

Escuela Politécnica Superior  
Grado en Ingeniería Informática

# Práctica 2

Inteligencia Artificial

Prof. Dra. Clara Matutano Molina

Prof. Dr. Christian Velasco Gallego

**Sara Marcos Cornejo**



UNIVERSIDAD  
NEBRIJA

## Nota:

---

- La resolución de los ejercicios se debe justificar. En el caso de que no se justifique el ejercicio se puntuará con un 0.
- La resolución de los ejercicios se debe realizar según los conceptos aprendidos hasta el momento.
- La resolución de la práctica se deberá entregar vía campus virtual antes de la finalización de la práctica.
- La grabación a través de Blackboard del desarrollo de la práctica será obligatoria. Si no se lleva a cabo la grabación únicamente se podrá obtener una nota máxima de 5.
- Durante la realización de la práctica únicamente se pueden consultar los materiales de la asignatura.

## Ejercicio 1 (30%)

---

Se pide modelizar el siguiente problema:

Se tiene una cuadrícula de cuadrados de 9x9. Cada cuadrado de la cuadrícula puede ser o bien de color verde o bien de color amarillo. Inicialmente, la cuadrícula es de color amarillo, aunque se puede cambiar el color de cualquier cuadrado un número ilimitado de veces. La cuadrícula de cuadrados se divide en subcuadrículas de 3x3. Cada subcuadrícula debe ser de un único color; las subcuadrículas vecinas deben ser de diferentes colores.

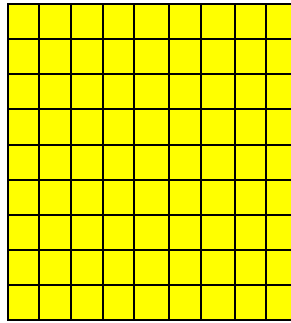
La modelización del sistema tiene 3 fases:

- 1) Modelización del entorno en el que se mueve el sistema**
- 2) Modelización de las acciones del sistema**
- 3) Definición del problema.**

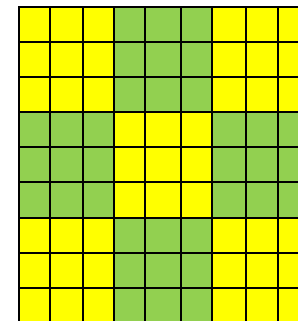
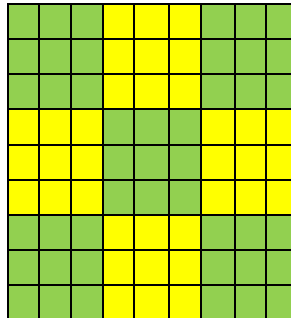
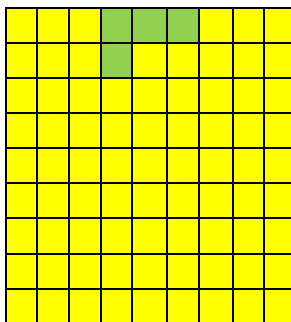
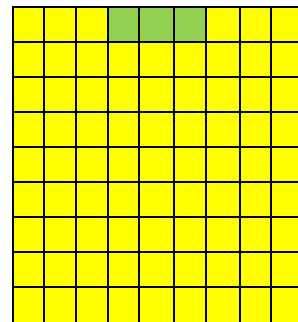
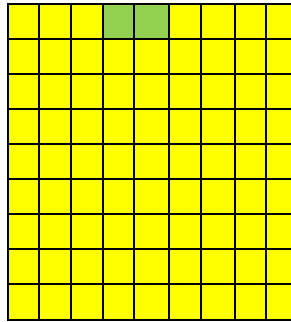
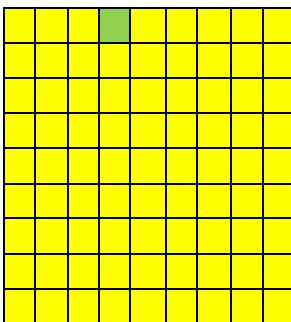
- 1) Modelización del entorno en el que se mueve el sistema.** En primer lugar, se necesita conocer el entorno en el que va a trabajar el sistema. Se debe conocer cuáles son los estados posibles con los que trabajará un sistema y cómo representar (implementar) dicho estado.

Para este ejercicio se va a trabajar en una cuadrícula, que sería **el entorno** de trabajo.

El **estado inicial** es el siguiente: (ya que se especifica que inicialmente la cuadrícula es de color amarillo).



También tendrá un **conjunto de estados**. (Representación de todos los estados posibles que nos podemos encontrar). Para este caso se darían muchos estados; algunos de ellos serían:



válido

válido

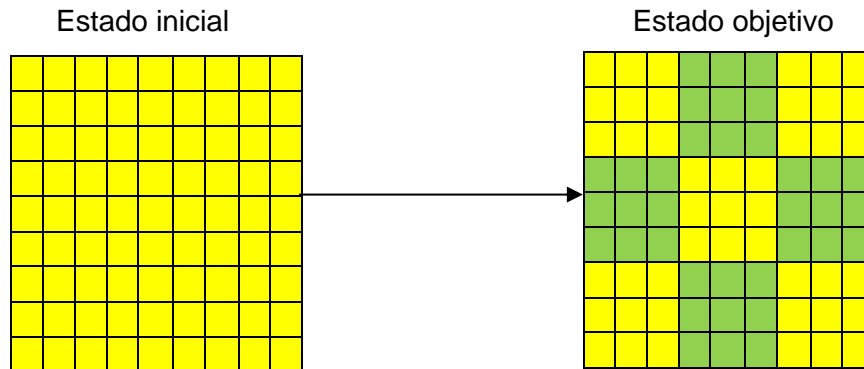
Nota: Cabe destacar que los anteriores estados son estados posibles, no estados válidos; La definición de un problema lleva implícitas una serie de restricciones que los diferencia. Los dos estados válidos para este ejercicio serían los dos últimos estados dibujados.

2) **Modelización de las acciones del sistema.** El sistema actúa en su entorno a través de un conjunto de acciones. Para determinar el camino que nos lleva a la solución es necesario conocer cuál es el conjunto de acciones que el sistema puede realizar

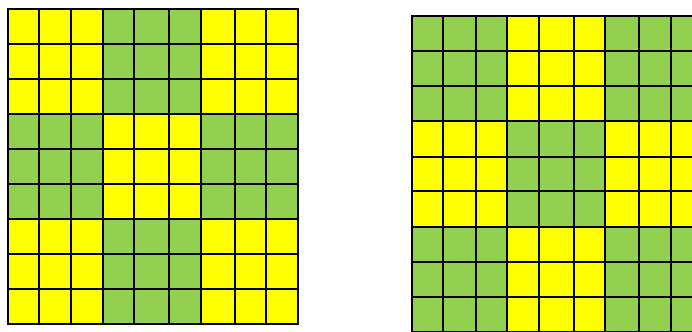
- **Las acciones** posibles a realizar serían:
  - cambiar el color de un cuadrado a verde
  - cambiar el color de un cuadrado a amarillo.
- El **conjunto de estados** sería la combinación de todos los estados posibles por lo que puede pasar la cuadrícula
- **Los operadores** son los que permiten aplicar las acciones. Podrán realizar más de una acción diferente. Sería el cambiar el color de un cuadrado verde a amarillo o de un cuadrado amarillo a verde, modificando el estado actual de la cuadrícula.
- **Factor de ramificación.** Número de acciones que se pueden aplicar. Para este caso sería de  $2^x$ ; siendo  $x$  el número de cuadrados que hay en la cuadrícula, aunque hay que considerar que no todos los estados son válidos.

## 3) Definición del problema:

Para realizar esta fase se debe tener en cuenta el estado inicial y el estado al que queremos llegar:



En este caso, el estado inicial sería la cuadrícula con los cuadrados amarillos y la función objetivo permitirá comprobar que se ha alcanzado uno de los estados objetivos, que o bien puede ser uno de los dos siguientes estados:



Las funciones objetivo comprueban la satisfacción de los requerimientos exigidos en un estado solución, siendo en este caso que cada subcuadrícula debe ser de un único color y las subcuadrículas vecinas deben ser de diferentes colores. Como se puede observar, los dos estados válidos cumplen las condiciones.

## Ejercicio 2 (70%)

En esta práctica se analizará el juego matemático **Torres de Hanói**. Este rompecabezas fue inventado por el matemático Édouard Lucas en 1883. El juego consiste en un número de discos,  $N$ , perforados que tenemos que situar en uno de los tres postes ( $p_1$ ,  $p_2$  y  $p_3$ ). Los discos se deben situar en orden creciente, es decir, el de mayor radio se situará debajo y el de menor radio se situará arriba. Tenemos un total de 4 discos ( $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ,  $d_4$ ) situados en el poste 2. El objetivo del juego es trasladar todos los discos al poste 1.

## Reglas del juego

- En cada movimiento se desplaza un único disco.
- Únicamente podemos desplazar un disco o bien a un poste vacío o bien a un poste en el que el disco superior sea de radio superior al disco que queremos desplazar.

En base a la información proporcionada se debe formalizar el problema planteado en este juego y contestar a las siguientes preguntas:

1. **¿Qué información habrá en cada estado? ¿Cuántos estados posibles habrá en el grafo de estados? ¿Todos los estados son accesibles desde el estado inicial dado?**

Para cada estado se deberá incluir una lista de los tres postes en los cuales se incluiría como se han establecido los discos en un orden descendente.

El número de estados posibles sería de:  $3^{\text{postes}} \cdot 4^{\text{discos}} = 81$  posibles estados.

No todos los estados son accesibles desde el estado inicial dado, ya que la restricción de que los discos se deben situar en orden creciente no se cumple en todos los casos.

2. **¿Cuántos operadores tendremos? ¿Cuáles serán estos operadores? ¿Cómo relacionan los operadores los estados definidos?**

Los operadores serán 6 (uno para cada par de postes). De esta forma:

P1-P2, P1-P3, P2-P1, P2-P3, P3-P1, P3-P2.

Los operadores mueven el disco superior de un poste a otro, siempre que el disco que se va a mover sea más pequeño que el disco superior del poste de destino, y se relacionan entre sí para generar nuevos estados a partir del estado actual.

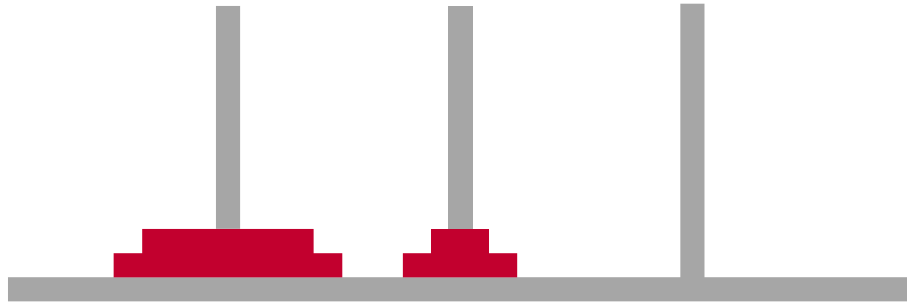
3. **¿Cuál es el estado inicial? ¿Cuál es el estado objetivo?**

El estado inicial sería: [ [], [d1, d2, d3, d4], [] ]

Y el estado objetivo sería: [ [d1, d2, d3, d4], [], [] ]

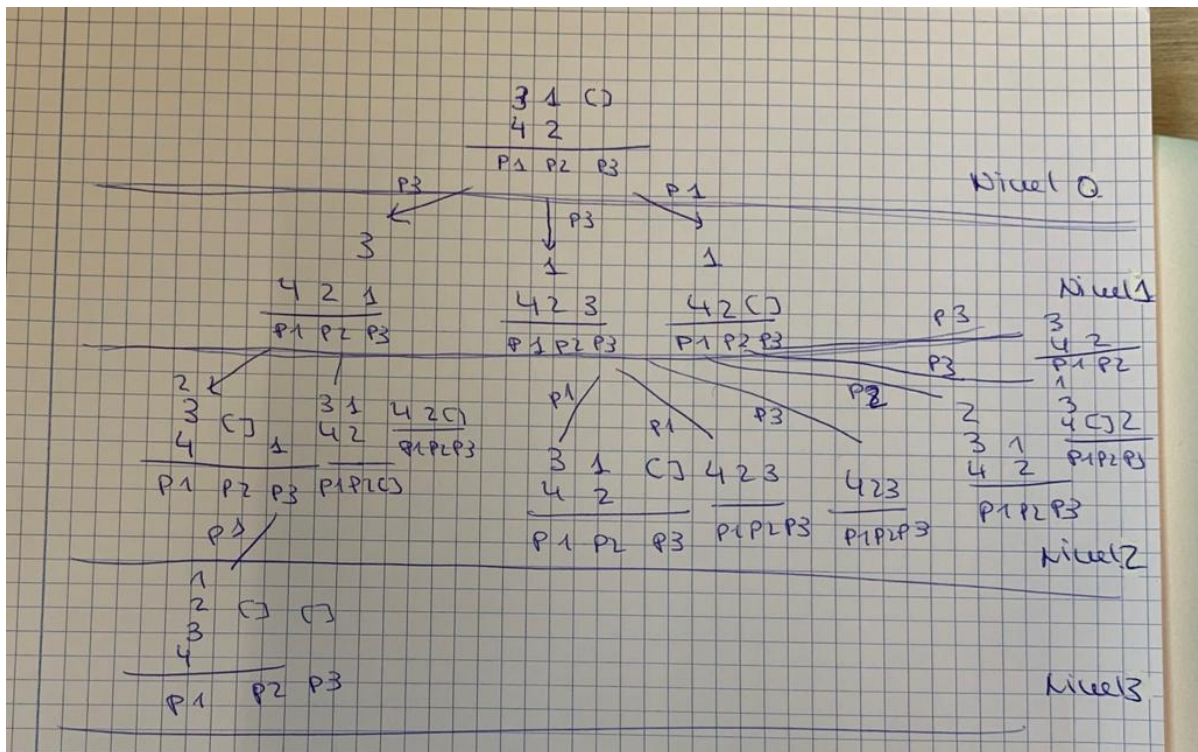
(Siendo d4 el disco más grande y el que más abajo está y d1 el disco más pequeño y el superior).

Con el fin de simplificar la búsqueda, a partir de ahora se considerará como estado inicial el siguiente:

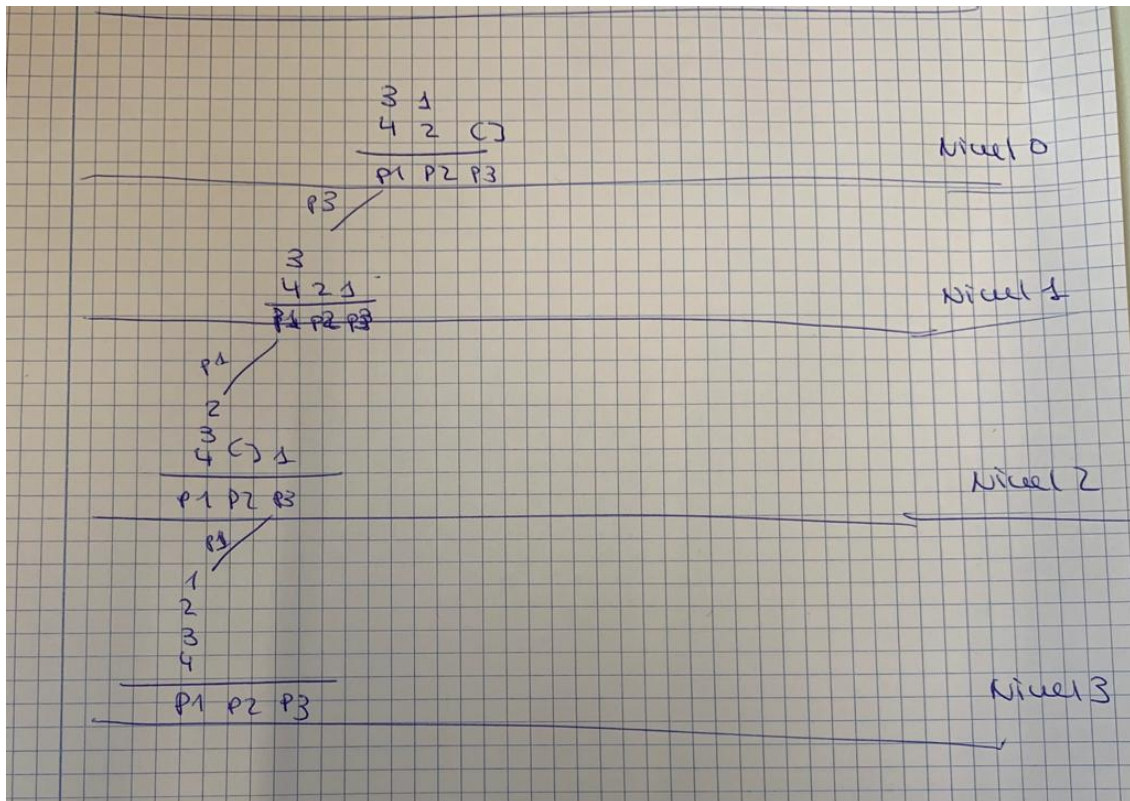


A continuación, se debe aplicar el algoritmo de **búsqueda en anchura** y **búsqueda en profundidad**. Se debe mostrar los árboles resultantes e indicar los nodos expandidos, los nodos solución y los nodos pendientes de expandir. Además, se debe responder a las siguientes preguntas para ambas búsquedas:

**Búsqueda en anchura:**



## Búsqueda en profundidad



**4. ¿En qué orden se han aplicado los operadores sobre cada nodo?**

El orden aplicado ha sido del menor poste al mayor, teniendo en cuenta las restricciones ya que algunas opciones de cambio de poste no eran posibles.

**5. ¿Se puede estar seguro de que la situación encontrada es la más corta posible?**

Si es en profundidad no, ya que no se tiene el árbol completo

**6. ¿Cuántos nodos se han generado? ¿Qué se ha hecho con los repetidos?**

Se han generado 4 nodos para profundidad y 14 para anchura.

**7. ¿Cuál ha estado la profundidad máxima a la que se ha llegado?**

La profundidad máxima para ambos árboles ha sido de 4 niveles (0, 1, 2 y 3)

