

---

## *Heurísticas*

- Heurística proviene del griego Heuriskein que puede traducirse por hallar, descubrir, encontrar
- Arquímedes salió corriendo desnudo por la calle gritando Eureka (lo encontré), cuando descubrió el principio de flotación mientras estaba en el baño
- **Definición 1:** arte de inventar o descubrir hechos valiéndose de hipótesis o principios que, aun no siendo verdaderos, estimulan la investigación

Enciclopedia Salvat

- Primera interpretación:
  - reglas con las que la gente gestiona el conocimiento común
- Segunda interpretación:
  - procedimiento de resolución de problemas
- Tercera interpretación:
  - función que permite evaluar la bondad de un movimiento, estado, elemento o solución

## *Primera interpretación*

---

- Buscar un problema parecido que haya sido resuelto
- Determinar cuáles fueron la técnica empleada para su resolución y la solución obtenida
- Si es posible, usar la técnica y/o solución anteriores para resolver el problema original.

## Primera interpretación

### Ejemplo

---

$$\boxed{\int u \, dv = uv - \int v \, du}$$

$$\begin{aligned} \int 3x \cos x \, dx &= 3x \sin x - \int \sin x \, 3 \, dx = 3x \sin x - 3 \int \sin x \, dx = \\ &= 3x \sin x + 3 \cos x + C \end{aligned}$$

$$\boxed{\int u \, dv = uv - \int v \, du}$$

$$\begin{aligned} \int 4x \sin x \, dx &= -4x \cos x + \int \cos x \, 4 \, dx = -4x \cos x + 4 \int \cos x \, dx = \\ &= -4x \cos x + 4 \sin x + C \end{aligned}$$

## Segunda Interpretación

---

- [Un procedimiento] para resolver problemas por medio de un método intuitivo en el que la estructura del problema puede interpretarse y explotarse inteligentemente para obtener una solución razonable.

T. Nicholson

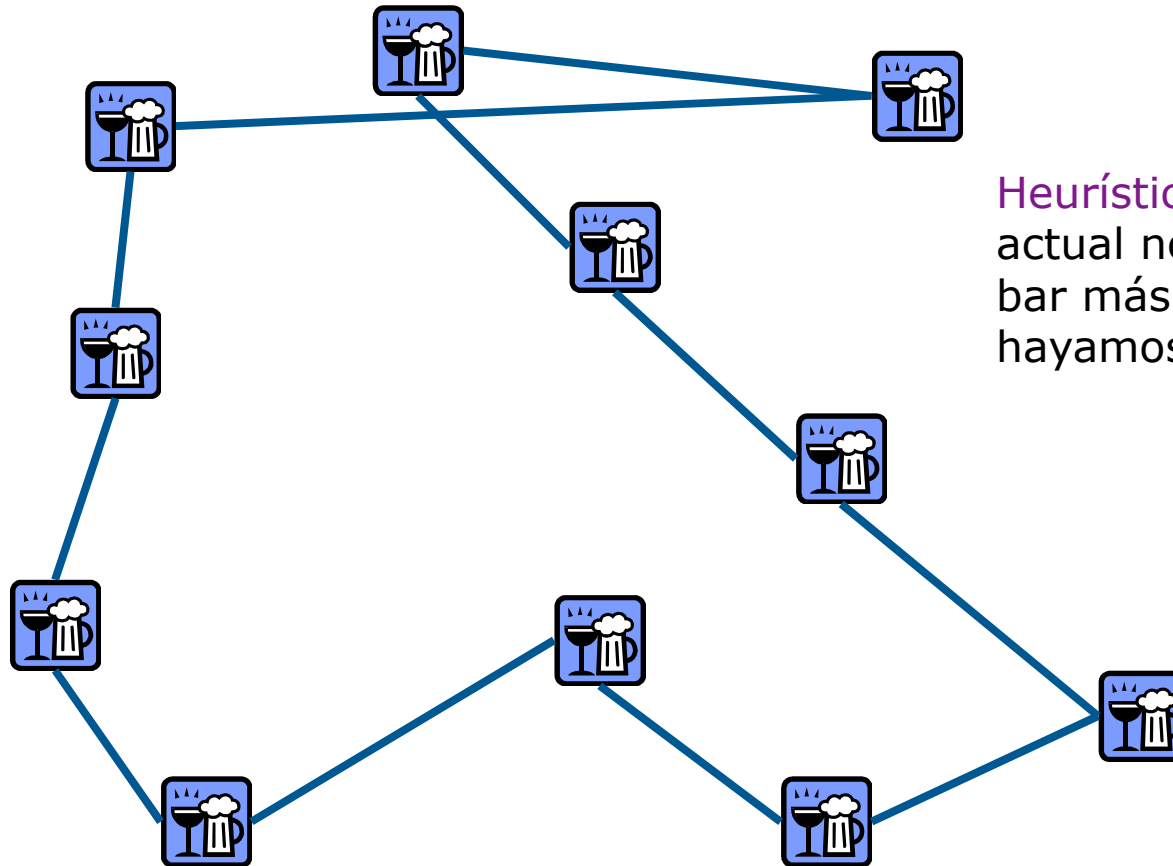
- En Investigación Operativa, el término heurístico normalmente se entiende en el sentido de un algoritmo iterativo que no converge hacia la solución (óptima o factible) del problema.

Heiner Müller-Merbach

- Un método heurístico (también llamado un algoritmo aproximado, un procedimiento inexacto, o, simplemente, una heurística) es un conjunto bien conocido de pasos para identificar rápidamente una solución de alta calidad para un problema dado.

Barr, Golden, Kelly, Resende, Stewart

## Segunda interpretación Ejemplo



- Una función heurística es una correspondencia entre las descripciones de estados del problema hacia alguna medida de deseabilidad, normalmente representada por números. Los aspectos del problema que se consideran, cómo se evalúan estos aspectos y los pesos que se dan a los aspectos individuales, se eligen de forma que el valor que la función da a un nodo en el proceso de búsqueda sea una estimación tan buena como sea posible para ver si ese nodo pertenece a la ruta que conduce a la solución.

Elaine Rich, Kevin Knight



## Tercera Interpretación Ejemplo

1	2	3
4	5	6
7	8	9

1	2	3
4	5	6
7	8	9

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Función heurística: número de filas, columnas o diagonales en las que se puede ganar

$$f_x(1) = 3$$

$$f_x(2) = 2$$

$$f_x(3) = 3$$

$$f_x(4) = 2$$

$$f_x(5) = 4$$

$$f_x(6) = 2$$

$$f_x(7) = 3$$

$$f_x(8) = 2$$

$$f_x(9) = 3$$

$$f_o(1) = 2$$

$$f_o(2) = 1$$

$$f_o(3) = 2$$

$$f_o(4) = 1$$

$$f_o(6) = 1$$

$$f_o(7) = 2$$

$$f_o(8) = 1$$

$$f_o(9) = 2$$

$$f_x(1) = 2$$

$$f_x(2) = 1$$

$$f_x(4) = 2$$

$$f_x(6) = 1$$

$$f_x(7) = 2$$

$$f_x(8) = 2$$

$$f_x(9) = 2$$

## *Las cosas suelen ser grises*

---

Algunos métodos de resolución de problemas emplean funciones heurísticas, para evaluar determinados movimientos o elementos. Además, las funciones heurísticas usadas intentan representar el conocimiento que emplean los expertos para resolver los problemas.

## *Heurísticas en Inteligencia Artificial*

---

*Heurístico* es el calificativo apropiado para las técnicas o procedimientos que, empleando conocimiento acerca de un problema, tratan de buscarle solución usando una cantidad de recursos razonable

Una **heurística** es una técnica que encuentra soluciones buenas (casi óptimas) con un coste computacional razonable, pero que no es capaz, en muchos casos, de garantizar ni la factibilidad, ni la optimalidad, ni establecer lo cerca de la optimalidad que está una solución factible particular.

Colin R. Reeves

## *Importancia de la Heurísticas (i)*

---

[La Inteligencia Artificial es] el estudio de técnicas de resolución de problemas exponenciales complicados en tiempo polinomial mediante el uso de conocimiento sobre el campo de aplicación del problema.

Elaine Rich, Kevin Knight

## *Importancia de la Heurísticas (ii)*

---

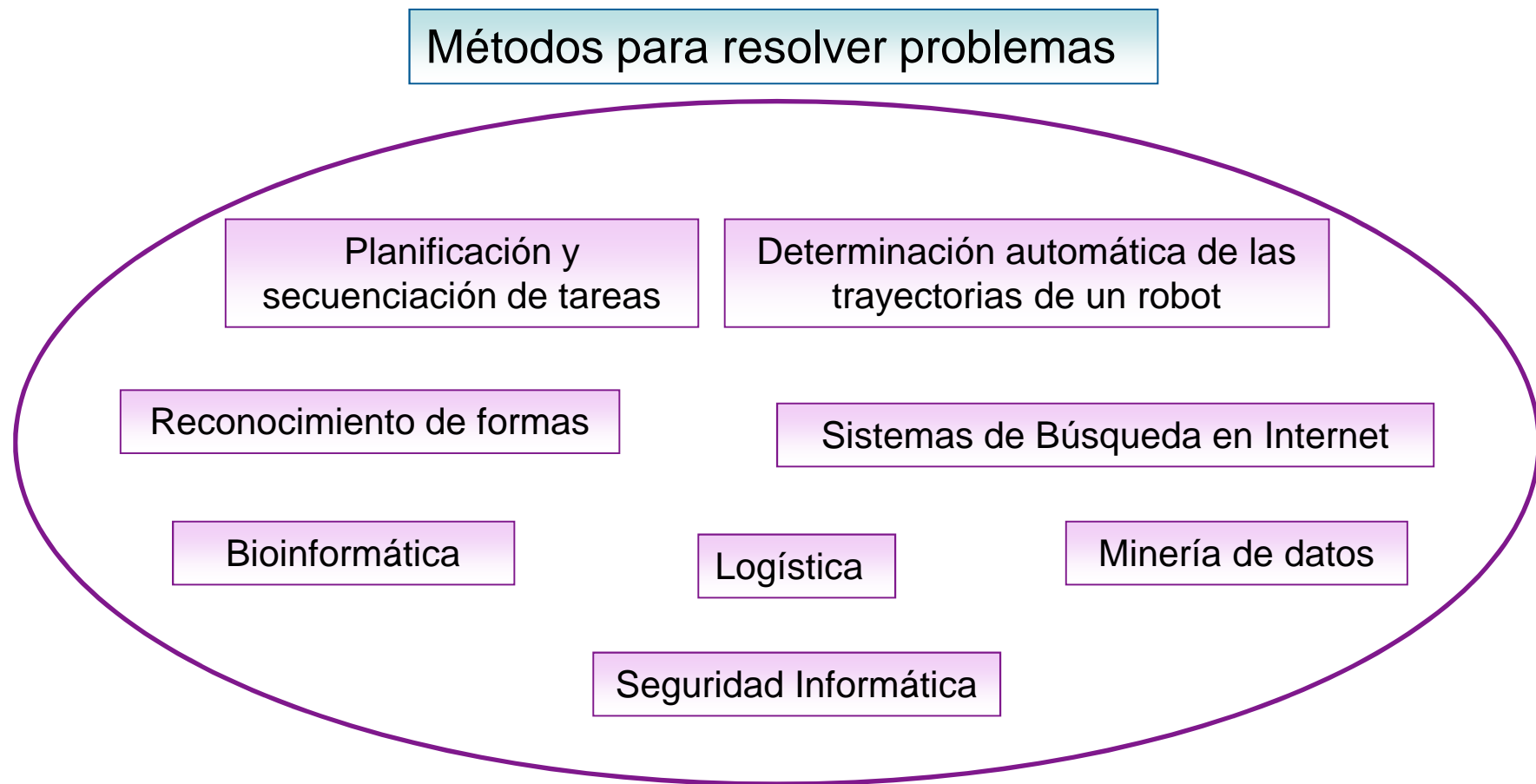
Cabe destacar el interés creciente por el estudio y aplicación de procedimientos heurísticos en Investigación Operativa, pasando de ser considerados pobres herramientas a instrumentos fundamentales y, en muchos casos, imprescindibles para la resolución práctica de un problema.

## *Importancia de la Heurísticas (iii)*

---

Las páginas siguientes son algo concisas, pero tan sencillas como fueron posibles, y se basan en un estudio amplio y serio de los métodos de solución. Este tipo de estudio, denominado heurístico, no es una moda actual sino que tiene un largo pasado y, quizás, algún futuro.

Polya





## *Sobre el uso de Heurísticas*

---

- ¿Por qué o cuándo usar heurísticas?
- ¿Cómo usar heurísticas?

## ¿Por qué o cuándo usar Heurísticas? (i)

---

- No se dispone de un procedimiento exacto para resolver el problema planteado.
- Se dispone de un procedimiento exacto, pero es ineficiente.
- Se desea aumentar la eficiencia de un procedimiento exacto.
- Se prefiere abordar, por medio de heurísticas, una representación más ajustada del problema planteado que una versión menos realista de tal problema que pueda resolverse de forma exacta

## *¿Por qué o cuándo usar Heurísticas? (ii)*

---

- No se poseen conocimientos específicos sobre el problema que permitan abordarlo de forma exacta.
- Se tiene que resolver repetidas veces un mismo problema, probablemente con datos distintos.
- Se quiere disponer de un procedimiento de solución que el decisor pueda comprender.

## ¿Cómo usar Heurísticas? (i)

---

*Las heurísticas deben usarse con cuidado y cautela; entendiendo sus capacidades y limitaciones. Sin enamorarse de ellas (una tendencia de muchos analistas hacia su criatura intelectual.)*

Zanakis y Evans

## ¿Cómo usar Heurísticas? (ii)

---

- Establecer medidas apropiadas para evaluar el comportamiento de las heurísticas.
- Resolver un número suficiente de problemas, tanto aleatorios como conocidos en la literatura, que permitan establecer la robustez del método heurístico propuesto.
- Emplear procedimientos estadísticos para deducir conclusiones significativas desde los resultados obtenidos.
- Realizar estudios teóricos que permitan comprender y analizar el comportamiento de las heurísticas

## *Propiedades deseables de una Heurística*

---

- Simples
- Robustas
- Generales
- Efectivas
- Eficientes
- Ser capaces de producir múltiples soluciones
- Interactivas
- Usar criterios de parada apropiados

## *Inconvenientes de una Heurística*

---

- Dependencia de la estructura del problema considerado
- Falta de habilidad para adaptarse a nuevas situaciones o modificaciones del problema de partida

- Métodos constructivos
  - G.R.A.S.P.
- Métodos de búsqueda
  - Búsquedas Locales
  - Búsquedas Multiarranque
  - Simulated Annealing
  - VNS
  - Scatter Search
- Métodos basados en el comportamiento de Sistemas Biológicos
  - Algoritmos Genéticos
  - Optimización basada en Colonias de Hormigas



## ¿Cómo medir el comportamiento?

---

- Cuando se plantea cualquier nuevo procedimiento para resolver un problema, el investigador está interesado en analizar el comportamiento del procedimiento propuesto y en comparar éste con otras técnicas exactas o heurísticas, conocidas o no, para resolver el mismo problema. Para ello, debe diseñar un experimento que le permita obtener datos fiables y no sesgados y, a partir de ellos, conclusiones sobre el comportamiento y rendimiento de la heurística diseñada.

- Diseñar el experimento.
- Ejecutar el experimento.
- Analizar los datos y extraer conclusiones.
- Mostrar los resultados.

- Un *diseño experimental* es un proceso que permite planificar adecuadamente un experimento para que de éste se puedan obtener datos fiables con los que deducir conclusiones objetivas y también fiables.

## *Diseñar el experimento (ii)*

### *Propiedades de un buen experimento*

---

- Insesgado, es decir, no guiado hacia alguna meta
- Debe mostrar el comportamiento del proceso
- Debe descubrir las razones del comportamiento
- Debe generar conclusiones soportables
- Debe ser reproducible

## *Diseñar el experimento (iii)*

---

- Al diseñar el experimento, se deben establecer los *objetivos* que se persiguen, elegir las *medidas* adecuadas y fijar que *factores* tener en cuenta y cuales no. Además, se deben elegir las unidades experimentales (en este caso, *problemas*) sobre los que obtener datos de las variables que se desean analizar.

- **Objetivo 1:** comparar alguna característica (eficiencia, eficacia, robustez, niveles de exploración y explotación, etc.) de la heurística frente a otros procedimientos
- **Objetivo 2:** estudiar tal característica sólo para la heurística propuesta.

- Calidad de la solución (efectividad)
- Esfuerzo computacional (eficiencia)
- Robustez

- Referidos al problema
  - tamaño y estructura
- Referidos a la heurística
  - parámetros de la misma,
  - solución inicial
  - reglas de parada
- Referidos a las condiciones en que se desarrolla el experimento
  - tipo de memoria del ordenador,
  - número de procesadores,
  - lenguaje de programación



## *Diseñar el experimento (vii)*

### *Problemas*

---

- Generados al azar
- Recopilados de aplicaciones reales prácticas
- Construidos artificialmente con alguna estructura particular que permita estudiar alguna característica del procedimiento

## *Ejecutar el experimento*

---

- El investigador debe asegurar que el entorno en el que se desarrolla el experimento es uniforme para todos los tratamientos y que los contrastes se desarrollan aleatoriamente.

## *Analizar los datos y extraer conclusiones*

---

- A partir de los datos recopilados por medio del experimento desarrollado, se extraen, por procedimientos estadísticos o no, una serie de conclusiones que pueden incluir implicaciones o recomendaciones.

## *Analizar los datos y extraer conclusiones*

---

- El informe sobre la experiencia realizada debe permitir que el experimento sea *reproducible* y, por tanto, debe *especificar* todos los datos que permitan desarrollar la experiencia computacional en las mismas condiciones.