

# Optimización de Problemas de Producción

Pedro Piñeyro - Luis Stábile - Carlos Testuri  
Colaboran: Héctor Cancela - Antonio Mauttone

Depto. Investigación Operativa. Instituto de Computación. Facultad de Ingeniería, UdelaR

2015

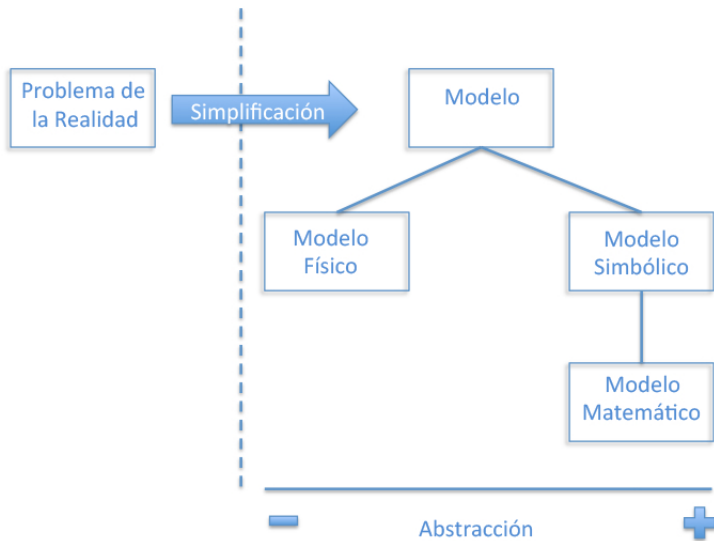
- Parte 1:
  - ▶ Formulación y Resolución de Problemas: 3 clases.
  - ▶ Introducción al Análisis de Sensibilidad: 3 a 4 clases.
  - ▶ Implementación Computacional de Modelos: 2 clases.
- Parte 2:
  - ▶ Trabajo en grupo con clases de consulta: 6 a 8 clases
  - ▶ Presentación oral de trabajos: 1 a 2 clases

- Grupos de 2 a 3 estudiantes.
- Presentación del problema a resolver (Mes 1).
- Prueba escrita de Parte 1 (Mes 2) (30%).
- Informe escrito sobre el problema a resolver (Mes 2, Mes 3) (50%).
- Defensa oral en grupo (Mes 3) (20%).

- Una representación simplificada de una cierta realidad que se construye para estudiar, comprender y/o predecir la misma.
- Poder realizar experimentos que en la realidad son muy costosos o imposibles.
- Aplicar un enfoque científico en la gestión (toma de decisiones).

- Debe ser completo y realista: incorporar los objetos y relaciones esenciales del problema que queremos estudiar.
- Fácil de entender y de usar: poder identificar que cosas de la realidad se están modelando y poder obtener un resultados comprensibles en un tiempo razonable (facilidad de resolución).
- Independiente de los datos de un caso concreto.
- Pueden haber muchos modelos correctos para una misma realidad. Depende de quien lo haga y de que se quiere estudiar.

# Clasificación de modelos



- Modelo matemático cuyos símbolos representan cantidades numéricas y sus relaciones.
- Programa Matemático: Un modelo cuantitativo que involucra:
  - ▶ variables de decisión
  - ▶ parámetros
  - ▶ función objetivo
  - ▶ restricciones
- La palabra "programa" hace referencia a la planificación de los recursos para optimizar un cierto objetivo cumpliendo ciertas restricciones.

- Clasificación:
  - ▶ Programación Lineal (LP)
  - ▶ Programación Entera (IP)
  - ▶ Programación Lineal y Entera (MILP)
  - ▶ Programación No Lineal (NLP)
  - ▶ Programación No Lineal y Entera (MNLP)
- La clasificación es importante para la resolución.
- Debido al tamaño y la dificultad, suelen emplearse las computadoras para plantearlos y resolverlos.



# Construcción de un Programa Matemático



- Traducir a lenguaje matemático cuantitativo la descripción verbal del problema a resolver.
- Definir:
  - ▶ Variables de decisión
  - ▶ Parámetros
  - ▶ Función objetivo
  - ▶ Restricciones

- Aquellas cantidades para las que se puede determinar su valor, porque están bajo el control del que toma las decisiones.
- Son las cantidades que me interesa optimizar, cumpliendo ciertas condiciones; es decir, las respuestas que se están buscando de un problema.
- Pueden surgir variables en el modelo que no estaban presentes en el análisis.

# Variables de decisión

- Cantidad a producir.
- Cantidad a vender.
- Cantidad horas-hombre.
- Cantidad de materiales.
- Cantidad de inventario.
- Cuando realizar una actividad.
- Donde ubicar una planta, equipo o producto.

- Aquellos valores que surgen del análisis de la realidad, y que no están bajo el control de quien toma las decisiones.
- La determinación entre variables de decisión y parámetros puede ser difícil de determinar, por ejemplo, el precio de venta de un producto o la demanda a satisfacer.

- Costo variable de producir.
- Costo fijo de realizar una actividad.
- Costo de mantener en inventario.
- Precio o ganancia neta de venta.
- Demanda a satisfacer de un producto.
- Capacidad máxima de producción.
- Capacidad máxima de almacenamiento.
- Cantidad mínima para una actividad.

# Función Objetivo

- Expresión que se quiere optimizar (minimizar o maximizar) y que vincula las variables de decisión con algunos de los parámetros (costos o ganancias).
- Para un determinado problema puede haber más de un objetivo posible a seleccionar (objetivo único o múltiples objetivos).
- Se debe tener presente que los valores que no están relacionados a las variables, no son optimizables.
- Puede haber situaciones en donde no haya una función a optimizar que resulte de forma natural.

# Función Objetivo

- Minimizar costos de producción.
- Maximizar la ganancia.
- Maximizar la cantidad a producir.
- Minimizar los tiempos de producción.
- Minimizar las cantidades de materiales.
- Minimizar cambios de producción.
- Maximizar el uso de materiales.
- Min/Maximizar cantidad de empleados.



- Expresiones que involucran variables y parámetros que representan las exigencias que debe cumplir la solución que buscamos.
- Muchas veces requieren de esfuerzo y habilidad para formular las restricciones del problema de forma cuantitativa.
- La cantidad y la forma inciden de forma importante en la dificultad de resolución del problema.

- Limitaciones en la capacidad de producción.
- Demanda que se debe satisfacer.
- Relaciones de balance entrada/salida.
- Cantidad de recursos materiales, financieros o humanos disponibles.
- Consideraciones de calidad o sociales que se deben respetar.
- Conjunto de valores posibles que pueden tomar las variables de decisión.
- **No negatividad de las variables.**

- Por distintas circunstancias puede ser necesario "suavizar" una restricción para adecuarla a situaciones en que hay flexibilidad: se permite producir "un poco" por arriba de la capacidad; se está dispuesto a "no cumplir exactamente" con la demanda estipulada.
- Para atender la necesidad de suavizar las restricciones suele ser necesario agregar variables, nuevas restricciones y modificar la función objetivo.

## Consideraciones para construir un buen modelo

- Que sea fácil de entender, fácil de detectar errores y fácil de resolver.
- Tener en cuenta buenas prácticas de nomenclatura para los distintos componentes.
- Un modelo compacto puede ser más eficiente a la hora de su resolución, pero más difícil de entender y de interpretar su solución.
- Tener en cuenta las unidades de medida de los distintos componentes para evitar problemas numéricos con la resolución.
- Tener en cuenta la importancia de la linealidad del modelo para su resolución.

- Se usan paquetes informáticos que ofrecen un lenguaje para escribir el modelo, utilidades para facilitar el ingreso de datos, algoritmos eficientes (solvers), y facilidades para desplegar y analizar los resultados.
- El uso de paquetes informáticos facilita las tareas de mantenimiento, detección de errores y resolución de un modelo cuantitativo.
- Ejemplos: GAMS, GLPK, CPLEX, MS Excel.

- Análisis de la solución del modelo, para comprobar su veracidad y el impacto en la organización en su implantación.
- Es necesario experimentar con el modelo.
- Tres posibles situaciones:
  - ▶ No factibilidad: restricciones contradictorias.
  - ▶ No acotado: valor objetivo ilimitado.
  - ▶ Existe solución: análisis de sensibilidad.