



Introducción a la Investigación Operativa

José María Ferrer Caja
Universidad Pontificia Comillas

Definición

- ❑ Conjunto de métodos científicos que se aplican para mejorar la eficiencia de las operaciones, decisiones y gestión de una empresa u otro tipo de organización
- ❑ La labor del investigador engloba:
 - ✓ Recoger y analizar datos
 - ✓ Construir y probar modelos matemáticos
 - ✓ Proponer soluciones y/o recomendaciones al decisor
 - ✓ Interpretar la información
 - ✓ Desarrollar y mantener sistemas y aplicaciones informáticas

Disciplinas

- Programación (Optimización)
 - ✓ Lineal
 - ✓ Entera
 - ✓ No lineal
 - ✓ Dinámica
 - ✓ Estocástica
 - ✓ Multiobjetivo
- Teoría de la decisión
- Teoría de juegos
- Teoría de colas
- Teoría de grafos

- Disciplinas interrelacionadas

Entornos

- Determinista
- Estocástico
- Vago o impreciso

Ejemplos: Optimización

- ❑ Una empresa de turrón debe decidir qué cantidades elaborar de Alicante (duro) y Jijona (blando) con los ingredientes disponibles (almendras, azúcar, miel y oblea) de forma que el coste empleado sea mínimo
- ❑ Un viajante de negocios quiere recorrer una serie de ciudades de forma que la distancia recorrida sea la menor posible (Problema del viajante, TSP)

Ejemplos: Decisión

- ❑ Un comerciante vende un artículo cuya demanda mensual puede ser 1 (con probabilidad 0.1), 2 (0.3), 3 (0.4) ó 4 (0.2). El precio de venta del artículo es de 6500 €, y el de compra 5000 €. El comerciante debe decidir cuántas unidades de dicho artículo debe comprar, teniendo en cuenta que cada unidad no vendida al finalizar el mes debe devolverla a un precio de 4000 €

- ❑ Un paseante quiere saber si lleva paraguas o no, teniendo en cuenta la información meteorológica de la prensa (o sin tenerla)

Ejemplos: Juegos

- ❑ Dos delincuentes son detenidos y acusados de cometer un delito conjuntamente

Están incomunicados, y se les plantea la posibilidad de delatar al otro para obtener beneficios penales

Si ambos se delatan: Les caen 5 años de cárcel a cada uno

Si uno delata y el otro no: 20 años para el delatado y el delator queda libre

Si ninguno se delata: 1 año de cárcel cada uno
(Dilema del prisionero)

- ❑ Juego de pares y nones

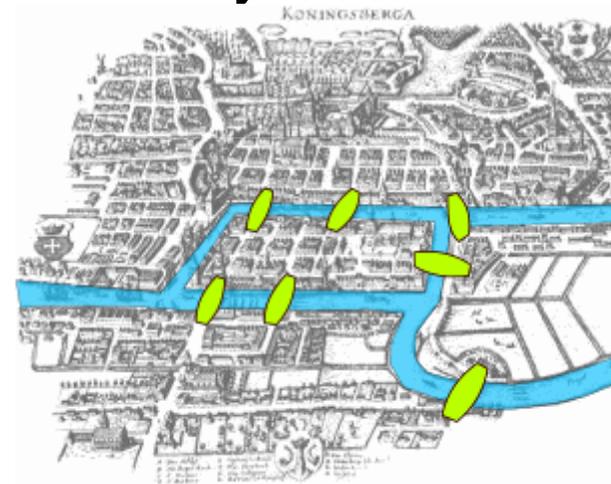
Ejemplos: Colas

- ❑ ¿Cuántas cajas deben estar activas en un supermercado para que el número de clientes en las colas no crezca indefinidamente?
- ❑ ¿Qué es más eficiente, organizar una cola para cada ventanilla de un banco o una cola común para todas?

Ejemplos: Grafos

- ❑ Dos islas en el río Pregel que cruza Königsberg se unen entre ellas y con la tierra firme mediante siete puentes. ¿Es posible dar un paseo empezando por una cualquiera de las cuatro partes de tierra firme, cruzando cada puente una sola vez y volviendo al punto de partida?

(Puentes de Königsberg)



- ❑ ¿Cuál es la ruta más corta para ir por carretera de Madrid a Segovia? ¿Y la más rápida? (Problema de camino mínimo)

Métodos de resolución: Exactos

- Teóricamente deben proporcionar la solución óptima deseada
- El coste (económico, de tiempo) puede ser alto
- Adecuados para problemas “pequeños” o de complejidad algorítmica polinomial
- Requieren un modelado restrictivo

Métodos de resolución: Heurísticos

- ❑ Proporcionan soluciones relativamente buenas
- ❑ El tiempo de ejecución es bajo en comparación con el tamaño del problema
- ❑ Permiten bastante flexibilidad en el modelado
- ❑ No garantizan la solución óptima
- ❑ Adecuados para problemas “grandes” y de complejidad no polinomial: optimización combinatoria
- ❑ Existen dos grupos
 - ✓ **Metaheurísticos**: Métodos heurísticos generales con parámetros ajustables: Búsqueda tabú, algoritmos genéticos, temple simulado, colonia de hormigas...
 - ✓ Métodos **específicos** para problemas complejos concretos

Métodos de resolución: Simulación

- Proporcionan la mejor solución entre un conjunto de soluciones propuestas a priori
- Permiten representar la aleatoriedad de forma bastante realista
- Son flexibles, eficientes y robustos
- Ineficaces cuando el conjunto de posibles decisiones es demasiado grande

Historia

❑ Problemas “prehistóricos”

- ✓ Puentes de Königsberg
- ✓ Problemas de obtención de máximos y mínimos de funciones
- ✓ Resolución de sistemas de ecuaciones

❑ Orígenes: Segunda Guerra Mundial

- ✓ Asignación de recursos escasos en operaciones militares
- ✓ Problemas estratégicos

❑ Aplicación a la actividad económica y empresarial

❑ Desarrollo teórico y algorítmico inicial muy rápido (1944-1960)

- ✓ Teoría de Juegos: Von Neumann y Morgenstern (1944)
- ✓ Método simplex para optimización lineal: Dantzig (1947)
- ✓ Principio de optimalidad de Bellman (1957)

Actualidad

- ❑ Creación de nuevos métodos de resolución más eficientes y robustos
- ❑ Desarrollo y mejora de software específico
- ❑ Coordinación de varios procesadores en paralelo para resolver problemas complejos
- ❑ Tratamiento más sofisticado de la aleatoriedad
- ❑ Implementación de métodos heurísticos específicos y aplicación ajustada de las principales metaheurísticas
- ❑ Representación fiel de la realidad por medio de modelos complejos de simulación