



Tópicos de Programación Matemática y Simulación

Investigación de Operaciones

Unidad: Introducción a la Investigación de Operaciones

Área Académica: Licenciatura en Ingeniería Industrial

Profesores: Dr. Isidro Jesús González Hernández

Dr. Rafael Granillo Macías

Dra. Francisca Santana Robles

Periodo: julio – diciembre 2022



Resumen

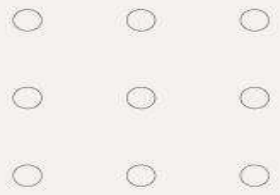
La Investigación de Operaciones es una ciencia aplicada que se ocupa de los problemas de toma de decisiones cuantitativas que generalmente implica la asignación y el control de recursos limitados. Mediante el uso de técnicas como el modelado matemático y simulación se analizan situaciones complejas en las empresas u organizaciones, con el objetivo de proporcionar a los ejecutivos poder de tomar decisiones más efectivas y construir sistemas más productivos. En esta presentación se muestran la naturaleza y la historia de investigación de operaciones. Así como, los principales elementos que componen un modelo de investigación de operaciones.

Palabras clave: investigación de operaciones , modelo, optimización

Abstract

Operations Research is an applied science that deals with quantitative decision-making problems that generally involve the allocation and control of limited resources. By using techniques such as mathematical modeling and simulation, complex situations in companies or organizations are analyzed to provide executives with the power to make more effective decisions and build more productive systems. This presentation shows the nature and history of operations research. As well as the main elements that make up a operations research model.

Keywords: operations research, model, optimization



Investigación de operaciones (OR) abarca el desarrollo y la aplicación de una amplia gama de métodos y técnicas de resolución de problemas aplicados en la búsqueda de una mejor toma de decisiones y eficiencia, como la optimización matemática, la simulación, la teoría de colas y otros modelos estocásticos.

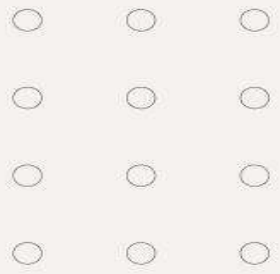
Introducción





Contenido

1. La naturaleza y la historia de investigación de operaciones.
2. Los principales elementos de un modelo investigación de operaciones.
3. Conclusiones
4. Referencias



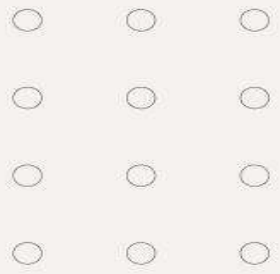
La naturaleza y la historia de investigación de operaciones

En la actualidad, el Instituto de Investigación de Operaciones y Ciencias de la Gestión (INFORMS) comercializa la investigación de operaciones como la "ciencia de lo mejor". Esto significa que es una ciencia que utiliza técnicas cuantitativas para tomar y preparar decisiones. En otras palabras, en lugar de arrojar grandes cantidades de recursos (como dinero) a un problema, la investigación de operaciones determinará formas de hacer las cosas de manera más eficiente.

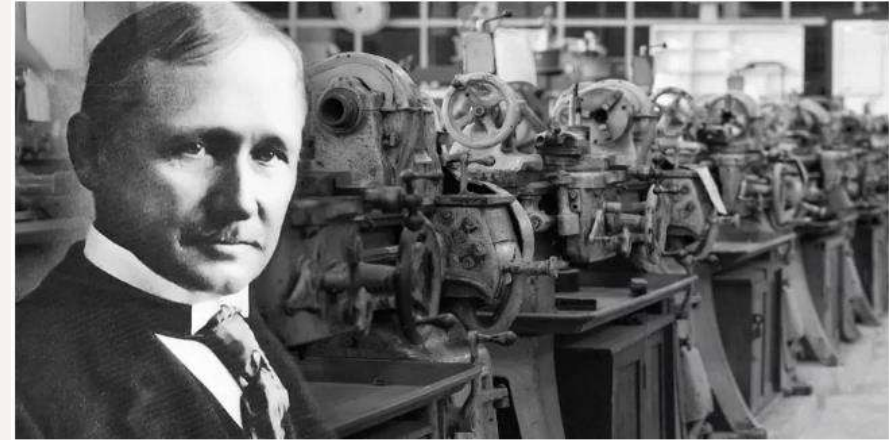


Si bien muchos autores atribuyen los avances en el ejército en la Segunda Guerra Mundial al nacimiento de la investigación de operaciones, se cree que las bases se sentaron considerablemente antes. F. W. Taylor a menudo se llama el "padre de la administración científica", cuando realizó sus estudios de tiempo en 1881.





La pregunta principal de Taylor era “cuál es la mejor manera de hacer un trabajo”, que bien podría ser el lema de la investigación de operaciones.



- ○ ○
- ○ ○
- ○ ○
- ○ ○

Henry L. Gantt introdujo los gráficos de barras (gráficos de Gantt) para problemas de programación. Agner Krarup Erlang introdujo la disciplina de teoría de colas en 1909 cuando trabajaba en la central telefónica de Copenhague. La contribución final en los primeros días la hizo F.W. Harris en 1913, cuando desarrolló el modelo de "cantidad económica de pedido" para la gestión de inventarios, un resultado que es tan sólido que se utiliza hasta el día de hoy. Todos estos individuos se denominarían hoy ingenieros industriales, ya que su principal preocupación era el buen funcionamiento de los procesos industriales.



Después, John von Neumann realizó un trabajo notable en la década de 1920, cuando presentó la teoría de juegos al mundo. Los modelos de insumo-producto de Leontief y los modelos de planificación matemática de Kantorovich para la economía soviética fueron las principales contribuciones en la década de 1930. La década de 1940 vio el problema del transporte de Hitchcock, la planificación de la dieta de Stigler y los avances antes mencionados basados en aplicaciones militares.



Sin embargo, el evento principal ocurrió en agosto de 1947 cuando George Bernard Dantzig desarrolló lo que ahora se llama el método simplex para programación lineal. Podría decirse que ningún otro evento ha influido más en la ciencia de la Investigación de Operaciones que este desarrollo.

The diagram illustrates a linear programming problem with the following components and annotations:

- Tipo de problema (min o max):** The objective function is preceded by "max", which is circled in red.
- Función objetivo:** The expression $5x_1 - 6x_2 + 2x_3$ is enclosed in a green box.
- Restricciones:** Two equations are listed: $3x_1 + 2x_2 - x_3 = 12$ and $2x_1 - 4x_2 + 4x_3 = 8$. The right-hand side constants, 12 and 8, are enclosed in a red box.
- Beneficios o constantes:** This label points to the constants 12 and 8.
- Variables ($x_i > 0$):** The coefficients of the variables in the second constraint, 2, -4, and 4, are circled in red, with lines pointing to the label "Variables ($x_i > 0$)".

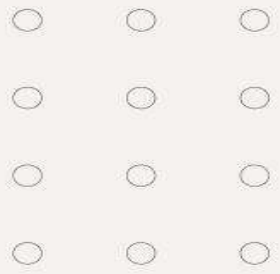
$$\begin{array}{l} \text{max } 5x_1 - 6x_2 + 2x_3 \\ \text{Restricciones} \rightarrow 3x_1 + 2x_2 - x_3 = 12 \\ \rightarrow 2x_1 - 4x_2 + 4x_3 = 8 \end{array}$$

Variables ($x_i > 0$)

- ○ ○
- ○ ○
- ○ ○
- ○ ○

A partir de 1950, Operational Research Quarterly (más tarde rebautizado como Journal of the Operational Research Society) fue la primera revista en el campo publicada en el Reino Unido.





Raíces de Investigación de Operaciones

El comienzo de la investigación de operaciones generalmente se ha atribuido a los servicios militares a principios de la Segunda Guerra Mundial. Debido al esfuerzo bélico, había una necesidad urgente de asignar recursos escasos a las diversas operaciones militares y a las actividades dentro de cada operación de manera eficaz.

Por lo tanto, la dirección militar británica y luego la de los EE. UU. recurrió a un gran número de científicos para aplicar un enfoque científico para abordar este y otros problemas estratégicos y tácticos. En efecto, se les pidió que investigaran sobre operaciones (militares).



Se pueden identificar al menos otros dos factores que desempeñaron un papel clave en el rápido crecimiento de la investigación de operaciones durante la década de 1950.

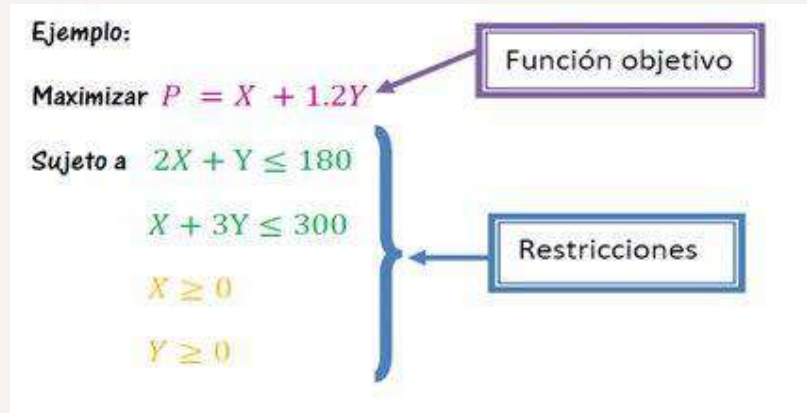
- Método simplex para la resolución de problemas de programación lineal.
- Revolución informática.

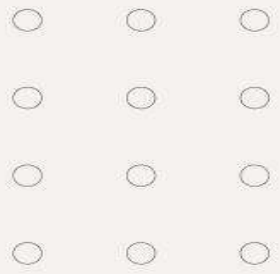


- ○ ○
- ○ ○
- ○ ○
- ○ ○

Principales elementos de un Modelo Investigación de Operaciones

Esencialmente, la investigación de operaciones se ocupa de los modelos cuantitativos y su solución. En realidad, aquí es donde algunas personas hacen una distinción: afirman que mientras que la "ciencia de la gestión" se ocupa principalmente de los modelos, la "investigación de operaciones" se ocupa principalmente de los métodos de solución.



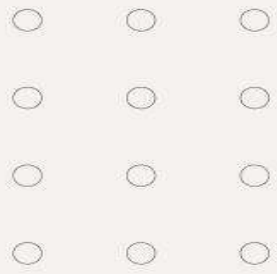


Modelo de Investigación de Operaciones

Un modelo nunca incluirá todos los componentes que incluye una situación real. Por lo tanto, es muy importante distinguir entre el problema original de la vida real y el modelo matemático que se construye.

La etapa del problema al modelo conlleva ganancias y pérdidas: mientras perdemos información, ganamos en capacidad de solución y ganamos conocimiento de la estructura del problema.





Modelo de Investigación de Operaciones

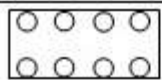



Tipo de problema (min o max) Función objetivo Beneficios o constantes

$$\begin{array}{l} \text{max } 5x_1 - 6x_2 + 2x_3 \\ \text{Restricciones} \rightarrow \begin{array}{l} 3x_1 + 2x_2 - x_3 = 12 \\ 2x_1 - 4x_2 + 4x_3 = 8 \end{array} \end{array}$$

Variables ($x_i > 0$)

Usualmente la forma habitual de describir situaciones para los modelos de investigación de operaciones es enumerar primero todo lo que queremos hacer y todo lo que tenemos que hacer y respetar. Lo que queremos lograr (altas ganancias, altos niveles de satisfacción del cliente, una gran participación de mercado, bajos costos de producción o similar) se resume en nuestro(s) objetivo(s). Por otro lado, todos los requisitos (como las limitaciones presupuestarias, las limitaciones de las capacidades de una empresa con respecto a la mano de obra, la base de conocimientos, la maquinaria disponible y otros) se resumen en las restricciones.

Otro tema importante a tratar es el tema de la medición. Si bien muchas de las características de un modelo son fácilmente medibles (por ejemplo, las ganancias, el tiempo de viaje, los tiempos de procesamiento, la longitud y el ancho de un tramo de carretera que se va a pavimentar), otras pueden no serlo. Por lo general, en muchos problemas, públicos y privados, el objetivo está mal definido o es confuso. Esto requerirá que el tomador de decisiones formule una expresión sustituta o de representación en su lugar.

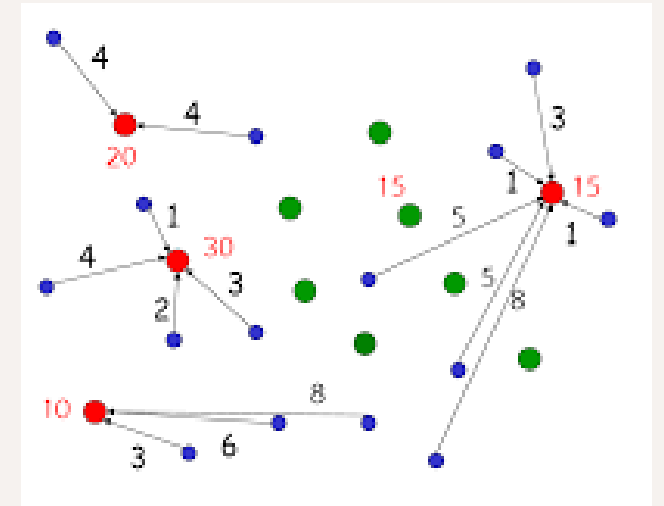
				
Mesas	2	2	0	0
Sillas	1	2	0	0
Camas	1	1	2	0
Bibliotecas	2	0	2	4
Inventario	24	20	20	16

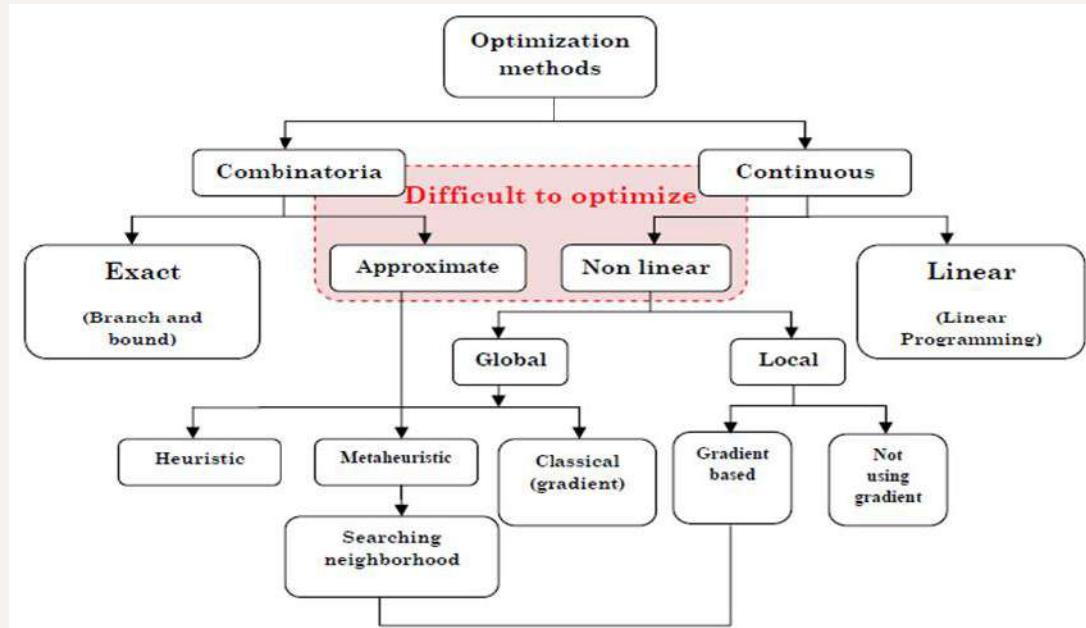
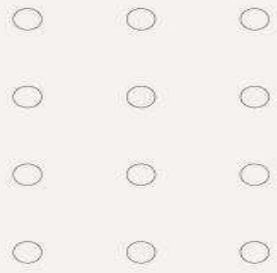
Cada modelo de investigación de operaciones involucrará parámetros y variables. Mientras que los parámetros son números que conocemos (o podemos determinar), pero que no están bajo nuestro control, las variables son números que no conocemos (pero nos gustaría saber) y que están bajo nuestra jurisdicción directa. Considere algunos ejemplos. La demanda estimada de un producto es un parámetro, mientras que el número de unidades que fabricamos es una variable.



- ○ ○
- ○ ○

En cuanto a las técnicas de solución, distinguimos entre técnicas de solución exactas y heurísticas. Una técnica exacta encontrará una solución que respete todas las restricciones incluidas en el modelo y optimice el objetivo especificado por el tomador de decisiones. Las soluciones obtenidas por métodos heurísticos o de aproximación suelen ser mucho más fáciles de encontrar, pero, como su nombre lo indica, no son necesariamente las mejores (ni siquiera muy buenas).

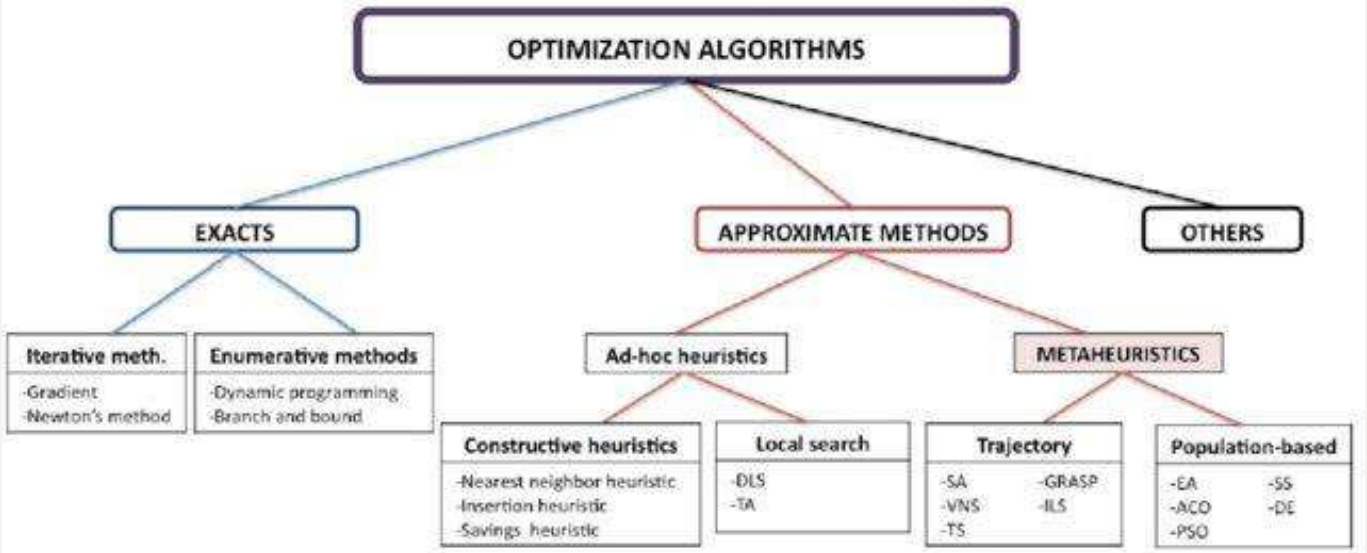
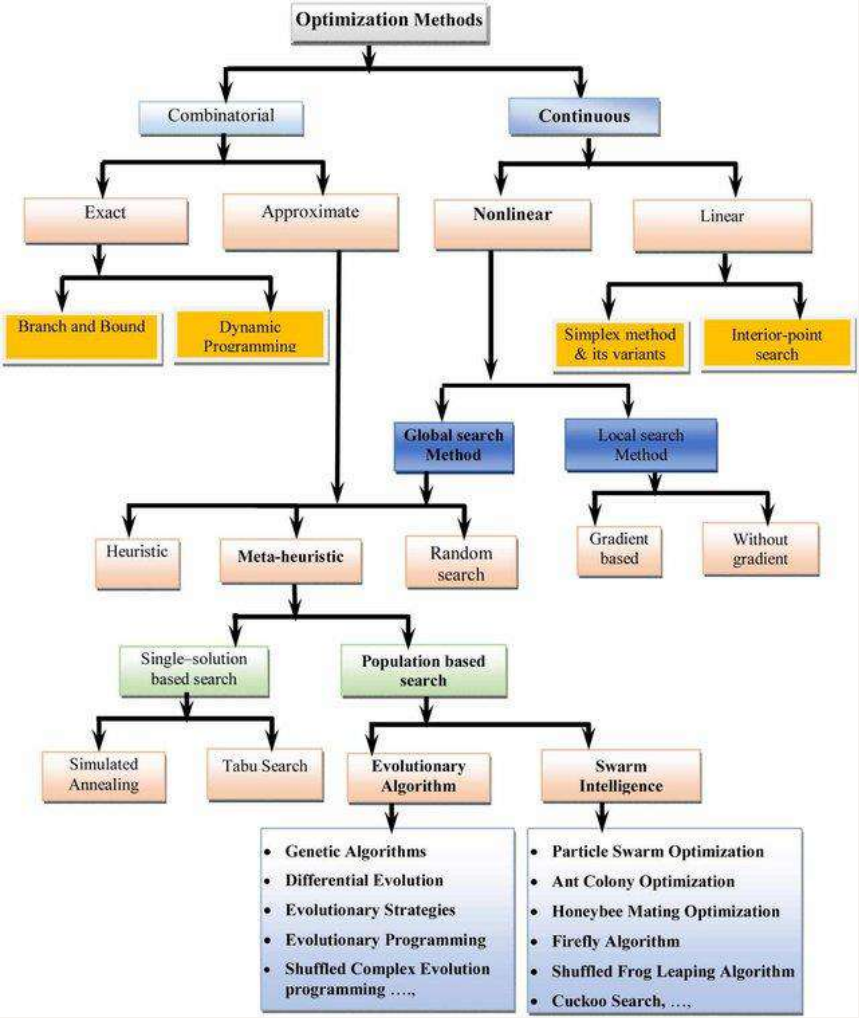




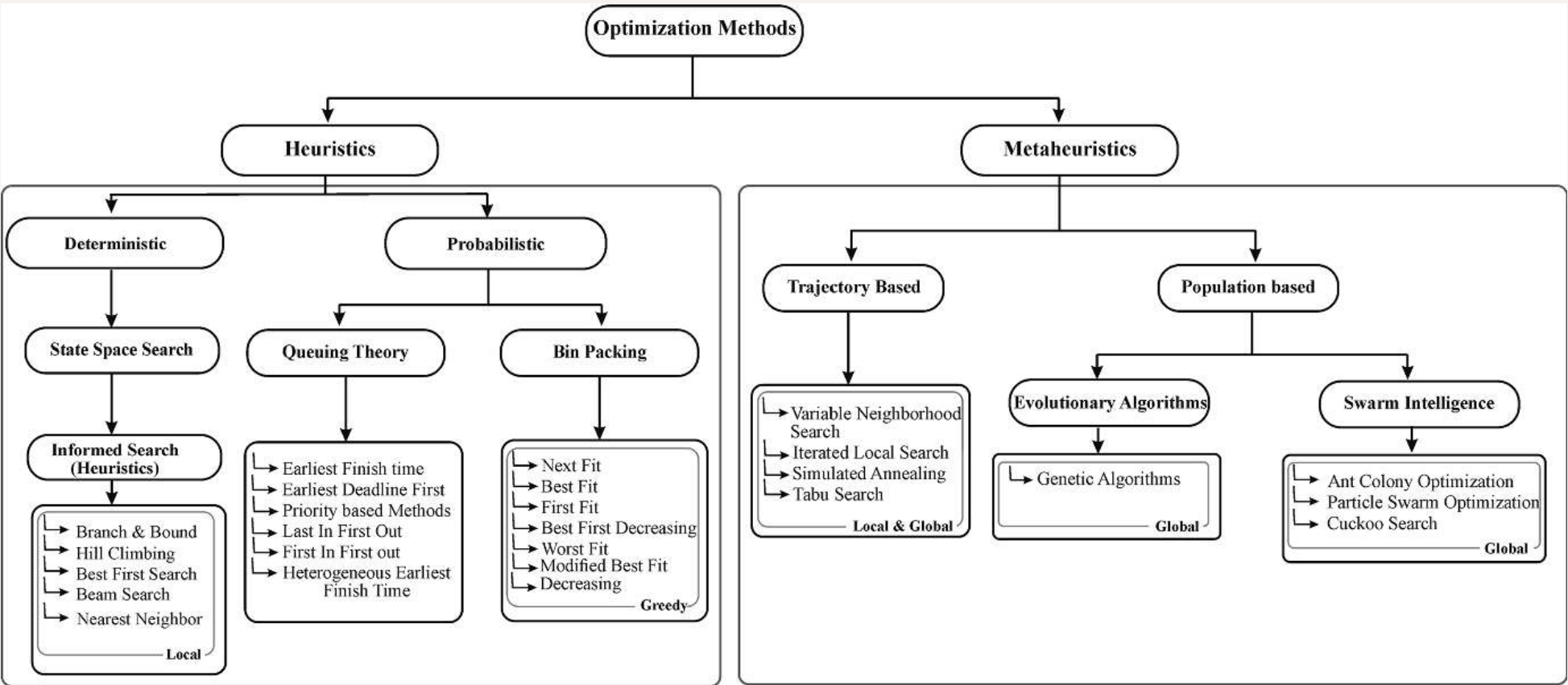
Las técnicas de solución vienen en dos versiones: son soluciones de forma cerrada o algoritmos iterativos. Una solución de forma cerrada es esencialmente una fórmula o un conjunto de fórmulas: ingresamos los parámetros y obtenemos valores para nuestras variables. Existen pocos modelos para los que existan soluciones de forma cerrada. La mayoría de los modelos requieren el uso de algoritmos iterativos.



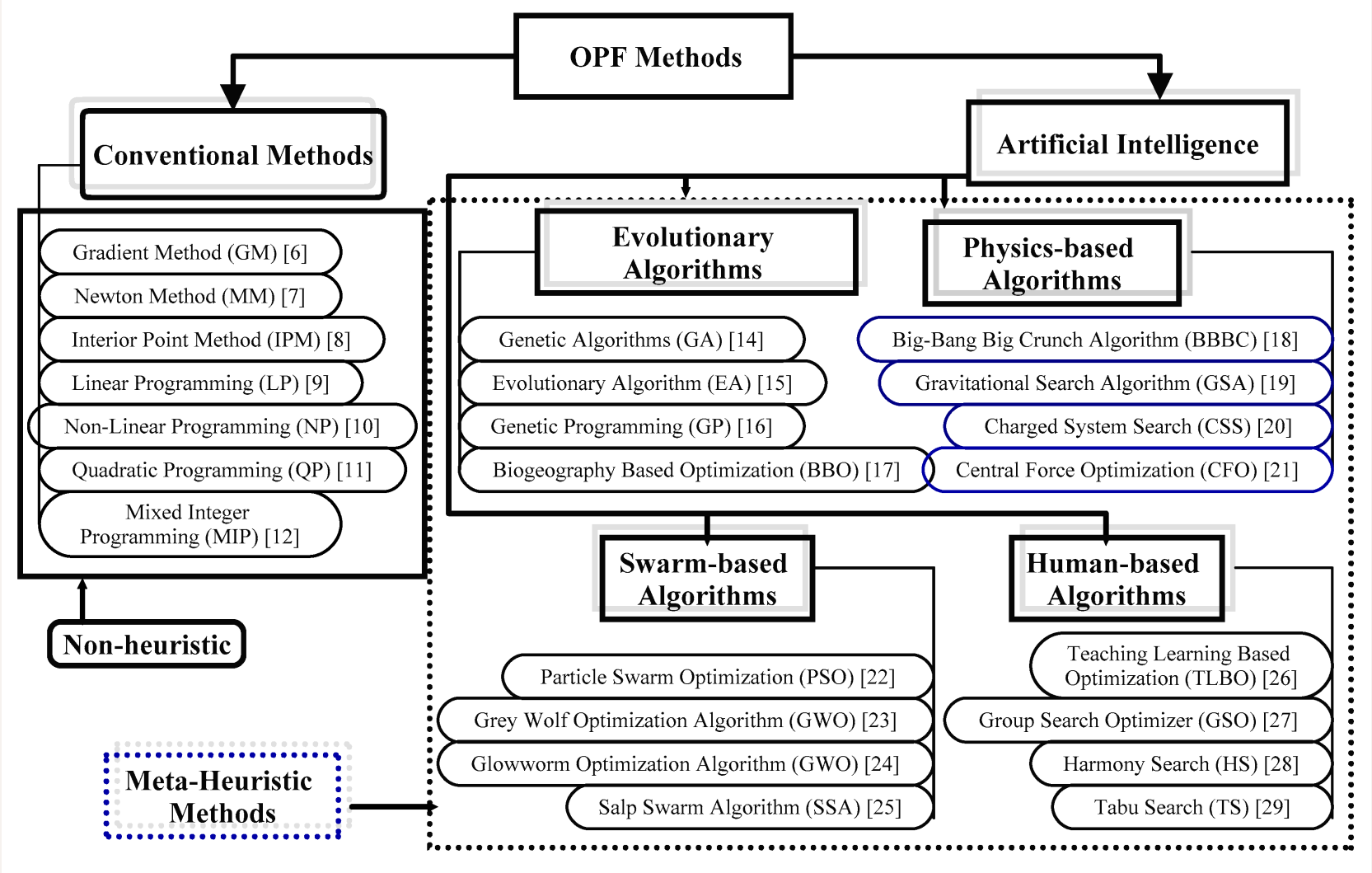
Algoritmos

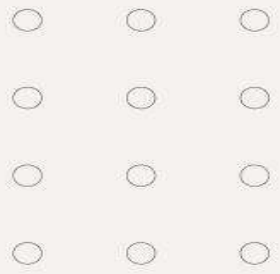


Algoritmos



Algoritmos



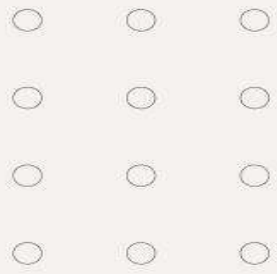


Solución de un Modelo Investigación de Operaciones

Es importante darse cuenta de que una solución es un conjunto de instrucciones. Por ejemplo, en la planeación de la producción, le dirá al tomador de decisiones que cantidades producir y en la planeación del transporte le dirá al despachador que camiones y que conductores despachar, dónde y con que cargas.

Asociado con cada solución hay un valor de la función objetivo, un valor que le dice al planificador cuánto dinero se ganará si se adopta cierto plan de producción, cuánto costará y cuáles son las consecuencias si programamos camiones y conductores en de cierta manera.





Conclusiones

Hay cuatro aspectos principales al aplicar cualquier modelo de investigación de operaciones, Estos son:

- Factibilidad (¿podemos hacer esto?).
- Optimalidad (¿es esto lo mejor que podemos hacer con lo que tenemos?).
- Sensibilidad (qué sucede, si algunos de los parámetros de entrada o condiciones fuera de nuestro control cambian).
- Implementabilidad (¿la solución que hemos obtenido es algo que realmente podemos hacer?).



Referencias

- Hillier, S. F. and Lieberman J. G. (2015). Introduction to Operations Research. (10th ed.). New York, USA. McGraw-Hill Education.
- Taha, A. H. (2017). Operations Research an Introduction. (10th ed.). USA. Pearson.
- Bhunia, K. A., Sahoo, L. and Shaikh, A. A. (2019). Advanced Optimization and Operations Research. Springer, Singapore.

LAEH[®]