	$X_{1,2} + X_{2,2} + X_{3,2} \leq 10$
Centro	$X_{1,3} + X_{2,3} + X_{3,3} \leq 20$
Minerva	$X_{1,4} + X_{2,4} + X_{3,4} \leq 30$
Fundición	$X_{1,5} + X_{2,5} + X_{3,5} \leq 15$

**Importante:** La solución de este problema se abordará en la última unidad de esta Unidad Didáctica, lo que se muestra con este ejemplo es que el análisis de las variables involucradas se complica con cada problema. Aquí puedes identificar las restricciones de las variables, las cuales son importantes ya que regulan los límites de los valores de variables que están dentro del rango de solución del problema.

Otra Unidad Didáctica en la que aprendes fundamentos de la investigación de operaciones es álgebra lineal. Cuando te enfrentas a un problema al cual quieres aplicarle IO, en el análisis del mismo, se refiere al paso de encontrar las variables y sus relaciones; puedes llegar a la conclusión de que la relación de las variables involucran más de una ecuación o función, a este conjunto de ecuaciones se le llama sistema de ecuaciones.

En álgebra lineal te enseñaron técnicas matemáticas para resolver sistemas de ecuaciones, las matrices son una de estas técnicas, con ellas puedes manejar una cantidad muy grande de ecuaciones que pueden tener una solución en común.

Todos los elementos de la matemática que usarás en este curso ya los has visto y utilizado, ahora lo que se te mostrará es cómo emplearlos en diferentes situaciones.

### 1.1.3. Importancia de la investigación de operaciones

Iniciemos con una explicación más profunda de la importancia de la investigación de operaciones.



En el subtema 1.1.1. Marco histórico de la investigación de operaciones aprendiste que las matemáticas tienen un origen bélico, por tanto, la investigación de operaciones tuvo un sólido impacto, impulsado de mayor manera por la aceleración de la capacidad de procesamiento de las computadoras; el crecimiento de las empresas hizo que los problemas de optimización a los que se enfrentaban fuesen cada vez más complejos, esto implica que haya más variables involucradas, mayor dificultad de las ecuaciones que modelan sus relaciones, haciendo más difícil su solución, por lo que la modelación en bruto no es suficiente, se necesita refinar las habilidades de interpretación de resultados, la distinción entre variables, así como determinar cuáles son indispensables y cuáles no tomar en cuenta. En esta área es donde los matemáticos, economistas e ingenieros se dieron cuenta que la investigación de operaciones podía tener un mayor impacto. Por eso se ha avanzado tanto en esta área, mejorando los métodos de modelación, para facilitar el análisis de problemas y para que las fórmulas matemáticas resultantes no fueran prácticamente insolubles.

### Modelos de investigación de operaciones

En este tema se te presentarán tres modelos generales de la investigación de operaciones (IO), que abarcan tres enfoques necesarios para la solución de un problema. No son pasos estructurados como una fórmula matemática, son conceptos que la Investigación de operaciones necesita para su correcta aplicación.

Seguramente te has enfrentado a diversos problemas con distintos niveles de complejidad, por lo cual podrás combinar estos modelos. Cada uno te ayudará a aplicar los pasos que la metodología de IO te propone para solucionar esos problemas. Los pasos estructurados para la solución de problemas se llaman métodos. ¡Diviértete!

#### 1.2.1. Modelo de alternativas

Seguramente te preguntarás: ¿qué es una alternativa?, pues bien, de acuerdo con la Real Academia de la Lengua Española (2013), define una alternativa como la opción entre dos o más cosas. Para resolver un problema es importante que tomes en cuenta las alternativas del mismo. Este modelo se enfoca en las alternativas que generaron el problema, con la intención de conseguir alternativas de solución.

Cuando se presenta un problema en una empresa, en general se trata de resolver, pero muy pocos piensan en las razones que lo generaron; si el grupo de trabajo se tomara un momento en pensar en la base del problema, podría evitar otras complicaciones u otras variantes del problema original, cuando se volvieran a presentar. Algunos problemas también se resuelven atacando las razones del mismo.

Por ejemplo, te despiertas después de una larga noche, y cuando te diriges al baño, te das cuenta que tu espalda te duele muchísimo, ¿qué haces?, después de varios días así,



vas al médico, le comentas qué te sucede y él te receta una pastilla o una crema. Después de algunas semanas, una vez que se termina el medicamento, el dolor regresa, pero ahora más fuerte, paso siguiente, vas con otro médico ya que el primero no te quitó la molestia, este segundo médico se da cuenta que con lo que te recetaron no funcionó, entonces empieza a hacer otro tipo de preguntas, te cuestiona sobre la posición en la que duermes o el colchón que usas. Después de varios minutos de preguntas y uno que otro examen, el médico te manda al ortopedista. Llegas con el ortopedista, él te vuelve a realizar una serie de preguntas, de exámenes y así, después de más de 2 meses de que inicio el dolor, llegan a la conclusión que el problema es tu colchón. Llegas a tu casa con un nuevo colchón y al día siguiente despiertas sin dolor de espalda. Qué hubiera pasado si en vez de tratar de resolver solo el problema, te hubieras fijado en las alternativas que lo provocaron. Hubieras observado que el colchón en el que duermes ya está viejo, entonces habrías ido a comprar uno nuevo y problema solucionado, al día siguiente hubieras despertado sin dolor. Al final no sólo resolverías el problema, sino te ahorraría tiempo de traslado entre los médicos, dinero de las consultas, de los exámenes y los medicamentos. En conclusión, ver la causa del problema puede solucionar el problema y ahorrarte otros posteriores.

El ejemplo anterior, que tal vez sea muy básico, pone en claro el fin de este modelo. Recuerda que la investigación de operaciones no sólo aplica al ámbito profesional, también lo puedes emplear en tu vida diaria. Si pones en práctica lo que aprenderás en el curso en tu vida cotidiana, observarás que te será más sencillo utilizarlo en tu vida laboral.

El modelo de alternativas propone que la solución de los problemas está en el estudio de las razones, motivos o circunstancias que lo generaron. La investigación de estos motivos, de acuerdo a este modelo, te ayuda a encontrar una solución de manera más eficiente. Como se mencionó en la introducción de este tema, en estos modelos no hay una fórmula o pasos a seguir, estos modelos son conceptos que la investigación de operaciones considera que son fundamentales para la solución de problemas, por eso no se te puede dar una receta para analizar estas razones, sólo se te puede mostrar la importancia de observarlas, **este modelo propone que observar los motivos de un problema es la forma de resolverlos.**

Como toda teoría matemática, el alcance de ella y su impacto dependen de la práctica que tenga el que lo aplica, así que algunas de las actividades que se te pueden proponer, es que en cada problema que tengas en tu vida diaria, antes de precipitarte, observa las causas, práctica primero analizando con tus problemas diarios, identifica las causas que lo generaron y así poco a poco mejorarán tus habilidades de análisis.



### 1.2.2. Modelo de objetivo

Si seguiste la actividad que se te propuso al final de la sección anterior, te has enfrentado al problema que este modelo aborda. Cuando buscas las razones de un problema, si éstas son muy complicadas o son muchas, analizarlas puede tomarte tanto tiempo que cuando regresas al problema original ya se te olvidó. Este modelo propone que lo importante en la resolución de un problema es enfocarse en el problema en sí.

#### **Piensa en el siguiente ejemplo:**

Llegas a tu casa en la noche, entras a tu cocina, se te antoja un sándwich de jamón con queso panela, abres tu refrigerador y te das cuenta que no hay queso, entonces te vas al supermercado, tu idea es solucionar el problema de tu sándwich; llegas al súper, escoges un carrito y te mueves hacia el departamento de carnes frías, en el camino te acuerdas que ya no tienes jabón para ropa, entonces colocas en tu carrito un litro, con esto solucionas tu problema de no tener jabón de ropa, sigues caminando, llegas a otro pasillo y te acuerdas que te hace falta desodorante, escoges uno y lo echas a tu carrito, continúas pasando por los pasillos y llenando el carrito. Cuando te das cuenta tu carrito está lleno, decides que ya tienes todo lo que necesitas, entonces pagas, guardas tus cosas en el coche y llegas a tu casa, vacías las bolsas y te das cuenta que se te olvidó el queso (seguro te ha pasado, no lo niegues), enojado te preparas unos huevos y cenas. ¿Qué fue lo que pasó?, te olvidaste de tu problema, propusiste una solución, ésta a su vez empezó a resolver otros problemas, pero al final no resolviste el problema original. A esto se le llama pérdida del objetivo, resolviste problemas, muchos más de los que tenías, pero no resolviste el que necesitabas.

Tal vez estés pensando que el ejemplo anterior es muy simple, pero espero que te ayude a entender lo que propone este modelo. El objetivo en la investigación de operaciones es muy importante, por lo que este modelo plantea que si al resolver el problema pierdes el objetivo de esa solución, puedes terminar en un lugar donde no querías estar.

Quizá estés pensando “sí claro, y cómo mantengo ese objetivo, dime algo que no sepa”. El cómo mantener el objetivo depende del problema, en el ejemplo anterior lo que podías hacer es llevar una lista de compra.

**Veamos otro ejemplo.** Imagina que estás en tu casa, pero ahora estás dormido, se cae un pedazo de techo de la sala, te levantas y ¿qué haces?, por supuesto, después de gritar y enojarte, decides buscar un albañil para que arregle el techo y aprovechas para que arregle otra pared y la cocina, muy bien, lograste mantener tu objetivo y resolviste más cosas. Unos meses después se cae un pedazo del techo del baño, llamas de nuevo al albañil y arreglas esa caída junto con detalles del cuarto de tu hijo. Así continuas cada 3 meses llamando al albañil y arreglando el techo y otras cosas. Si te fijas estás manteniendo tu objetivo, solucionando no sólo el problema original sino otros problemas.



Ahora vamos a dar otra solución al problema anterior. Después del primer pedazo de techo que cayó, llamas al albañil y le pides que arregle el techo, pero que antes revise si no hay filtraciones de agua u otra cosa que provoque la caída de ese pedazo. El albañil revisa y encuentra que el vecino de arriba tiene una filtración en su baño que ha humedecido todo tu techo, entonces hablas con el vecino, él arregla su fuga, comparten gastos de la compostura de tu techo, arreglas los detalles de los demás cuartos y solucionaste tu problema con la diferencia que ya no será necesario llamar al albañil durante 3 meses como en la solución anterior.

La intención de mostrarte diversos ejemplos radica en la importancia de complementar estos modelos, ya que en un principio, estaban independientes, con el tiempo y el avance en la investigación de operaciones, te diste cuenta que combinarlos proporcionaban soluciones de mayor impacto.

Como se mencionó anteriormente, la práctica hace al maestro, por lo que, aparte de las actividades que te ponga tu Facilitador(a), empieza a crear tus técnicas de control de objetivos, notas, listas, diagramas; todo sirve para que empieces a mantener el objetivo mientras solucionas. Conforme te sientas más seguro(a) de mantener el objetivo, empieza a combinar las soluciones que propones con el modelo de alternativas que aprendiste en el subtema anterior, verás que cada vez las soluciones que propones a tus problemas diarios son más efectivas.

### 1.2.3. Modelo de restricciones

En las dos secciones anteriores identificaste la importancia de analizar las causas de un problema, ahora bien, una vez que se decide empezar a resolverlo, se debe mantener el objetivo inicial, se pueden resolver otros problemas en el camino, pero siempre al final el problema original debe estar resuelto.

En los ejemplos vistos en esas secciones, no se prestó atención en el horario del supermercado, ni con cuánto dinero se contaba para arreglar el techo. Supusimos que el supermercado abre toda la noche y que el dinero era ilimitado. Hacer esto es muy común cuando se resuelve un problema, sin embargo, en la unidad 2 se hará un estudio más profundo de esto, regresando al punto trascendental; cuando quieres que la solución sea más real, se deben considerar limitaciones de recursos, de tiempo, de transporte, a todo esto se le llaman **restricciones**. Este modelo propone que las restricciones se deben manejar como si fueran un problema, con todo lo que eso implica, con sus factores detonadores y su manejo de objetivos.

No te asustes, las restricciones no son tan complicadas como parecen, aunque no te des cuenta, estás muy acostumbrado(a) a lidiar con ellas. Como en la unidad 2 profundizarás en el cómo lidiar con ellas, concluimos con la recomendación de que empieces a solucionar tus problemas primero sin restricciones; antes de resolverlos, haz una lista de



las limitaciones que encuentres, resuelve el problema sin restricciones, agrega una a una las restricciones y ve si tu solución sigue aplicando, si no lo hace, encuentra otra con esa restricción y así continúa.

Seguramente piensas que parece no haber matemáticas o algún fundamento de los que se mencionaron en la primera sección, pero recuerda que te estás preparando para un maratón, primero debes correr sin cansarte 1 kilómetro, ¿no lo crees?

### 1.2.4. Metodología de los modelos de investigación de operaciones

Ya se mencionó cuál es el enfoque y los temas que tratan cada uno de los modelos de investigación de operaciones, sin darles una estructura, esto fue con la intención de que tu pensamiento no se encasillara desde el principio. Si practicaste lo que se te mencionó e hiciste las actividades que te proporcionó tu Facilitador(a), ya debes estar sin miedo a la hora de enfrentar problemas, bueno por lo menos los de tu vida diaria.

En esta sección se presentará la estructura que propone la investigación de operaciones para resolver un problema, a esta estructura se le llama metodología y consta de los siguientes pasos:

#### **Paso 1. Definir el problema**

En este paso debes analizar y clarificar el problema, sus restricciones, las razones que lo originaron, las variables involucradas y qué áreas de la empresa están implicadas en el problema o en las causas.

Recuerda que entre más datos tengas, mejor va a ser la solución que vas a proponer.

#### **Paso 2. Formular un modelo matemático que explique el problema**

Ya que hiciste el análisis del problema, tienes muy claro las variables involucradas y sus relaciones. Lo que se hace en este paso es recordar los fundamentos matemáticos que se trataron en subtemas anteriores, como son ecuaciones, matrices y escribir en lenguaje matemático esas interacciones.

#### **Paso 3. Verificar el modelo matemático**

Aquí inicia lo interesante, en este paso se verifica que el sistema de ecuaciones planteado tenga sentido real, es decir, que las variables utilizadas tengan la dimensión correcta, que los datos que necesite el sistema sea posible obtenerlos.

Se obtienen valores de las variables y se hace un estudio estadístico de los posibles resultados. Este análisis mostrará si los resultados se adaptan a la realidad.

Es muy importante contar con una buena verificación, lo cual hace que la solución esté más cerca.



En este paso **vas a hacer uso de toda la herramienta matemática** que has visto en esta carrera: matrices, derivadas, solución de ecuaciones, todo eso está involucrado en este paso.

### **Paso 4. Se propone una solución**

Una vez que ya validaste que las variables usadas tengan sentido y que los resultados son reales se prosigue a obtener una solución a partir del análisis de los posibles resultados que puedes obtener de tu modelo, es decir, escoges los que mejor solucionen tu problema.

### **Paso 5. Analizar la solución**

Cuando usas investigación de operaciones en una empresa, regularmente vas a presentar soluciones a un comité, a tu jefe inmediato o a un grupo de personas con intereses específicos. En este paso se considera que ellos van a analizar la solución que les propones, deben considerar el impacto económico y logístico de tu solución. Si en el paso uno hiciste un trabajo profundo, significa que en los datos que utilizaste para realizar el modelo ya consideraste todo lo que involucra el problema que resolviste, por lo que este paso sería muy sencillo, porque tu solución ya incluye el impacto que puede producir en la empresa.

### **Paso 6. Aplicación de la solución**

Este paso es interesante, si llegaste hasta aquí es porque tu solución fue aceptada y así realizaste un gran trabajo. Una sugerencia en este paso es presentar recomendaciones sobre algo que hayas encontrado en tu investigación del paso 1, para mejorar las cosas o evitar posibles problemas.

Ésta es la **metodología propuesta por la investigación de operaciones**, no es una receta de cocina, así que algunos pasos pueden estar juntos, o por ejemplo, puede que del paso 5 debas regresar al 1 o al 2 para hacer un análisis más profundo o un modelo matemático diferente.

En las siguientes unidades se te proporcionarán las herramientas que la investigación de operaciones tiene, para que los tres primeros pasos te sean más fácil.

Ahora es momento de reforzar tus conocimientos, con la siguiente actividad.

## **Cierre de la Unidad**

¡Felicidades!, has concluido la primera unidad de esta Unidad Didáctica, espero que en este momento tengas muchas preguntas, acuérdate que esta unidad fue de presentación.



La investigación de operaciones es muy interesante pero puede ser muy pesada, así que se decidió hacer esta unidad más amena, sin tanto embrollo matemático.

**Recapitulando** lo que se vio en esta primera unidad, se te presentan los siguientes puntos:

- La investigación tuvo sus orígenes en la segunda guerra mundial y el motivo de su desarrollo fue la administración de los limitados recursos militares.
- Los primeros estudios que utilizaron la investigación de operaciones en problemas de transportación fueron los realizados en 1941 por F. L. Hitchcock y en 1947 por T. C. Koopmans, que llevan por título “La distribución de un producto desde diversos orígenes a numerosas localidades” y “Utilización óptima del sistema de transporte” respectivamente.
- La investigación de operaciones en la actualidad se utiliza en diversos problemas como son la transportación, el almacenaje, los roles de los doctores en un hospital, entre otros.
- La investigación de operaciones se basa en 3 modelos: el modelo de alternativa, de objetivo y de restricciones.
- El modelo de alternativa se enfoca en observar las razones que generaron el problema.
- El modelo de objetivo se enfoca en mantener bien claro el problema a resolver.
- El modelo de restricciones se enfoca en mantener la solución en los límites de recursos que tengamos.
- Los pasos de la metodología de la investigación de operaciones son:

1. Definir el problema.
2. Formular un modelo matemático que explique el problema.
3. Verificar el modelo matemático.
4. Se propone una solución.
5. Analizar la solución.
6. Aplicación de la solución.

Recuerda los conceptos y trata de tener a la mano las notas y dudas que escribas. Ahora que continúes en las siguientes unidades, consolidarás el nivel matemático para que al final de esta Unidad Didáctica tengas herramientas robustas de investigación de operaciones para afrontar diversos problemas logísticos y de la vida cotidiana.

¡Te invitamos a iniciar cuanto antes la unidad 2!



### Para saber más

Con la finalidad de ampliar tus conocimientos sobre los temas abordados en esta primera unidad, se te recomienda revisar los siguientes materiales:

- Universidad Nacional de Luján (2013). *Sección: Vamos a resolver problemas*. Buenos Aires, Argentina.

En esta página web encontrarás diversos problemas, algunos con el resultado únicamente, otros con la solución explicada, se te sugiere leerlos detenidamente y tratar de ver cómo llegaron a esa respuesta, propón otra forma de resolverlos y diviértete con las soluciones a los diversos problemas.

### Fuentes de consulta

- Ackoff & Sasieni. (1977). *Fundamentos de Investigación de operaciones*. México: Editorial Limusa.
- Gallaguer & Watson. (1982). *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración*. México: McGraw-Hill.
- Hiller, F. S. & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Thaha, H. A. (2004). *Investigación de operaciones*. México: Pearson educación.
- Winston, W. L. (2004). *Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos*. México: Thomson.