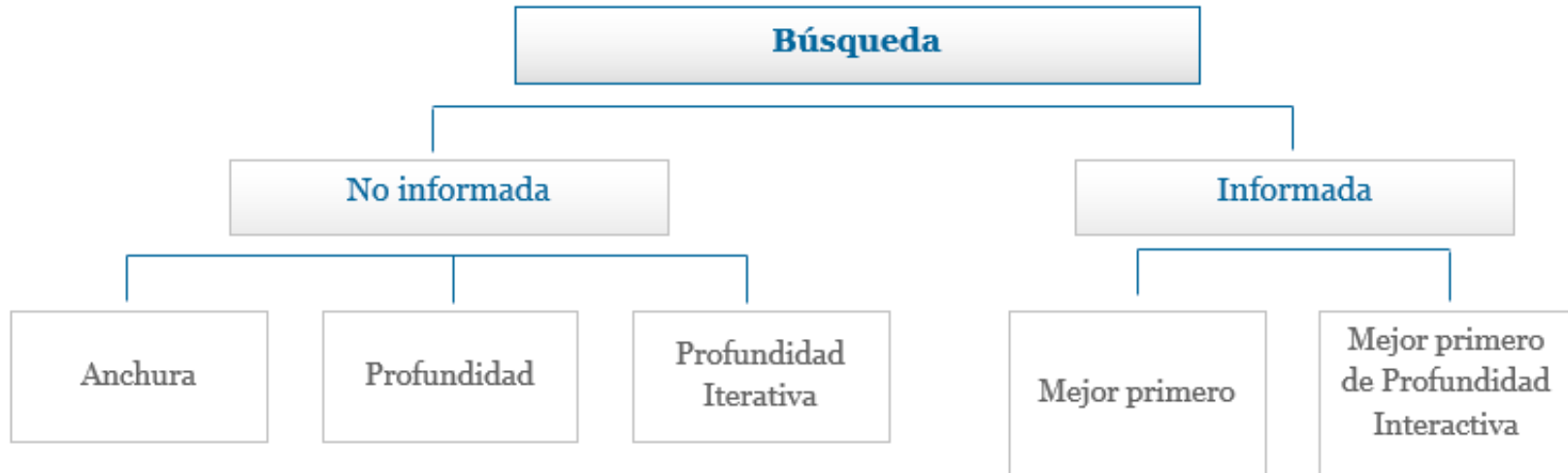


# Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento

Elena Verdú Pérez

## Búsqueda (continuación)

# ¿Cómo estudiar este tema?



» TEMA 2. BÚSQUEDA

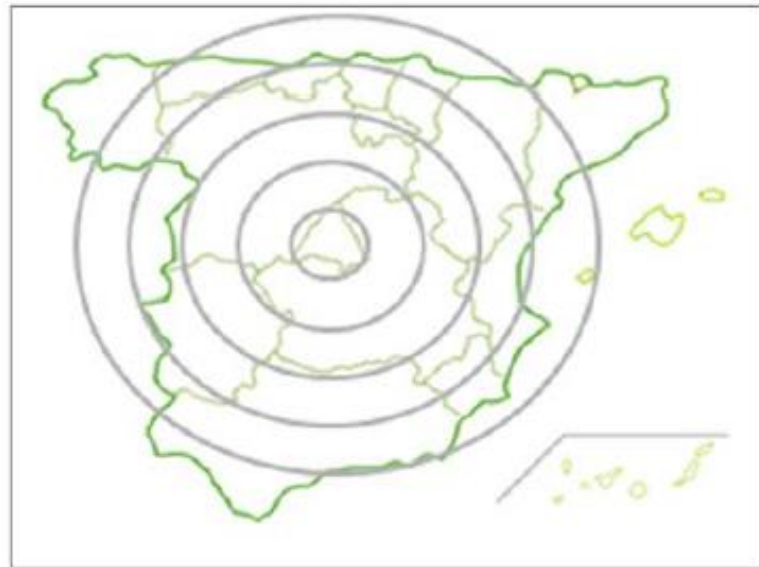
[ Esquema Tema ]

IDEAS CLAVE	LO + RECOMENDADO	+ INFORMACIÓN	TEST
<p>¿Cómo estudiar este tema?</p> <p>Conceptos comunes de búsqueda</p> <p>Búsqueda no informada</p> <p>Búsqueda informada</p>	<p><b>Lecciones magistrales</b></p> <p><b>TV</b> Búsqueda informada y no informada</p> <p><b>No dejes de leer...</b></p> <p>Transparencias elaboradas por Pedro Meseguer</p> <p><b>No dejes de ver...</b></p> <p><b>TV</b> Resolviendo un problema de encontrar caminos en retículas con A*</p>	<p><b>A fondo</b></p> <p>Heuristic Search</p> <p>Búsqueda Heurística en OpenCourseWare</p> <p>Encontrar caminos en juegos</p> <p><b>Bibliografía</b></p> <p><b>Recursos externos</b></p> <p>AIMA</p>	

# Búsqueda informada

**Recordamos:** Atacar un problema como un problema de búsqueda consiste en modelarlo de tal manera que la solución se corresponda con un camino que nos lleve desde el estado inicial hasta un estado meta.

Problema de ir de Madrid  
a Barcelona



# Búsqueda informada

- También llamada búsqueda heurística
- Se aplica información del dominio del problema y del estado para encontrar la solución → información heurística
- Se aplica una regla de simplificación que limita la búsqueda de soluciones midiendo la proximidad de los nodos al objetivo → heurístico
- El objetivo es reducir el número de nodos examinados
- La efectividad depende del heurístico seleccionado

# Búsqueda informada

Utiliza una **Función heurística** para evaluar cómo de prometedor es un nodo.

- Método basado en la experiencia
- Permite encontrar buenas soluciones en tiempo factible

Dado un estado  $s$ , su valor heurístico se suele definir como la función  $h(s)$ .

**FUNCIÓN DE EVALUACIÓN DE UN ESTADO**  $f(s)$ : *determina su idoneidad*

$$f(s) = \alpha \cdot g(s) + \beta \cdot h(s)$$

$g(s)$ : *coste desde el estado de partida hasta el estado  $s$*

$h(s)$ : *valor heurístico del estado  $s$*

$\alpha$  y  $\beta$  *son pesos*

# Búsqueda informada

**Una heurística es *admisibile*** si nunca sobreestima el coste al estado meta más próximo para todos los estados del problema

**Una heurística es *consistente*** si el valor de la función de evaluación de un hijo  $f(s')$  nunca es menor que el del padre. Esto es:

$$f(s) \leq f(s')$$

$$g(s) + h(s) \leq g(s') + h(s')$$

$$g(s) + h(s) \leq g(s) + c(s, s') + h(s')$$

$$h(s) \leq c(s, s') + h(s')$$

*El valor heurístico del padre  $h(s)$  es menor o igual que el valor heurístico del hijo  $h(s') +$  el coste de llegar del padre al hijo.*

# Búsqueda informada

## Ejemplo: problema del puzzle 8

- $h_1$ : número de fichas mal colocadas.
- $h_2$ : suma de las distancias Manhattan de las fichas mal colocadas

1	2	3
8		4
7	6	5

Estado objetivo



2	8	3
1		4
7	6	5

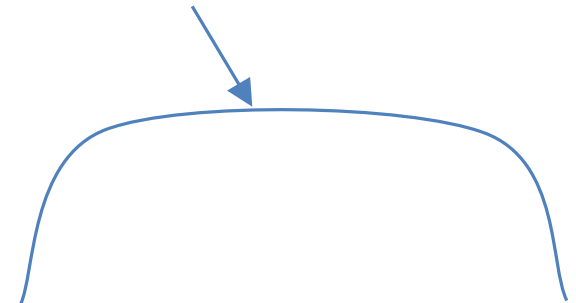
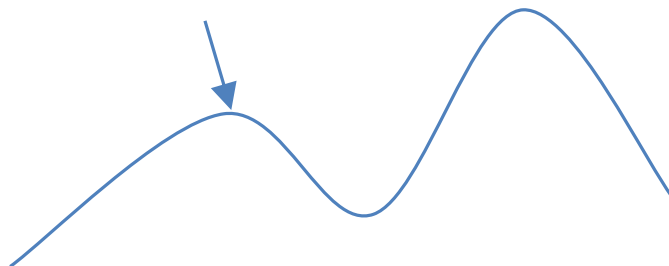
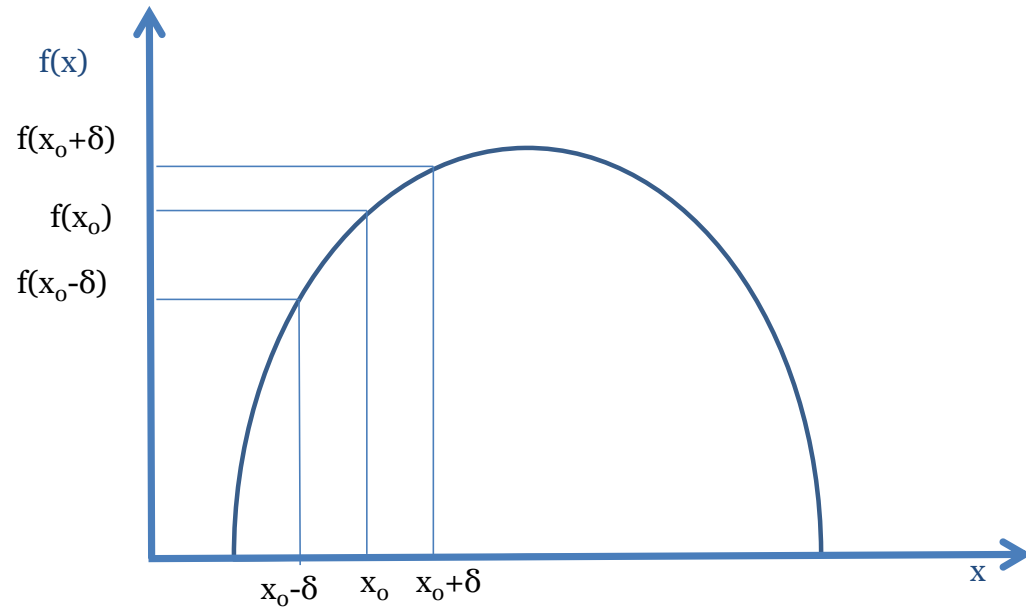
Estado inicial

	$h_1$	$h_2$									
<table><tr><td>2</td><td>8</td><td>3</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td>4</td></tr><tr><td>7</td><td></td><td>5</td></tr></table>	2	8	3	1	6	4	7		5	4	5
2	8	3									
1	6	4									
7		5									
<table><tr><td>2</td><td></td><td>3</td></tr><tr><td>1</td><td>8</td><td>4</td></tr><tr><td>7</td><td>6</td><td>5</td></tr></table>	2		3	1	8	4	7	6	5	3	3
2		3									
1	8	4									
7	6	5									
<table><tr><td>2</td><td>8</td><td>3</td></tr><tr><td></td><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>7</td><td>6</td><td>5</td></tr></table>	2	8	3		1	4	7	6	5	3	5
2	8	3									
	1	4									
7	6	5									

# Búsqueda informada

## Algoritmos de escalada

- El proceso es como la escalada a una montaña
- Se consideran todos los posibles movimientos a partir del estado actual y se elige como nuevo estado el más favorable, si lo hay
- Puede haber problemas de mesetas y máximos locales





# Búsqueda informada. Algoritmos de primero el mejor

La lista abierta se ordena según el valor de la función de evaluación  $f(s)$ , eligiendo en cada paso el nodo con menor valor  $f(s)$ .

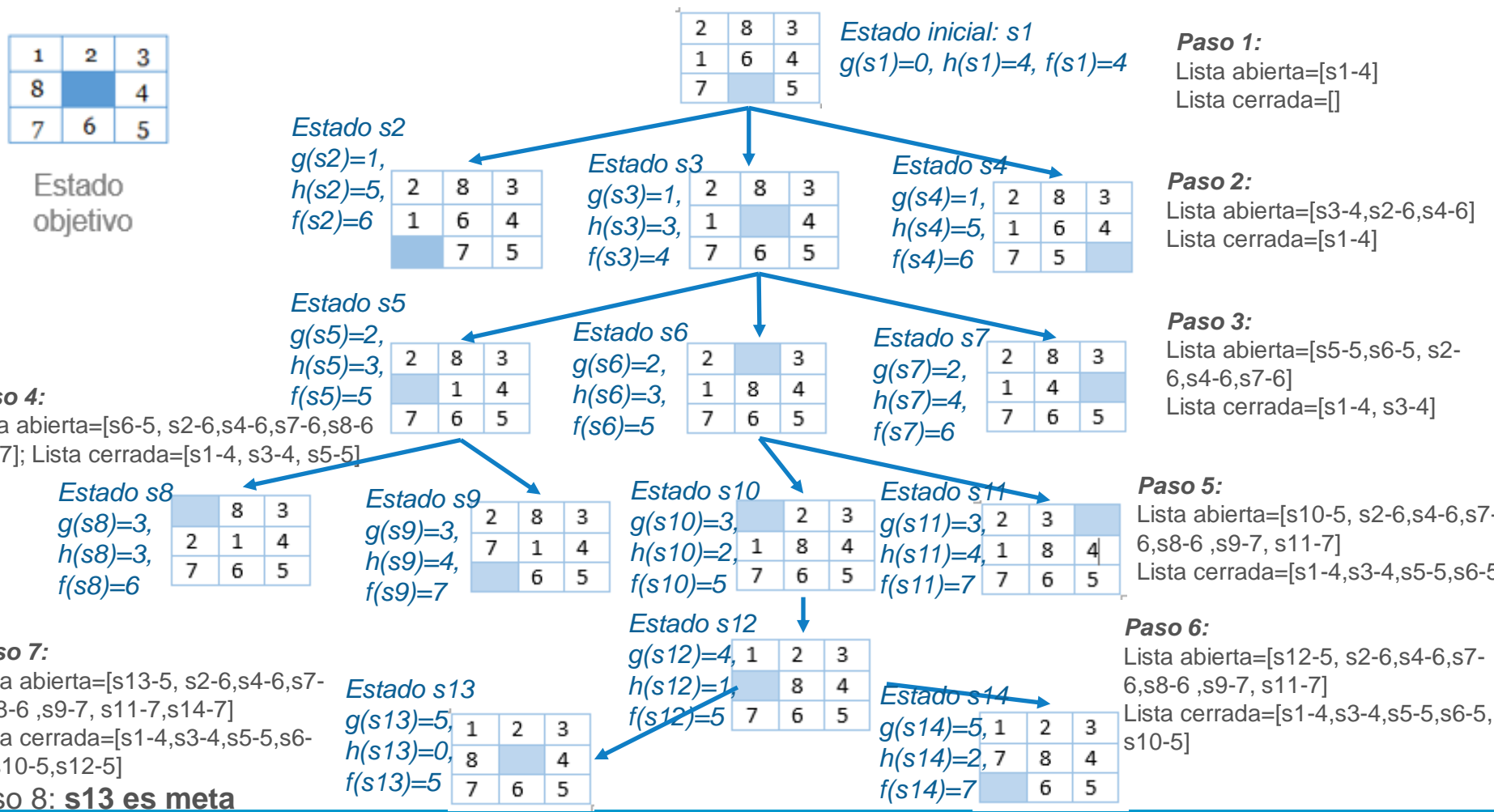
1. Crear lista ABIERTA con I como estado inicial.
2. ÉXITO  $\leftarrow$  Falso.
3. Mientras ABIERTA no esté vacía  $\vee$  ÉXITO = Falso.  
    Quitar de ABIERTA el nodo N de menor  $f(N)$ .  
    Si N es nodo meta.  
        Entonces ÉXITO  $\leftarrow$  Verdadero.  
    Si no  
        Entonces Almacenar N en CERRADA.  
        Si N no está duplicado Y tiene sucesores.  
            Entonces Generar los sucesores de N.  
            Crear punteros desde los sucesores hacia N.  
            Añadir los sucesores ordenados por  $f$  en ABIERTA.
4. Si ÉXITO  
    Entonces devolver el camino inverso de N a I.  
    Si no, devolver fracaso.

ALGORITMO  
COMPLETO

Complejidad  
espacial y  
temporal es  
 $O(b^d)$

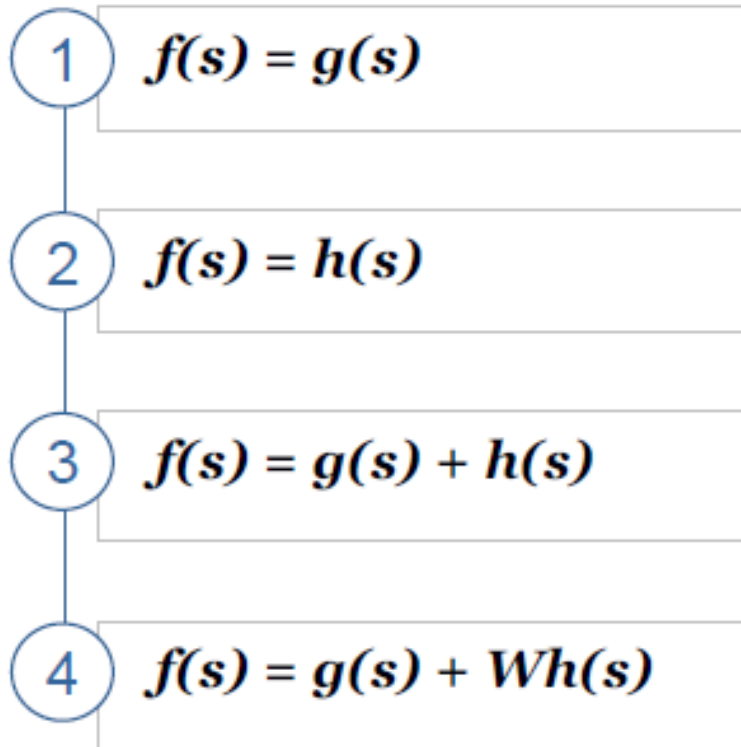
# Búsqueda informada. Algoritmos de primero el mejor

**EJEMPLO:** problema del puzzle con heurística el número de fichas mal colocadas  
El coste de cada movimiento es 1.



# Búsqueda informada. Algoritmos de primero el mejor

Principales casos:



Búsqueda en anchura con costes

Búsqueda avariciosa o voraz

Algoritmo A\*

Algoritmo A\* ponderado

## Desafío 1 Juego Competencia

Contesta brevemente (no más de 150 palabras) a las siguientes cuestiones: ¿Qué diferencia hay entre la búsqueda no informada y la búsqueda informada? ¿Qué función determina la idoneidad de un estado en búsqueda informada? Sin utilizar una fórmula, describe de qué dos elementos depende esta función.

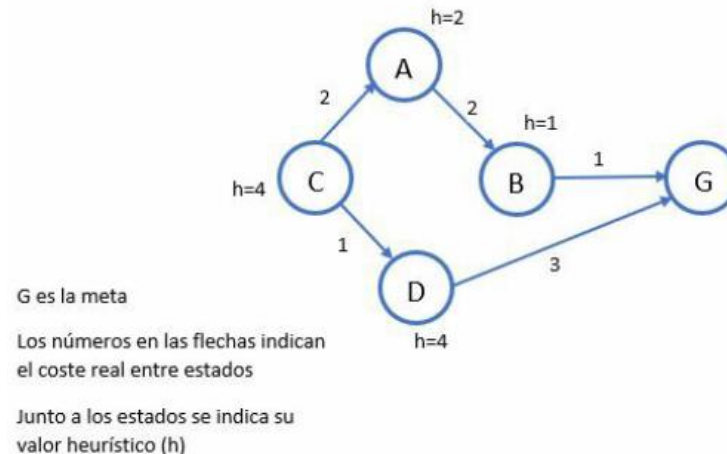
En la búsqueda no informada no se aprovecha la información de los estados durante la búsqueda, por lo que la estrategia de expansión no discrimina entre estados que puedan ser más o menos prometedores. Sin embargo, en la búsqueda informada se utiliza una función heurística dependiente del estado que se usa para evaluar cómo de prometedor es un nodo. La función de evaluación de un estado es la que determina la idoneidad de un estado y depende del valor de la función heurística y del coste real desde el nodo inicial al nodo que se está evaluando.

Formulario con los desafíos:

<https://forms.office.com/r/TLW3f8MWGK>

**Desafío 4:** Referente al tema 3, contesta brevemente (no más de 100 palabras) a las siguientes cuestiones ¿Qué es la forma normal conjuntiva? ¿en qué tipo de problemas se puede utilizar? ¿en qué consisten estos problemas?

**Desafío 5:** La figura muestra un árbol de búsqueda parcial de un problema dado. Justifica si la heurística que se visualiza en la figura es admisible o no. ¿Hay garantía de que la solución sea óptima si se aplica A\* para encontrar el camino desde un estado inicial hasta la meta? ¿y si se aplica búsqueda avariciosa?



**Desafío 6:** Dado el siguiente mapa de carreteras, en el que los caminos entre cada dos ciudades están etiquetados con sus distancias en kilómetros por carretera:



Aplica el algoritmo A\* para encontrar la ruta que ha de recorrer un camión que debe llevar mercancía desde Santander hasta Barcelona. Puedes utilizar como función heurística la distancia aérea de cada ciudad a Barcelona, teniendo en cuenta el siguiente cuadro de distancias aéreas estimadas:

	Bilbao	Logroño	Madrid	Palencia	Santander	Valencia	Zaragoza
Barcelona	502	400	550	580	605	303	275

En tu respuesta debes incluir:

- El contenido de las listas abierta y cerrada en cada iteración. En las listas se debe incluir el nombre de los nodos y el valor de la función de evaluación. Por ejemplo, en la primera iteración el contenido de la lista cerrada sería: LC=[Santander-605]
- La ruta encontrada y su coste real.

# ¿Dudas?



¡Muchas gracias por vuestra atención!

¡Feliz y provechosa semana!







[www.unir.net](http://www.unir.net)