



Introducción a la Investigación de Operaciones

**Curso Optativo de Grado
Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal
(6 créditos)**

**Pablo Yapura
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata
Abril del 2020**



Objetivos del curso

- Desarrollar la habilidad para identificar situaciones problemáticas que requieran decisiones para su solución.
- Desarrollar la destreza para formular y usar modelos matemáticos que representen problemas de decisión.
- Facilitar el dominio de las herramientas informáticas necesarias para resolver problemas de decisión representados matemáticamente mediante técnicas de optimización y comprender acabadamente sus informes de resultados.
- Introducir conceptualmente los principales prototipos de modelos que la Investigación de Operaciones ha desarrollado, enfatizando aquellos que pongan de relieve la esencia del proceso de la disciplina para resolver problemas reales y su potencial



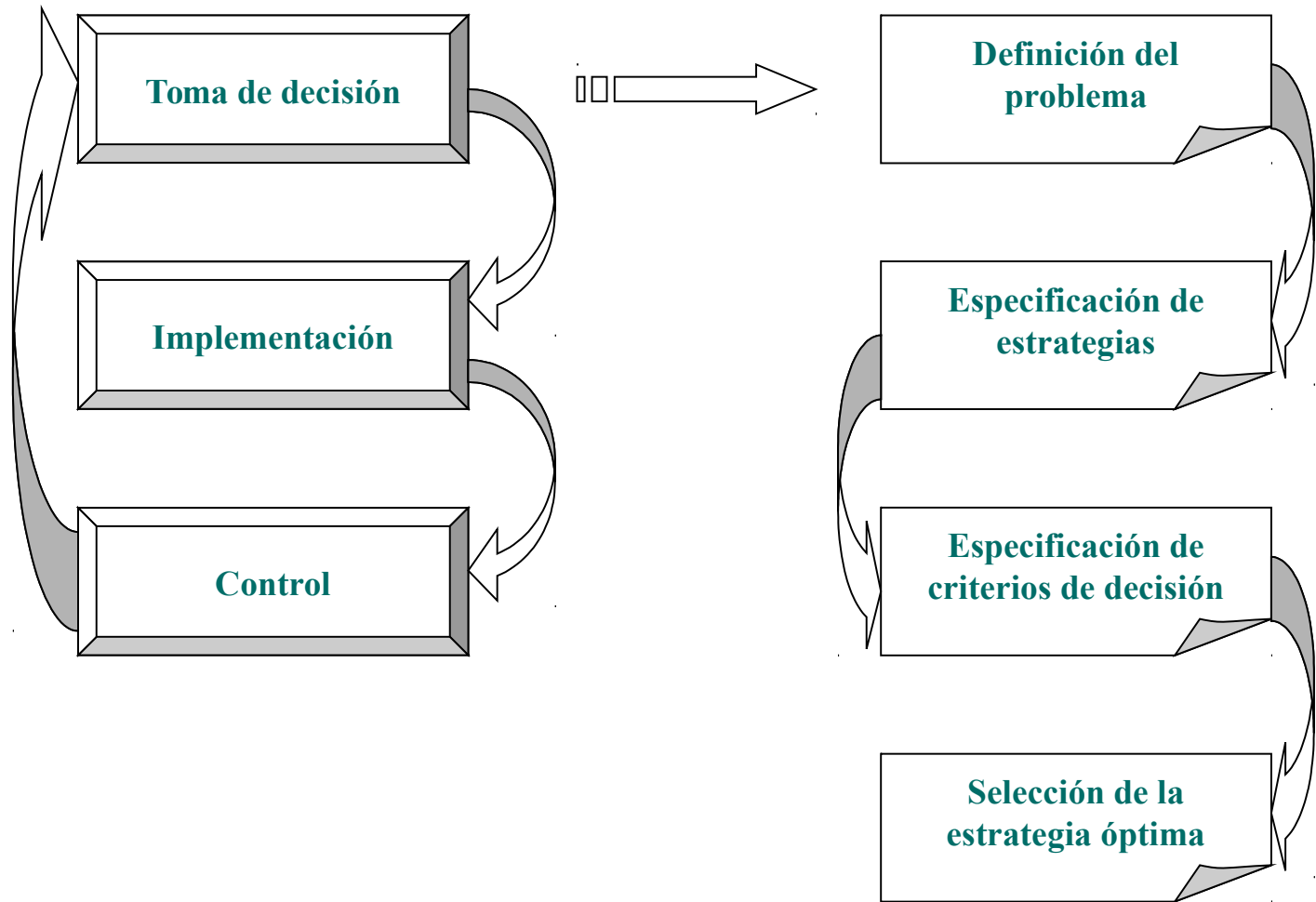
Introducción a la Investigación de Operaciones

Unidad didáctica 1: Introducción

- **Alcance:** En este núcleo temático se definirá la disciplina, delimitando y reflexionando críticamente sobre sus alcances y sus potenciales aplicaciones. También se conceptualizarán sus principales objetos de estudio y se introducirá el lenguaje y la terminología específica que se aplicará en el estudio del resto de los contenidos.
- **Contenidos:** Contexto epistémico y enfoques. Conceptualización de problemas, decisiones y modelos. Aplicaciones.



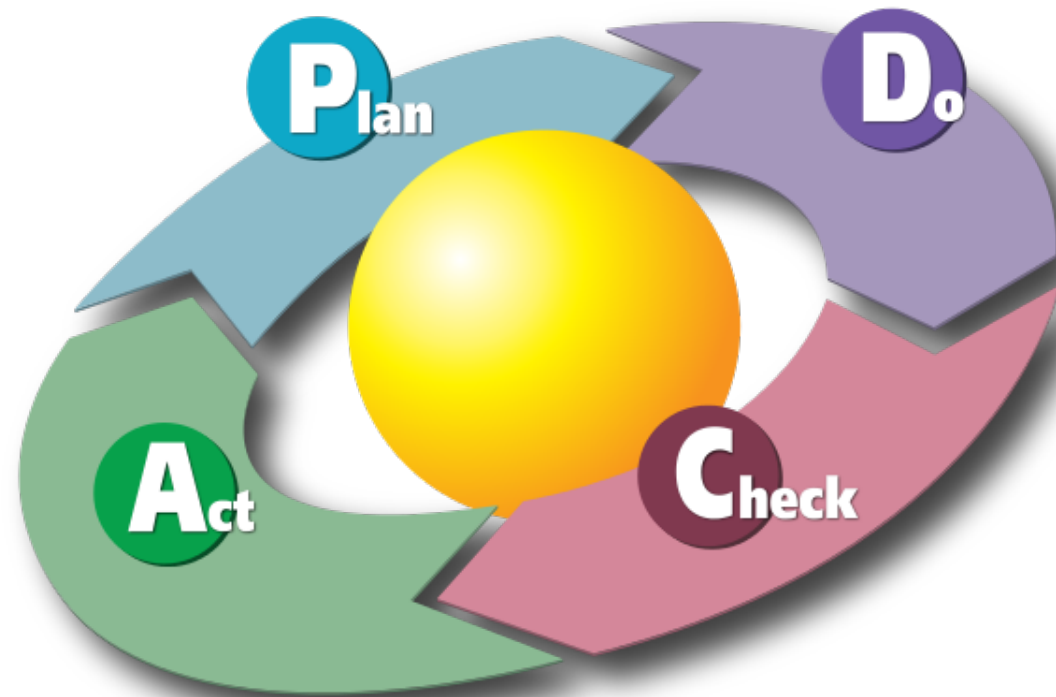
El proceso de gestión o administración



Clutter JL, Fortson JC, Pienaar LV, Brister GH & RL Bailey. 1983. Timber management: a quantitative approach. Chapter 7 - Some introductory comments: 205:209.



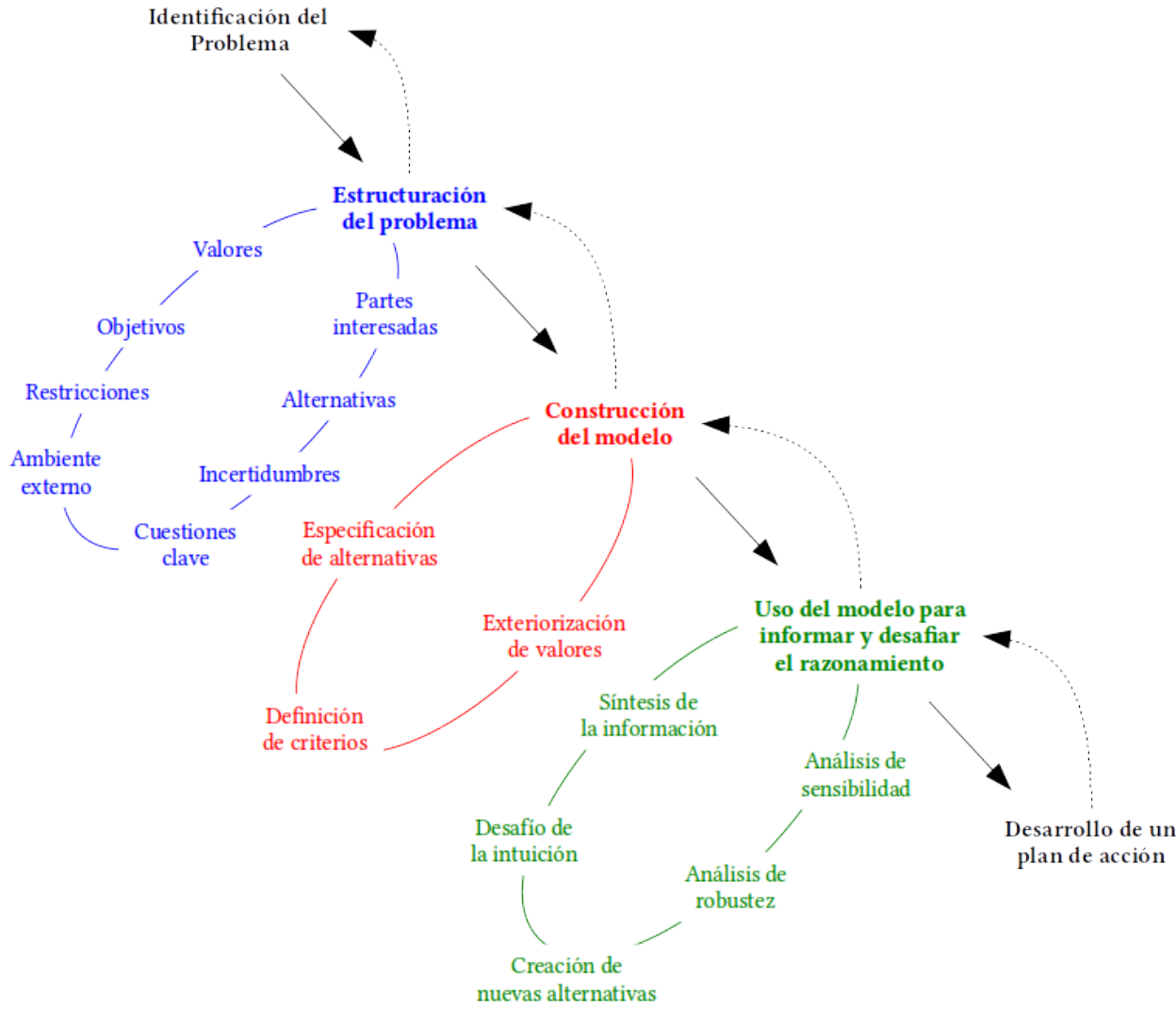
Ciclo PDCA (ISO)



PDCA Cycle by Karn-b - Karn G. Bulsuk (<http://www.bulsuk.com>). Originally published at <http://www.bulsuk.com/2009/02/taking-first-step-with-pdca.html> - Own work. Originally developed for Taking the First Step with PDCA. Licensed under Creative Commons Attribution 3.0 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PDCA_Cycle.svg#mediaviewer/File:PDCA_Cycle.svg



El proceso MCDA



Belton V & T Stewart. 2010. Problem structuring and multiple criteria decision analysis (Chapter 8). En: Ehrgott M, Figueira JR & S Greco (Eds.). Trends in multiple criteria decision analysis. Springer, New York. pp. 209-239.



La Investigación operativa

La investigación operativa es un método científico para brindar a la administración ejecutiva una base cuantitativa para las decisiones sobre operaciones bajo su control (Morse & Kimball, 2003).

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. En tales situaciones, el análisis científico, como el provisto por la IO/CA/CD, permite desarrollar una considerable percepción de su real naturaleza (Hillier & Lieberman, 1974).

Investigación de operaciones, 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.



La Programación matemática

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 & Thapa, 1997).

La *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 & Thapa, 1997).

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).



Componentes de un problema



Algunos ejemplos

El Ministerio de Recursos Naturales de un país en desarrollo pretende impulsar el uso de sistemas agroforestales para satisfacer las necesidades alimenticias de la población rural y simultáneamente satisfacer la creciente demanda por leña, enfrentando la pérdida de bosques naturales y una disminución de la base de tierra por al rápido crecimiento poblacional. Para ello, el ministerio planea un análisis de prácticas que minimizarían el área total de tierras de cultivo a la vez que se cubren los requerimientos de alimentación y combustible.



Un club de caza pretende desarrollar políticas para maximizar a largo plazo la población de ciervos en un área de bosques, sujetas a las limitaciones por la capacidad de carga del área y a la necesidad de satisfacer los requerimientos de sus miembros por trofeos de caza.



Un productor ganadero, entusiasmado por el creciente mercado maderero, y sabiendo que el ganado y los árboles pueden ser manejados en la misma propiedad, quiere evaluar la posibilidad de plantar árboles en ciertos pastizales de altura. El productor debe decidir la combinación óptima que le maximicen los retornos de la inversión, sin causarle un deterioro a la capacidad productiva de su tierra.



Algunos ejemplos

Una agencia de gobierno responsable por el desarrollo de los recursos hídricos quiere determinar el tamaño apropiado de una represa, a construir en una cierta cuenca, que le permita cubrir las necesidades de riego proyectadas, a la vez que minimiza los costos de construcción para el proyecto.



Una compañía, que manufactura tablas y tableros compensados, quiere determinar la asignación de rollizos de diferentes especies y calidades a varias instalaciones de producción de modo que los beneficios totales se maximicen. La cantidad de rollizos de cada especie y clase de calidad está limitada en cada período de producción, al igual que la capacidad de procesamiento de cada una de las instalaciones.



Una agencia encargada del manejo de grandes extensiones de bosques está obligada a manejar las tierras forestales de forma tal que se aseguren los rendimientos perpetuos de productos del bosque. Puesto que además es responsable de fondos públicos, la agencia pretende determinar tanto la oportunidad, como la ubicación, de las cosechas y operaciones silvícolas de modo que el retorno económico de la inversión pública sea maximizado en el largo plazo.



Un problema sencillo: el punto de equilibrio

La Compañía de Productos Especiales produce regalos caros y poco comunes para su venta en tiendas que abastecen a clientes ricos que ya lo tienen todo. La última propuesta de nuevo producto que el departamento de investigaciones le hizo a la gerencia es un reloj de péndulo de edición limitada. La gerencia necesita decidir si ha de introducir este producto y, de hacerlo, en qué cantidad producirlo.

Antes de tomar esta decisión, se obtendrá un pronóstico de ventas para calcular cuántos relojes pudieran ser vendidos. La gerencia desea tomar la decisión que maximice las utilidades de la empresa. Si la empresa decide darle luz verde a este producto, incurriría en un costo fijo de 50.000 dólares para preparar las instalaciones productivas necesarias para fabricarlo (adviértase que no se incurriría en este costo si la administración decidiera no introducir el producto puesto que no se requerirían tales instalaciones).

Además de este costo fijo, hay otro costo de producción que cambia según la cantidad de relojes que se produzca. Este costo variable es de 400 dólares por reloj fabricado, lo que añade hasta 400 dólares a cada uno (el costo para cada unidad adicional que se produzca —400 dólares— se denomina costo marginal). Cada reloj que se venda generará un ingreso de 900 dólares para la compañía (Hillier & Hillier, p. 5).



Formulación matemática

Dados

- p : precio de venta (\$/reloj)
- cv : costo variable unitario (\$/reloj)
- cf : costo fijo (\$)
- v : pronóstico de ventas (cantidad de relojes)

Se definen

- q : nivel de producción (cantidad de relojes)
- it : ingreso total (\$)
- ct : costo total (\$)
- be : beneficio (\$)

$$it = p * q$$
$$ct = \begin{cases} 0 & \text{si } q = 0 \\ cf + cv * q & \text{si } q > 0 \end{cases}$$

$$\max be = \begin{cases} 0 & \text{si } q = 0 \\ it - ct = (p - cv) * q - cf & \text{si } q > 0 \end{cases}$$

Tal que:

$$0 \leq q \leq v$$

