



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

# Taller de Introducción a la Investigación de Operaciones - Introducción a la IO

Víctor Viana

[victor.viana@noreste.udelar.edu.uy](mailto:victor.viana@noreste.udelar.edu.uy)

7/4/2026

Definiciones

Formulación de problemas

Algunos problemas que resuelve IO

Programación Matemática

- ▶ La investigación Operativa es un método científico para brindarle a la administración ejecutiva una base cuantitativa para las decisiones sobre operaciones bajo su control (*Morse, P. M., Kimball, G. E., & Gass, S. I. (2003). Methods of operations research. Courier Corporation.*)
- ▶ La investigación operativa es la modelización y toma de decisiones óptimas en sistemas deterministas y probabilísticos que se originan en la realidad. Sus aplicaciones, que se presentan en el gobierno, los negocios, la ingeniería, la economía y en las ciencias sociales y naturales, se caracterizan principalmente por la necesidad de asignar recursos limitados. (*Hillier & Lieberman, 1974*).
- ▶ Investigación de operaciones y la programación matemática están reconocidas con el código 90 en el primer nivel de la Clasificación Temática de las Matemáticas (MSC2020). Se la suele considerar como una rama de las matemáticas aplicadas. (<https://mathscinet.ams.org/msnhtml/msc2020.pdf>)



Qué es la Investigación de Operaciones(IO):

- ▶ La Investigación de Operaciones o Investigación Operativa (IO) es la aplicación del método científico por equipos interdisciplinarios a problemas que comprenden el control y gestión de sistemas organizados.
- ▶ El objetivo es encontrar soluciones que sirvan mejor a los propósitos del sistema (u organización) como un todo, enmarcados en procesos de toma de decisiones.



- ▶ **EN RESUMEN:** La IO se enfoca en investigar las operaciones necesarias para lograr los objetivos óptimos de un sistema o mejorar el mismo, utilizando la metodología científica en la búsqueda de soluciones eficientes y efectivas.
- ▶ La idea es que el estudiante aprenda a reconocer los problemas típicos de la IO para poder identificar qué técnica utilizar en cada caso, permitiendo así un estudio y solución adecuados de los mismos.

- ▶ la observación de un problema,
- ▶ la construcción de un modelo matemático que contenga los elementos esenciales del problema,
- ▶ la obtención, en general con la utilización de una computadora, de las mejores soluciones posibles con la ayuda de algoritmos exactos o heurísticos y finalmente
- ▶ la calibración y la interpretación de la solución y su comparación con otros métodos de toma de decisiones.

- ▶ La IO es la aplicación del método científico a un mismo problema por diversas ciencias y técnicas, en apoyo a la selección de soluciones, en lo posible óptimas.
- ▶ Observar que el problema es UNO SOLO, sin embargo existen maneras distintas de observar un mismo problema, dependiendo de los objetivos que se planteen para resolverlo.

Supongamos que una empresa citrícola y el Estado pretenden hacer inversiones cuantiosas en el cultivo de naranja, limón, pomelo y mandarinas, con un doble objetivo: reducir el desempleo rural y aumentar las exportaciones para equilibrarla balanza de pagos.

Tipo de árbol	Producción promedio anual en kgs / árbol	Area mínima por árbol (m <sup>2</sup> )	Precio promedio mundial por kg	Costo por árbol	Horas-hombre de cuidado anual por árbol
Naranja	150	4	\$ 10	\$ 2.00	36
Limón	200	5	\$ 04	\$ 0.50	72
Pomelo	050	3	\$ 15	\$ 1.00	50
Mandarina	150	6	\$ 07	\$ 1.50	10



- ▶ Existe una extensión propicia para este tipo de cultivo de 250.000  $m^2$ . Se asegura el suministro de agua, aproximadamente por 20 años (existencia de aguadas en la zona).
- ▶ La financiera pretende hacer una inversión de 20 millones, pensando exportar toda su producción a partir del 3er. año, que es cuando los árboles comienzan a ser productivos.
- ▶ El gobierno ha determinado que éste proyecto emplee al menos 200 personas ininterrumpidamente.

**Decisión a tomar:** ¿Cuántos árboles de naranja, limón, pomelo y mandarina, deberán sembrarse con el objetivo de maximizar el valor de la futura exportación anual?

## Decisiones

- ▶  $x_1$ : número de árboles de naranja a ser sembrados.
- ▶  $x_2$ : número de árboles de limón a ser sembrados.
- ▶  $x_3$ : número de árboles de pomelo a ser sembrados.
- ▶  $x_4$ : número de árboles de mandarinas a ser sembrados.

- ▶ Valor medio de la exportaciones anuales:

$$U = 10 \times 150x_1 + 4 \times 200x_2 + 15 \times 50x_3 + 7 \times 150x_4$$

- ▶ Restricciones

- ▶ Extensión de tierra:  $4x_1 + 5x_2 + 3x_3 + 6x_4 \leq 250.000m^2$
- ▶ Inversión inicial:  $2x_1 + 0.5x_2 + 1x_3 + 1.50x_4 \leq 20000000$
- ▶ Desempleo mínimo:  
 $36x_1 + 72x_2 + 50x_3 + 10x_4 \geq 200 \times 8 \times 360(\text{horas hombre/día/año})$
- ▶ Número de árboles a sembrar:  $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0$

Obtuvimos un modelo del problema de tipo:

**Maximizar U**

**Sujeto a**

**Restricciones**

- ▶ **Asignación de recursos y Ordenamiento:** asignación de recursos, ordenamientos de tareas, reparto de cargas de trabajo, planificación, todos con un objetivo preciso de optimización económica
- ▶ **Líneas de espera y Reemplazo de equipos:** estudian las esperas y retrasos ocurridos en los sistemas
- ▶ **Inventario:** Costos y tiempos almacenamiento y/o mantener recursos cuánto y cuándo adquirir
- ▶ **Gestión de proyectos:** tiempos y las tareas críticas (cuellos de botellas)

- ▶ **Programación matemática** (o teoría de la optimización) es la rama de las matemáticas que estudia las técnicas para maximizar o minimizar una función objetivo cuyas variables están sujetas a restricciones lineales, no lineales y enteras (*Dantzig, G. B., & Thapa, M. N. (1997). The Linear Programming Problem. Linear Programming: 1: Introduction, 1-33.*).
- ▶ **Programación lineal**, como caso especial de la programación matemática, se ocupa de la maximización o minimización de una función objetivo de tipo lineal en la que sus variables están sujetas a restricciones lineales de igualdad y desigualdad (*Dantzig, G. B., & Thapa, M. N. (1997). The Linear Programming Problem. Linear Programming: 1: Introduction, 1-33.*).



Otras extensiones de la programación matemática incluyen la programación entera, la programación multiobjetivos (o multicriterio), la programación no lineal, la programación probabilística (o estocástica) y los modelos de redes (CPM/PERT).

- ▶ Todas las variables son continuas
- ▶ Fácil de resolver en un tiempo razonable por cualquier solucionador (software) comercial de Programación Lineal.
- ▶ No considera las relaciones espaciales.
- ▶ Ampliamente utilizado.