

- El término **Investigación de Operaciones** se utilizó por primera vez durante la segunda guerra mundial, cuando las fuerzas armadas de los "aliados" formaron grupos especiales, constituidos por científicos de las más variadas ramas del saber (físicos, matemáticos, ingenieros, biólogos...) que tenían por misión preparar proyectos de decisiones para **operaciones** militares.
- Dadas ciertas condiciones que caracterizan una situación (disponibilidad de recursos, por ejemplo), se plantea tomar una **decisión** de forma tal que la actividad planeada/programada (**operación**) resulte ser la más beneficiosa desde algún punto de vista o criterio (**objetivo**).
- La **Investigación de Operaciones** consiste en la aplicación de métodos matemáticos cuantitativos para argumentar **decisiones** orientadas hacia alguna **finalidad**.
- Hasta cierto punto, en cualquier esfera práctica, las decisiones se toman sobre la base de la experiencia y del sentido común, sin efectuar cálculos especiales.
- Pero, existen decisiones muy importantes y que pueden afectar las vidas de muchas personas: p/ej. desviar un río para zonas áridas o, como el caso del río Negro, desviar sus caudales de exceso hacia zonas menos pobladas.
- En esos casos es admisible una **decisión arbitraria o voluntariosa**?
- No sería más razonable hacer algún tipo de cálculo (matemático) previo?
- Estos cálculos podrían evitar largas y costosas búsquedas "a ciegas" de la decisión buscada.
- Entonces, en este contexto, **la Investigación de Operaciones es una ponderación matemática de las consecuencias futuras de las decisiones que podrían ser tomadas, lo que permite ahorrar tiempo, esfuerzos personales y materiales y evitar errores graves, los que a veces son irreversibles.**
- Insistir en basarse en la experiencia previa es muy audaz y, tal vez, una negligencia, pues siempre queda la duda si las decisiones anteriores fueron o no las mejores o, simplemente funcionaron por una cuestión fortuita.
- La tecnología avanza tan rápido que es imposible adquirir la "experiencia necesaria" a ese ritmo, sin contar que, en la actualidad, se deben tomar algunas decisiones sobre actividades, hasta hoy, únicas en su género y que no tienen precedentes.
- En estos casos la experiencia no nos dice nada y el sentido común puede engañarnos si no nos apoyamos en los debidos cálculos.

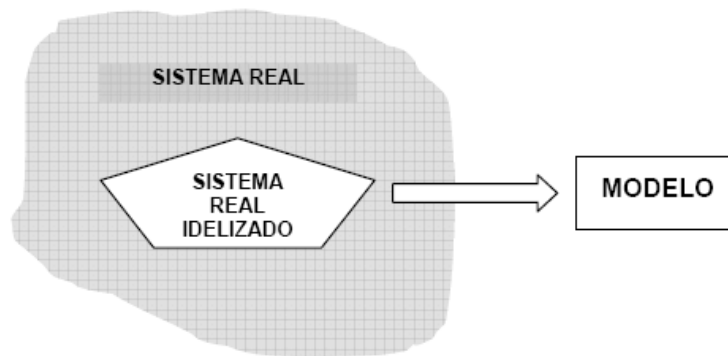
Nociones generales

- Se define una **operación** como una **actividad** orientada hacia una determinada **finalidad**.
- Cualquier elección de los parámetros que caracterizan un problema es una **decisión**.
- Una decisión se considera **óptima** si es mejor que cualquiera de las decisiones **factibles** según algún **criterio** de comparación.
- La finalidad de la **Investigación de Operaciones** consiste en argumentar, previa y cuantitativamente, las decisiones **óptimas**.
- La **Investigación de Operaciones** no incluye al proceso de adoptar soluciones, tarea que le corresponde al **decisor**, que puede ser una persona o un grupo de personas. El **decisor** tiene la facultad de **adoptar soluciones** y es responsable de sus consecuencias.
- No debe olvidarse que el propio proceso de crear un algoritmo y de elección de las variables y parámetros es también una **decisión** muy importante.

Conformación de los problemas de Investigación de Operaciones

- Los parámetros y variables que configuran una decisión se denominan **elementos de decisión**
- Los problemas, además, poseen condiciones preestablecidas y que no pueden ser alteradas. Estas se denominan **restricciones**.
- Las soluciones que satisfacen las restricciones conforman el **conjunto de las soluciones posibles (o viables)**.
- La solución viable más **eficiente** se denomina **solución óptima**.
- Para comparar las eficiencias de las soluciones viables es preciso utilizar algún criterio cuantitativo o **índice de eficiencia** o **función finalidad** o **función criterio** o **función objetivo**.
- Muchas veces, la realización de una "operación" está asociada a factores aleatorios (lluvias, cambios en los precios, cambios en la oferta-demanda, etc.). En estos casos es imposible pensar en optimizar alguna función de variables aleatorias, por lo que se recurre a optimizar su **valor esperado**, por ejemplo.
- La elección de la **función objetivo** es un punto central en la Investigación de Operaciones. Por eso es necesario, ante todo, elegir algún índice "natural" de eficiencia a optimizar.
- La elección es difícil, y peor aun, existen casos en los cuales no existe un único índice que refleje el espíritu de la operación. Estos casos se conocen como problemas de optimización **multiobjetivo**.

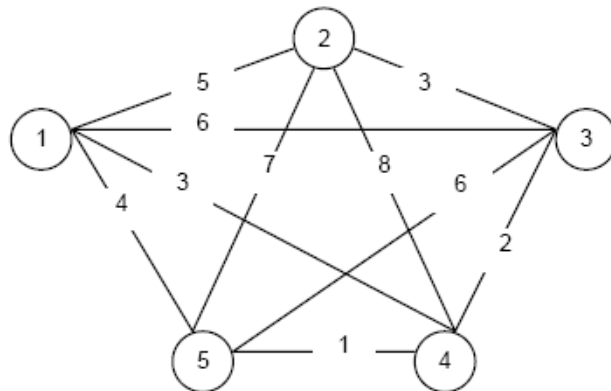
- Para aplicar **métodos cuantitativos** en la Investigación de Operaciones es preciso poseer algún **modelo matemático**.
- El modelo es una representación "limitada" de la realidad. Es una abstracción del sistema real (problema real) y donde se identifican las principales relaciones, a través de la explicitación de una **función objetivo** y de una serie de **restricciones**.



- En general, no existen "recetas de cocina" para realizar estas abstracciones. La reducción del total de las variables que controlan el sistema real a un número manejable es más un arte que una ciencia.
- Sin embargo, es posible afirmar que para lograr un modelo "bastante" bueno, es preciso conjugar: 1) una precisión razonablemente buena y 2) la cantidad y confiabilidad de la información necesaria.
- En la construcción de modelos existen dos riesgos: 1) llenarse de detalles y 2) generalizar demasiado.
- No debe olvidarse que al resolver un problema estamos resolviendo una abstracción (el modelo) y no el problema real. Por tanto, la solución será buena sólo si el modelo utilizado refleja razonablemente el problema real.
- La elaboración del modelo matemático constituye, aproximadamente, el 50% de la parte más importante de la **Investigación de Operaciones**. El mejor modelador es, normalmente un profesional que conoce muy bien el fenómeno o proceso que está modelando y que ha perfeccionado su conocimiento de matemática.
- La otra mitad corresponde a saber **interpretar los resultados** y con ellos elaborar **recomendaciones** para los **tomadores de decisiones**.

- Se dividen en dos tipos: a) los **directos** y b) los **recíprocos**.
- Los directos buscan dar respuesta a la pregunta "**qué sucedería si...**" (*en circunstancias dadas adoptamos cierta solución*). Esto será evaluado a través de la **función eficiencia** o **función objetivo**.
- Los recíprocos responden a la pregunta "**cómo...**" (*escoger una solución para maximizar/minimizar la función objetivo*).
- Los primeros son abordados y resueltos a través de la **simulación**.
- Los otros, son los problemas de **optimización**.
- En los modelos de **simulación** la relación entre entrada y salida del modelo no es explícita, dividiéndose al problema en varios módulos interligados por relaciones lógicas del tipo **si..., entonces**.
- En los modelos de **optimización** la relación entre la **función objetivo** y las **restricciones** del problema se expresan como funciones de las **variables de decisión**.
- En algunos problemas, una representación matemática **adecuada** de estas relaciones puede no ser posible, ya sea por existir demasiadas variables, o por existir demasiadas restricciones, etc.
- Para salvar esto, a veces se simplifica bastante el problema real, lo que lleva a que los modelos de **optimización** tiendan a considerar al problema de una forma poco detallada y, a veces, muy alejada de la realidad.
- Aunque el problema pueda ser adecuadamente formulado, nada garantiza que él tenga solución.
- En esos casos los modelos de **simulación** son más adecuados, por ofrecer mayor flexibilidad. Esta facilidad radica en que estos modelos enfocan al problema desde un nivel básico elemental.
- En la **simulación** se tiene la seguridad que siempre se encontrará una solución al problema (a veces de forma muy demorada).
- Pero entiéndase bien, si el problema consiste en encontrar la **mejor solución** a un problema, el camino es la optimización. Si en estos casos es necesario recurrir a la simulación, el resultado obtenido será el mejor de entre unos pocos (o no tan pocos) que fueron chequeados.
- O sea, la **optimización** produce soluciones que revisten el carácter de **óptimos globales**, mientras que la **simulación** sólo producirá soluciones **óptimas locales**.
- Como la **simulación** es una especie de "observación" del comportamiento del modelo, el tiempo de procesamiento es controlado por el analista (iteraciones) pero, como ya se dijo, estos modelos no garantizan óptimos globales.
- Para salvar las dificultades expuestas, han surgido otros métodos de cálculo, llamados métodos **heurísticos**, porque su lógica se basa en reglas prácticas. Estos métodos son también iterativos y no garantizan la optimidad de la solución final.

Sea el problema conocido como "problema del vendedor", en el cual un vendedor debe recorrer 5 ciudades y finalizar donde comenzó. Cuál es recorrido más corto?



Solución heurística:

Comenzar en 1 e ir al punto más cercano en cada iteración;

Solución heurística: 1, 4, 5, 3, 2, 1 distancia: $3 + 1 + 6 + 3 + 5 = 18 \text{ km}$

Esta solución es peor que hacer el recorrido 1, 2, 3, 4, 5, 1, de 15 km

- La mejor política, puede ser la utilización combinada de modelos de optimización, junto con modelos de simulación y/o heurísticos. P/ej., se pueden buscar por optimización las mejores soluciones y verificar por simulación si estas soluciones tienen o no algún sentido físico real.

Fases de un estudio de Investigación de Operaciones

Estas fases son:

- Definición del problema
 - Construcción del modelo
 - Solución del modelo
 - Validación del modelo
 - Implantación de los resultados finales
-
- El problema quedará **definido** si se identifican: las variables de decisión, el o los objetivos del estudio, las restricciones y/o limitaciones del sistema, y las alternativas de solución.
 - Como ya fue dicho, la **construcción** de un modelo requerirá que sean expresados cuantitativamente el o los objetivos del problema y sus relaciones con las restricciones.
 - Los modelos de optimización proporcionarán **soluciones** "óptimas", mientras que en los de simulación o en los heurísticos, las soluciones, en el mejor de los casos, será la mejor de entre las soluciones testadas.
 - La **validación** consiste en verificar si la solución obtenida tiene o no sentido o si da una predicción confiable. Es común utilizar modelos de simulación para validar modelos de optimización. Otra forma de validación comúnmente utilizada es aplicar el modelo a situaciones pasadas conocidas.
 - La fase de **implantación** de las soluciones consiste en traducir los resultados en recomendaciones para los tomadores de decisiones.

Que és la Investigación Operativa?

La Investigación Operativa es un enfoque científico para la toma de decisiones ejecutivas, que consiste en:

- a) El arte de modelar situaciones complejas.
- b) La ciencia de desarrollar técnicas de solución para resolver dichos modelos y
- c) La capacidad de comunicar efectivamente los resultados.

Agregando que el Objetivo General de la IO es estudiar la asignación óptima de recursos escasos a determinada actividad.

TIPICAS DECISIONES EJECUTIVAS

a) En el ámbito productivo

- (1) Qué producir.
- (2) Cuánto producir.
- (3) Cuándo producir.
- (4) Cómo producir.
- (5) A quién asignar las diferentes tareas. (Programación del trabajo). Etc.

b) En el ámbito administrativo.

- (1) En que invertir el capital.
- (2) Dimensionar los stocks de materias primas, repuestos, productos terminados, etc.
- (3) Definir el sistema de mantenimiento de equipos y maquinarias.
- (4) Definir el sistema de abastecimiento hacia sucursales.
- (5) Definir el sistema de adquisición de materias primas.
- (6) Dimensionar la fuerza de trabajo. Etc.