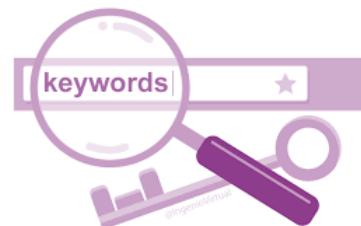


Unidad 1: Introducción a la Investigación Operativa (IO)

Glosario (algunos conceptos importantes)

- Investigación de operaciones / Investigación operativa (**IO**)
- Ciencia de la gestión o dirección
- Problema de la vida real
- Modelo
- Solución
- Objetivo
- Restricción
- Parámetro
- Variable
- Técnica exacta
- Técnica heurística o aproximada
- Factibilidad
- Optimalidad
- Sensibilidad



Contenidos

- 1.1. Naturaleza e historia de la IO
- 1.2. Principales elementos de la IO
- 1.3. Proceso de modelización
- 1.4. Diferentes problemas de la IO
- 1.5. La IO y los ODS



Ejemplo 1

Un taller produce dos tipos de productos: A y B . Producir una unidad de A requiere 30 minutos de montaje y 40 minutos de pintura. Producir una unidad de B requiere 40 minutos de montaje y 30 minutos de pintura. No se pueden dedicar más de 10 horas para el montaje ni más de 11 horas para pintar al día. Cada unidad de A proporciona 40 euros de beneficio, y cada unidad de B 35 euros

Diseñar el “mejor” plan de producción diario para este taller

1.1 Naturaleza e historia de la IO

“Operations research” , “Management science”

Operations Research referida como *OR* (Operational Research en inglés británico)

Diferentes definiciones:

- Un enfoque científico para la toma de decisiones
- El uso de herramientas cuantitativas para sistemas que se originan desde la vida real
- Toma de decisiones científicas
- ...

La IO se ocupa de decidir científicamente cómo diseñar y operar de la mejor forma posible los sistemas hombre-máquina generalmente en condiciones que requieren la asignación de recursos escasos (*definición de Operations Research Society of America*)

Toma de decisiones



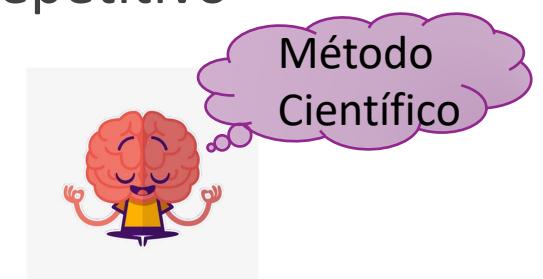
El proceso de toma de decisiones se puede llevar a cabo:

- **Cualitativamente**

- Juicios personales, experiencia pasada,...

- **Cuantitativamente**

- La experiencia no es necesaria (pero por supuesto muy valiosa)
 - Análisis exhaustivo cuando la decisión implica una gran cantidad de dinero, un conjunto muy grande de variables o si es un problema repetitivo
 - **TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA**



Definiciones

“La investigación de operaciones o investigación operativa es una disciplina que aborda con el método científico la toma de decisiones o una profesión que implica decidir la mejor forma de diseñar y operar de los sistemas, normalmente bajo condiciones que requieren la asignación de recursos escasos”

Assad, Wasil and Lilien (1992)

“La aplicación del método científico por equipos interdisciplinarios a problemas que implican el control de sistemas organizados (hombre-máquina) para proporcionar soluciones que sirvan mejor a la finalidad de la organización como un todo”

Ackoff and Sasieni (1968)

Más definiciones

“Es una tecnología que diseña sistemas abstractos, mediante métodos científicos para mejorar la efectividad de las organizaciones”

Keys (1995)

“La investigación de operaciones es la aplicación del método científico para mejorar la efectividad de las operaciones, decisiones y gestión”

Robinson (2000)

¡Y algunas más!



“La IO es la aplicación del método científico a la solución de problemas de decisión [...]”

Harvey M. Wagner. Principles of Operations Research with Applications to Managerial Decisions (1969)

¡Y algunas más!

La **Investigación Operativa**:

- ✓ Es una metodología científica que se utiliza para resolver problemas complejos de toma de decisiones
- ✓ Aspira a encontrar la mejor solución o la solución óptima de un problema de decisión teniendo en cuenta que los recursos son escasos o limitados
- ✓ No tiene establecida una única definición aceptada por todos sus miembros

Recopilando

- ✓ The “science of better” (La ciencia de mejorar) (INFORMS)
- ✓ Técnicas cuantitativas para tomar y elaborar decisiones
- ✓ Encontrar la forma más eficiente de actuar bajo unas circunstancias dadas

Vídeo



The OR Society

Objetivo fundamental de este curso:

Una/un alumna/o:

- Como posible gerente, debe ser consciente del beneficio que supone el uso del análisis cuantitativo a la hora de abordar un problema
- No es tan importante si realiza este análisis o no, pero se debe conocer el potencial de la investigación operativa y ser capaz de identificar un problema que puede ser resuelto desde la óptica de la IO
- Debe ser capaz de modelar y resolver problemas de decisión con técnicas de investigación operativa

Orígenes de la IO

...

¿El trabajo de Euler sobre el problema de los puentes de Königsberg en 1736?

F.W. Taylor, en 1881, en sus estudios sobre “¿Cuál es la mejor forma de hacer un trabajo?”

¿Henry L. Gantt y sus “Gantt charts”?

¿Erlang y su teoría de colas, 1909?

¿F.W. Harris en 1913, tamaño económico de pedido?

¿John von Neumann, 1920, introduciendo la teoría de juegos?

¿Modelos matemáticos de planificación de Kantorovich, en los años 30?

¿Los avances militares en la Segunda Guerra Mundial? (Blackett's Circus, 1936, RAF)

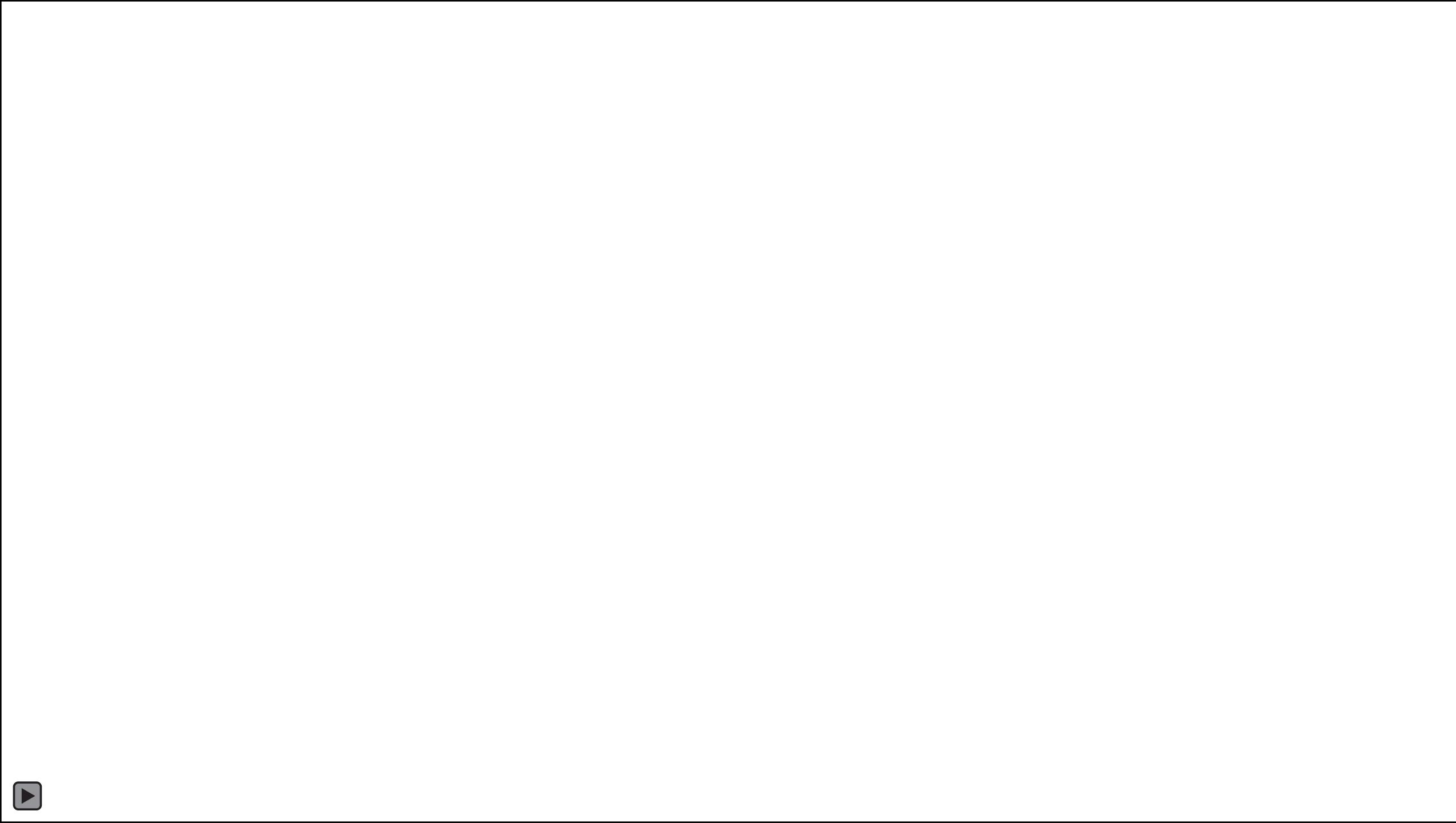
¿George Bernard Dantzig desarrollando el método simplex en 1947? ¿O fue Kantorovich?

...



The OR Society -> 'ORigin Story'

<https://www.youtube.com/watch?v=ILWbaWrjgU4>



Actualmente

Muchos países tienen sus propias sociedades de IO (España, SEIO,
<http://www.seio.es/>)

Las sociedades europeas están reunidas en la sociedad EURO
(<https://www.euro-online.org/>)

Las sociedades internacionales están reunidas en la sociedad IFORS
(<http://ifors.org/>)

Muchas conferencias dedicadas a la IO (o diferentes áreas pertenecientes a la IO)

Muchas revistas científicas dedicadas a la IO (o diferentes áreas de la IO)

Muchas empresas con sus propios departamentos de IO, o presupuestos para contratar especialistas de esa área de conocimiento

Actualmente

- ✓ La IO es universal. Se puede aplicar a todos los ámbitos donde se tenga que tomar decisiones, normalmente bajo la óptica de recursos escasos: negocios, industria, agricultura, etc.
- ✓ La IO es interdisciplinaria: matemáticas, ciencias de la computación, economía, etc.

1.2 Los principales elementos de la IO

Modelos cuantitativos y sus soluciones

Una posible distinción:

- Ciencia de la Gestión (Management Science) → Modelos
- Investigación Operativa (Operations Research) → Métodos de solución
- “Modelos” son una imagen de la realidad (normalmente, no incluyen todos los elementos de la situación real)
- “Problemas de la vida real” versus “Modelo matemático”
- ¿Qué incluir en un modelo? ¿Qué no incluir? Estas cuestiones son resueltas por la persona que propone el modelo y el **sujeto decisor**



¿Cómo construir un modelo?

Indicar **qué quieres** hacer (**objetivo**)

- Altos beneficios, altos niveles de satisfacción de los clientes, gran cuota de mercado, ...

Indicar **qué tienes que** hacer (**restricciones**)

- Limitaciones presupuestarias, disponibilidad de maquinaria, ...

Algunas de esas características quizás no se puedan medir fácilmente

Moverse de un “objetivo real” (difícil de medir) a un criterio medible se denomina un “representante” (*a proxy*) . Este representante o similar es menos realista, pero puede ser medible.

Los **parámetros** son números (en el problema) que se conocen

Las **variables** son números que no se conocen (y que nos gustaría conocer)

Tarea: Define con palabras los parámetros, las variables, el objetivo y las restricciones del **Ejemplo 1**

Cómo resolver un problema

Técnicas o métodos exactos

- Proporcionan una solución que respeta todas las restricciones y optimiza el objetivo
- ¿Una Solución Óptima para el modelo = Solución Óptima para el problema?
- El modelo es solo una versión aproximada de la realidad...

Técnicas o métodos aproximados (Algoritmos Heurísticos)

- Encuentran soluciones más rápida y fácilmente
- No necesariamente la “mejor” solución al modelo pero si una buena
- ¿Qué es una buena solución de todos modos?

A tener en cuenta al aplicar IO

- *Factibilidad* (¿Podemos hacer esto?)
- *Optimalidad* (¿Es esto lo mejor que podemos hacer con lo que tenemos?)
- *Sensibilidad* (¿Qué ocurre, si alguno de los parámetros de entrada o las condiciones fuera de nuestro control cambian?)
- *Implementariedad* (¿La solución obtenida puede aplicarse actualmente?)

A tener en cuenta al aplicar IO

Tarea:

Proponer una solución posible y una solución infactible al problema del **Ejemplo 1**. ¿Que caracterizaría a una solución óptima en el problema del **Ejemplo 1**?

Resolución gráfica
Problema

<https://www.youtube.com/watch?v=T27gzTlgZIs> 

1.3 Proceso de modelización

1. Identificar el problema

- Evitar “*siempre se ha hecho así*” y buscar innovar para intentar mejorar

2. Autorización para modelizar

- Convencer a la gerencia de la necesidad de diseñar un modelo para resolver el problema

3. Construcción del modelo y recopilación de datos

- Trabajaremos bastante sobre esta fase a lo largo del curso

4. Resolución del modelo

- Utilizar el software apropiado

5. Validación del modelo

- ¿Tiene sentido la solución obtenida?, ¿puede ser implementada?

6. Presentación del modelo

- Presentar el modelo y su solución a gerencia para que pueda implementarse

7. Implementación

- Trasladar las recomendaciones del modelo al ámbito de la empresa u organización

8. Monitorización y control

- Comparación del plan y la realidad

Componentes de un problema

- Persona(s) encargada(s) de tomar la decisión (*sujeto decisor*)
- Objetivos/Metas
- Alternativas de acción (*variables*), las cuáles son aspectos del problema que pueden ser controlados por el sujeto decisor
- Entorno. Esto comprende todos los aspectos que no pueden ser controlados (ej. Maquinaria, costes, demanda, legislación ...)

Los buenos modelos deben ser:

- ✓ Simples: Sólo deben considerarse aspectos significativos de la realidad
- ✓ Consistentes: El modelo tiene que dar respuestas correctas
- ✓ Fáciles de manipular y de trabajar con ellos
- ✓ Adaptables: El modelo tiene que ser fácil de adaptar a cambios en la realidad
- ✓ Completos: Todos los aspectos significativos tienen que ser considerados
- ✓ De fácil respuesta: La solución proporcionada por el modelo tiene que ser fácil de manejar y entender

Los modelos deben ser lo suficientemente simples para ser manejables y lo suficientemente complejos para representar la realidad con suficiente precisión

Los modelos suelen simplificar la realidad

- ✓ Omiten aspectos con poca o ninguna relevancia
- ✓ Añaden variables ficticias
- ✓ Modifican variables (ej. hacer continuas variables discretas)
- ✓ Aproximaciones en las relaciones entre las variables (ej. Linealizar funciones no lineales)
- ✓ Un modelo tiene que EXPLICAR, PREDECIR y CONTROLAR la realidad modelizada

1.4 Diferentes problemas de la IO

- ✓ Líneas de producción
- ✓ Transporte
- ✓ Asignación
- ✓ Problemas de Transferencia
- ✓ Planificación de la producción
- ✓ Dieta
- ✓ Problemas multiperiodo
- ✓ Problemas de flujo
- ✓ Problemas de mochila
- ✓ Problemas de corte y empaquetamiento
- ✓ Localización
- ✓ Secuenciación
- ✓ Logística
- ✓ Horarios
- ✓ Selección de carteras
- ✓ Stocks e inventario ...

1.4 Diferentes problemas de la IO

- Aviónica
 - Balística
 - Ciencias de la computación
 - Energía eléctrica
 - Electrónica
 - Industria alimenticia
 - Transporte aéreo
 - Metalurgia
 - Minería
 - Industria petrolera
 - Transporte de flotas
 - Logísticos
 - Instituciones financieras
 - Administraciones públicas
- ...

1.5 La IO y los ODS

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



1.5 La IO y los ODS

Infinidad de iniciativas, grupos de trabajo, conferencias, en torno a la IO y desarrollo sostenible:

EURO Working Group on Operational Research for Development (EWG-ORD)



1.5 La IO y los ODS

Se estudian problemas de producción donde se minimize la energía

Optimización en transporte urbano, verde, sostenible

Bike-Sharing, Car-Sharing

Explotación sostenible de recursos naturales

Etc.

Gran interés en las últimas décadas

iReves,

innovación en Reubicación de
Vehículos de Emergencias Sanitarias

**una herramienta
inteligente de decisión**

Investigación Operativa: Mejor Aprovechamiento de los Recursos

Glossary (some important concepts)

- Operations Research
- Management Science
- Real-life problem
- Model
- Solution
- Objective
- Constraint
- Parameter
- Variable
- Exact technique
- Heuristic technique
- Feasibility
- Optimality
- Sensitivity



Bibliografía

H.A. Eiselt and Carl-Louis Sandblom (2012). “Operations Research: A model based approach” 2nd edition. Springer



The OR Society

<https://www.youtube.com/user/TheORSocietyUK/videos>

