

# Optimización de Problemas de Producción

Equipo Docente:

Fernando Islas - Carlos Testuri

Colaboran:

Héctor Cancela - Antonio Mauttone - Pedro Piñeyro

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

2023

- Parte 1:
  - ▶ Formulación y Resolución de Problemas: 3 clases.
  - ▶ Dualidad, Análisis de Sensibilidad y Problemas de Despacho: 3 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

# Cronograma 2023

Agosto						
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Octubre						
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29

	Clase
	Monitoreo
	Prueba escrita
	Parciales
	Presentaciones de los grupos
	Feriado

Setiembre						
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Noviembre						
Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

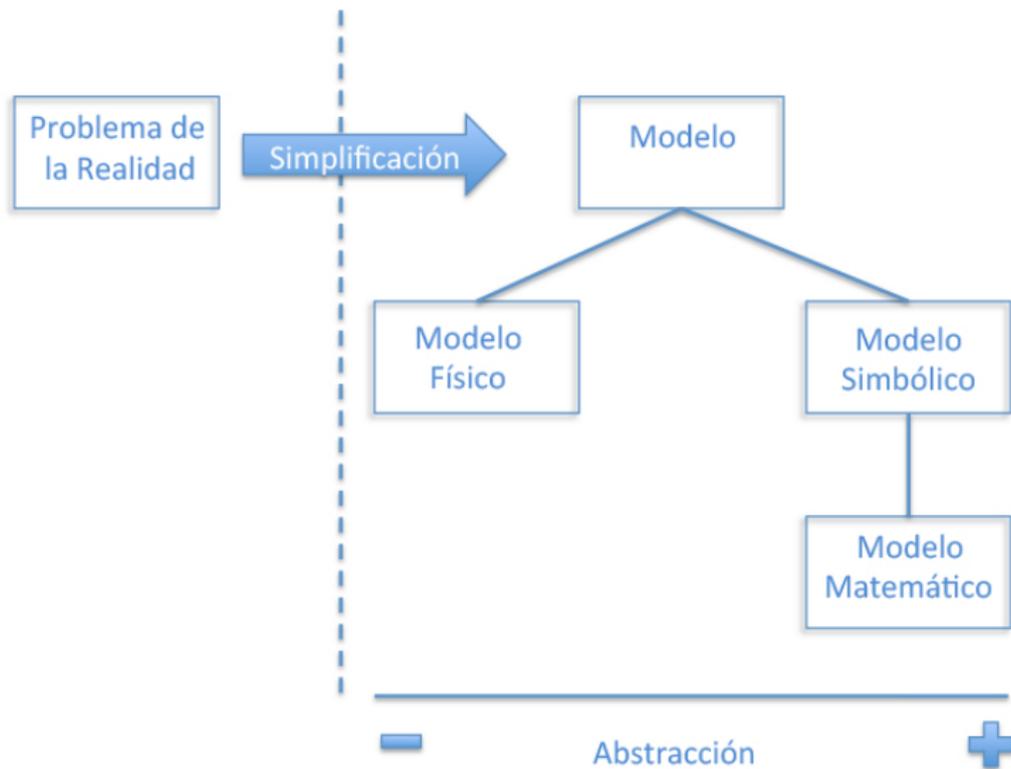
	Entrega 1: Problema y Formulación
	Entrega 2: Recolección y Análisis de Datos
	Entrega 3: Implementación y Validación en GLPK
	Entrega 4: Análisis de Sensibilidad
	Entrega 5: Entrega final de informe y GLPK

- Grupos de tres estudiantes
- Presentación del problema a resolver
- Prueba escrita de Parte 1 [30 %].
- Informe escrito sobre el problema a resolver [50 %].
- Presentación oral grupal del trabajo [20 %].

- Una representación simplificada de 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 resultados comprensibles en tiempos razonables (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 que se quiera estudiar.

# Clasificación de modelos



- Modelo matemático cuyos símbolos representan cantidades numéricas y sus relaciones.
- Un *programa matemático / optimización* implementa un modelos que involucra:
  - ▶ parámetros (datos)
  - ▶ variables de decisión
  - ▶ objetivo: función sobre parámetros y variables
  - ▶ restricciones sobre variables
- La palabra “programación” hace referencia a la planificación de los recursos para optimizar un 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 dificultad de los modelos, suelen emplearse computadoras para plantearlos y resolverlos.

# Construcción de un Programa Matemático



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

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

## Parámetros: ejemplos

- 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

- Aquellas cantidades para las que se puede determinar su valor, porque están bajo el control de quién 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: ejemplos

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

# Función Objetivo

- Es la 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 personas

- Expresiones que involucran variables y parámetros que representan las exigencias que debe cumplir la solución buscada.
- Su formulación requiere en general de esfuerzo y habilidad.
- La forma y su cantidad inciden en la dificultad de resolución del problema.

- Limitaciones en la capacidad de producción
- Demanda a satisfacer
- Relaciones de balance de 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
- **Dominio de variables: no negativas, binarias, etc**

- 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 modelo adecuado

- Que sea fácil de entender, fácil de detectar errores y fácil de resolver.
- Establecer 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.
- Considerar 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 para resolverlo (solvers), y facilidades para desplegar y analizar los resultados.
- El uso de paquetes informáticos facilita la tarea de mantenimiento, detección de errores y resolución de un modelo.
- Ejemplos de lenguajes: GAMS, GLPK, CPLEX, MS-Excel.

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