



Lázaro Martínez Abraham Josué

## Evaluación final

### Solución del cubo de Rubik

Esta actividad te permitirá emplear los conocimientos adquiridos en el curso, por lo cual deberás realizar un estudio comparativo de los recursos computacionales consumidos para tres algoritmos distintos en la solución del cubo de Rubik.

#### Instrucciones:

1. Determina cuál es el mejor algoritmo para resolver el cubo a una profundidad menor o igual a 10. Utiliza los cuatro criterios vistos en el curso: Memoria, Tiempo, Calidad de la solución y Completez. El estudio debe incluir gráficas de tiempo y memoria consumida por cada algoritmo (iteraciones, tamaño de las estructuras de datos)

#### 1.1 Selecciona 3 algoritmos a utilizar

1. A estrella
2. IDA estrella
3. bidireccional

#### 1.2 Justifica tu elección (50 palabras)

Escogí estos algoritmos dado que los algoritmos de búsqueda informada son buenos para trabajar en espacios de estados grandes como lo es el del cubo Rubik. Es impresionante como aún con una buena heurística estos algoritmos con tan solo 10 movimientos, llegan a tardar una cantidad de tiempo considerable. Por otro lado, tengo la idea de ocupar el algoritmo bidireccional, pues es prácticamente lo que hacemos con las heurísticas por bases de datos por patrones.

#### 1.3 Da un análisis del tiempo para el primer algoritmo utilizado (50 palabras)

Usando los comandos de timeit, el tiempo del algoritmo A\* varía dependiendo de la heurística. Ocupando una heurística basada en patrones de búsqueda por equinas, tarda 4.539870 segundos

#### 1.4 Da un análisis del tiempo para el segundo algoritmo utilizado (50 palabras)

De igual forma que con el algoritmo A\*, IDA\* se comporta de mejor manera con la heurística basada en patrones de búsqueda por esquinas, en este caso tarda 2.568840 segundos, casi la mitad de lo que tarda A\*

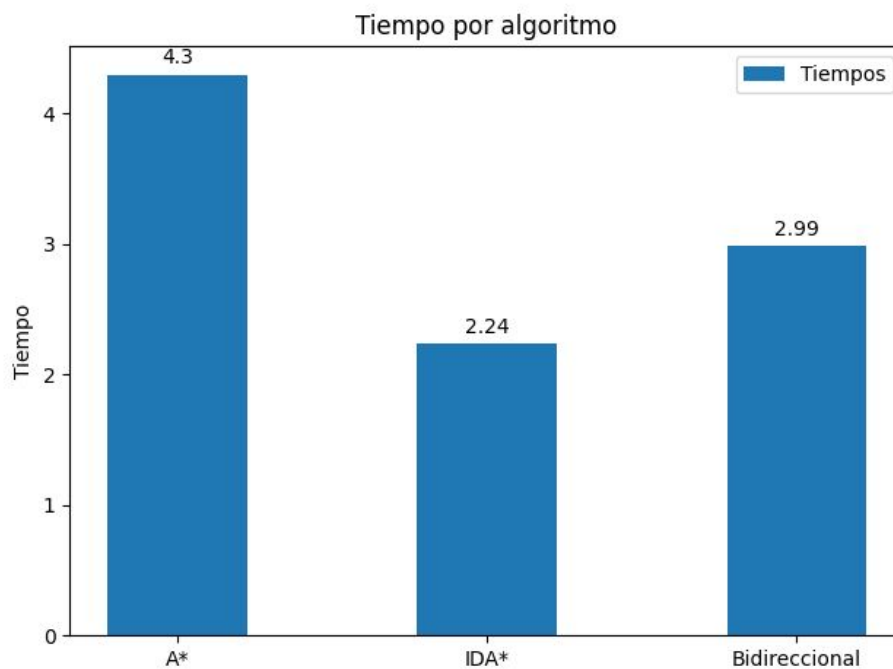
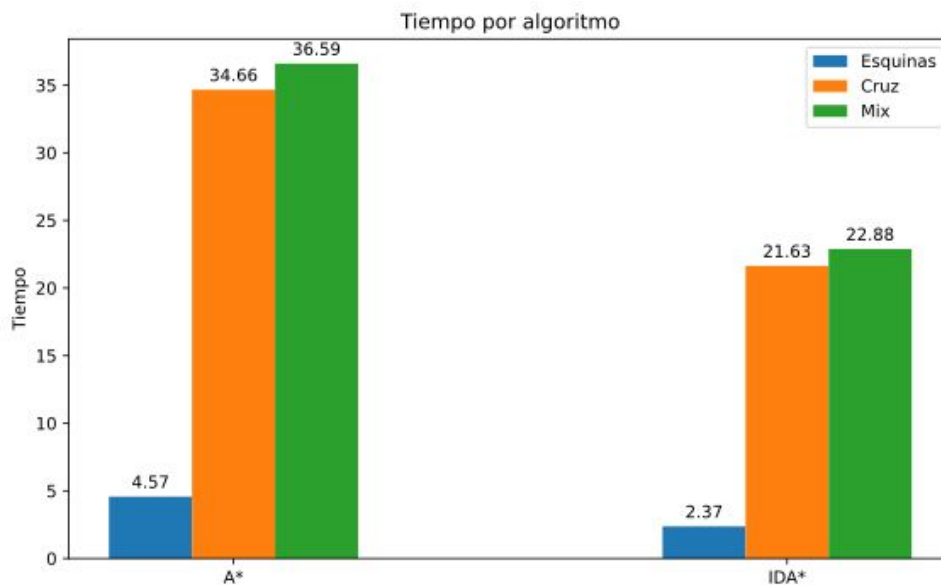
#### 1.5 Da un análisis del tiempo para el tercer algoritmo utilizado (50 palabras)

Si bien el algoritmo bidireccional es un algoritmo de búsqueda no informada, a una profundidad pequeña como 10, encuentra una solución de manera rápida en tan solo 2.985112 segundos, poco más que el algoritmo IDA\* pero menos que el algoritmo A\*

1.6 Coloca aquí la o las gráficas comparando el tiempo de ejecución de los algoritmos. Incluye una leyenda descriptiva para cada una de las figuras.



Lázaro Martínez Abraham Josué



1.7 Da un análisis de la memoria para el primer algoritmo utilizado (50 palabras)  
Como veremos en las gráficas, depende de la heurística que escojamos, el consumo de memoria puede ser realmente considerable. Utilizando una heurística basada en esquinas, se expanden 186400 nodos o estados, tomando en cuenta la agenda y el conjunto de expandidos.

1.8 Da un análisis de la memoria para el segundo algoritmo utilizado (50 palabras)



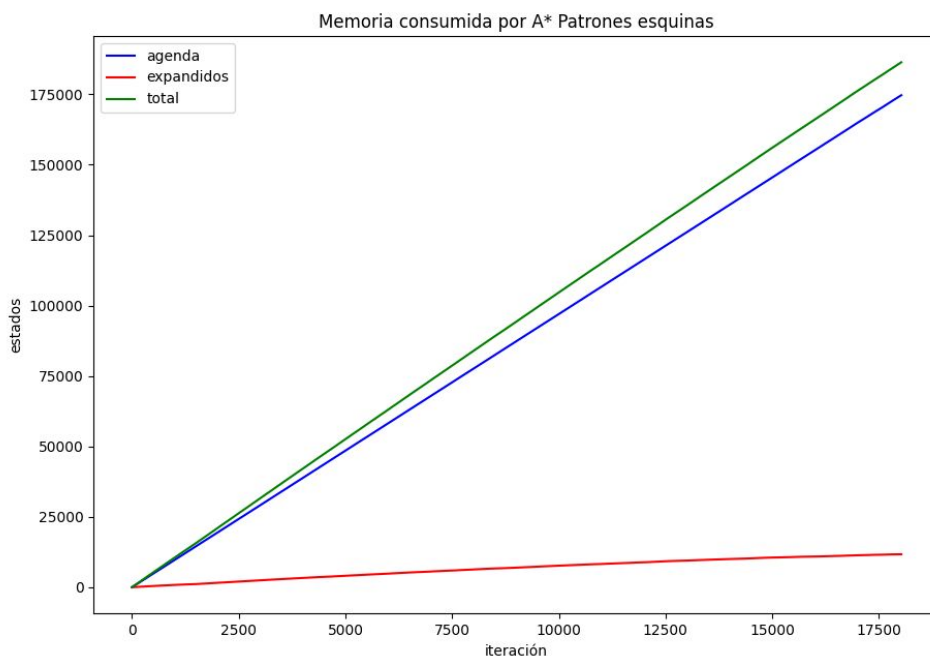
Lázaro Martínez Abraham Josué

De la misma manera que con A\*, pero como podemos observar, existen grandes cambios aquí, ya que si bien se generan prácticamente la misma cantidad de iteraciones, la cantidad máxima de nodos en una iteración existentes a la vez tanto en la agenda como en el conjunto de expandidos es de solo 32 para la misma heurística.

1.9 Da un análisis de la memoria para el tercer algoritmo utilizado (50 palabras)

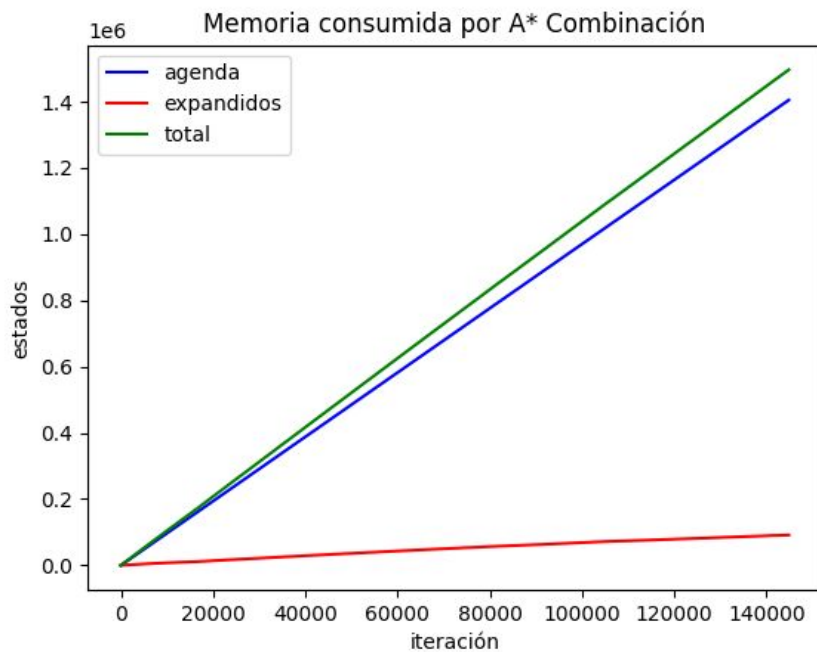
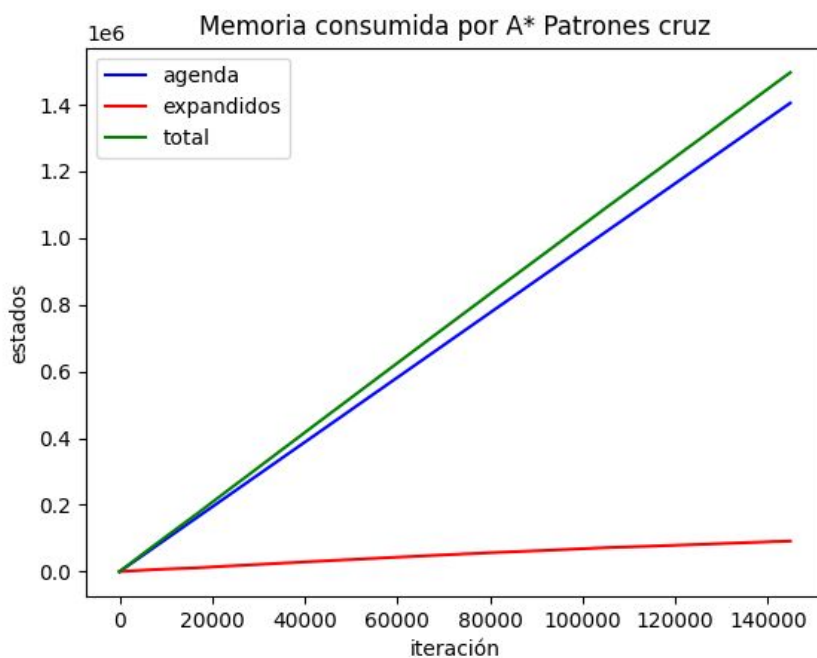
El algoritmo bidireccional utiliza poca memoria, incluso ocupa menos memoria que A\*, con una expansión de tan solo 22412 nodos. Cabe destacar también que la cantidad de iteraciones es pequeña en comparación a la de los algoritmos de búsqueda informada

1.10 Coloca aquí la o las gráficas comparando la memoria consumida en la ejecución de los algoritmos. Incluye una leyenda descriptiva para cada una de las figuras.



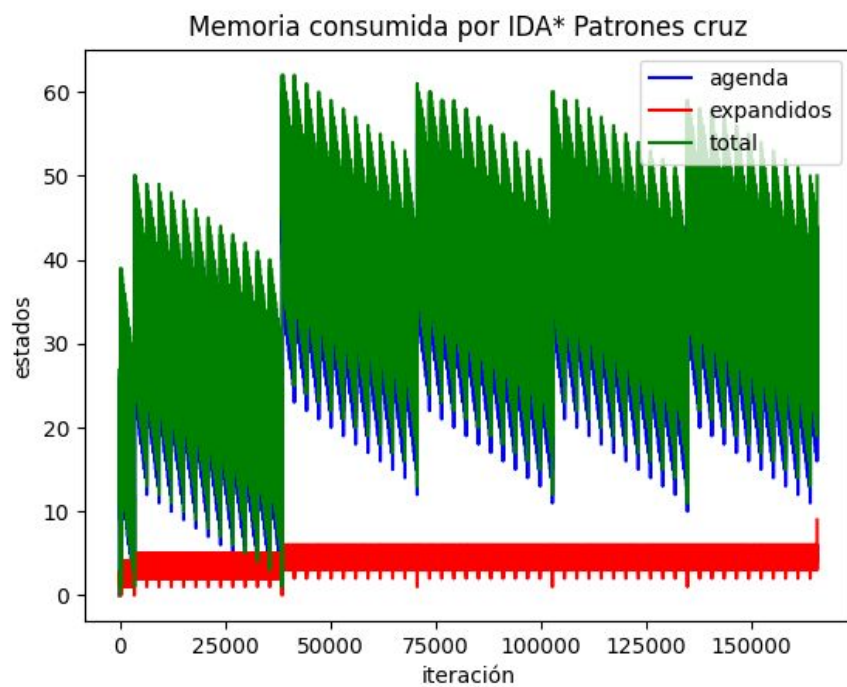
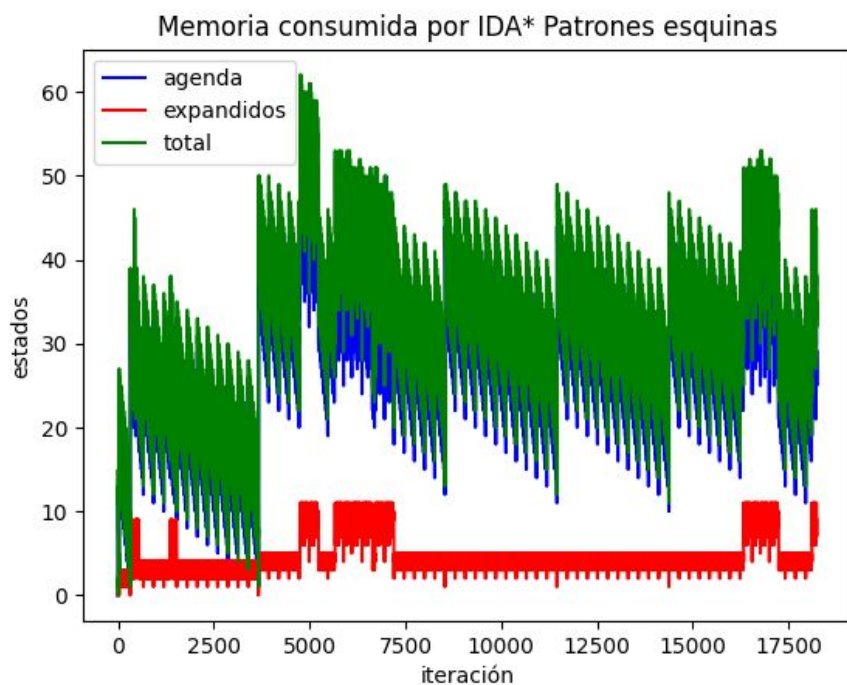


Lázaro Martínez Abraham Josué



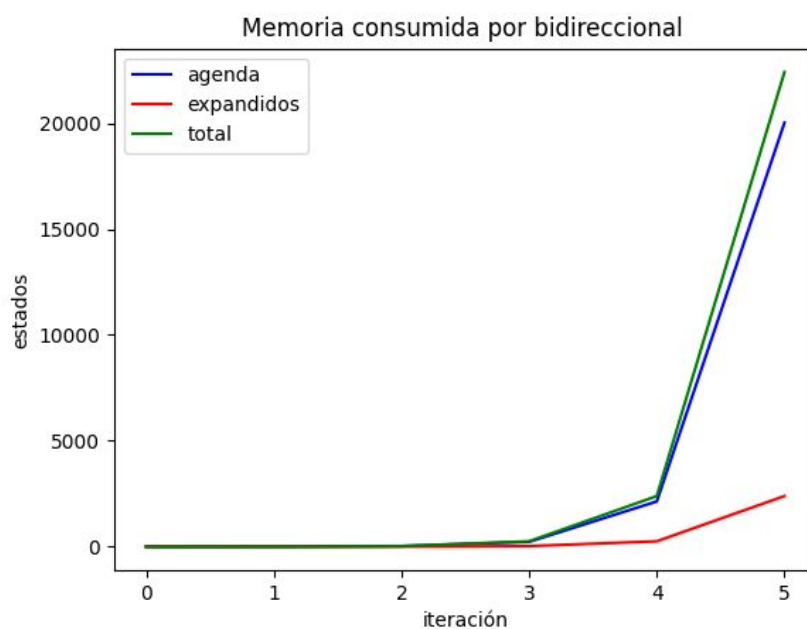
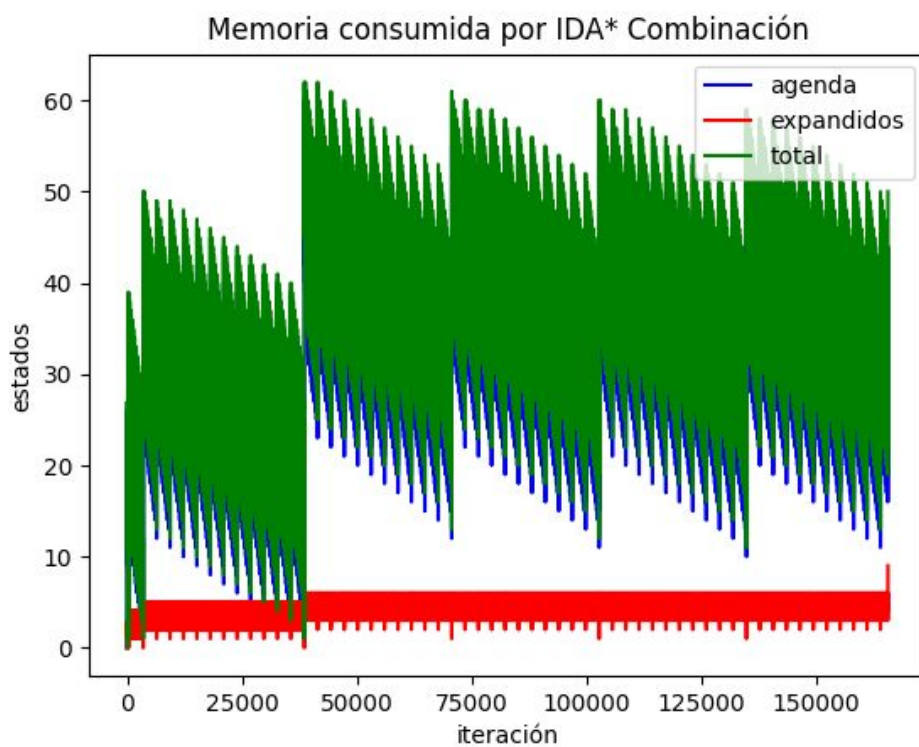


Lázaro Martínez Abraham Josué





Lázaro Martínez Abraham Josué





Lázaro Martínez Abraham Josué

1.11 Realiza una tabla comparativa de los tres algoritmos con las columnas de calidad de la solución y completez. Explica la tabla (50 palabras)

Algoritmo	Completez	Calidad Solución
A*	Completo	Óptima
IDA*	Completo	Óptima
Bidireccional	Completo	Óptima

Durante los cursos vimos las diferencias entre estos algoritmos respecto a los 4 puntos fundamentales de Complejidad en tiempo, en espacio, la completez y la calidad de la solución. Sabemos que A\* es completo si la solución es alcanzable y de solución óptima si la heurística es admisible. Las mismas características se aplican para IDA\*. En cuanto para bidireccional nos regresará la solución y una solución óptima si esta es alcanzable. Podemos decir que en los tres casos, específicamente para este problema de profundidad 10, nos regresan una solución, y una a una profundidad óptima.

```
*****:
SOLUCIÓN POR A* Patrones esquinas
Profundidad de la solución: 10
Memoria consumida: 186400
Tiempo consumido: 4.402526 segundos
```

```
*****:
SOLUCIÓN POR IDA* Patrones esquinas
Profundidad de la solución: 10
Memoria consumida: 62
Tiempo consumido: 2.183310 segundos
```

```
*****:
SOLUCIÓN POR BIDIRECCIONAL
Encontrada hacia atras
Profundidad de la solución: 10
Memoria consumida: 22412
Tiempo consumido: 2.944284 segundos
```

2. Propón una modificación a alguno de los algoritmos vistos en el curso, o combina varios de ellos y aplica tu algoritmo para resolver el cubo de Rubik a una profundidad de hasta 10 movimientos. También puedes proponer una nueva heurística de ser aplicable a tu algoritmo.

2.1 Explica tu algoritmo o nueva heurística y la motivación de tu propuesta. (50 palabras)





Lázaro Martínez Abraham Josué

El algoritmo consta de una modificación al algoritmo A\*. Ocupando una lógica similar a la del algoritmo bidireccional, decidí usar dos búsquedas simultáneas desde el origen y desde el objetivo. De esta manera, sería más rápido encontrar una solución.

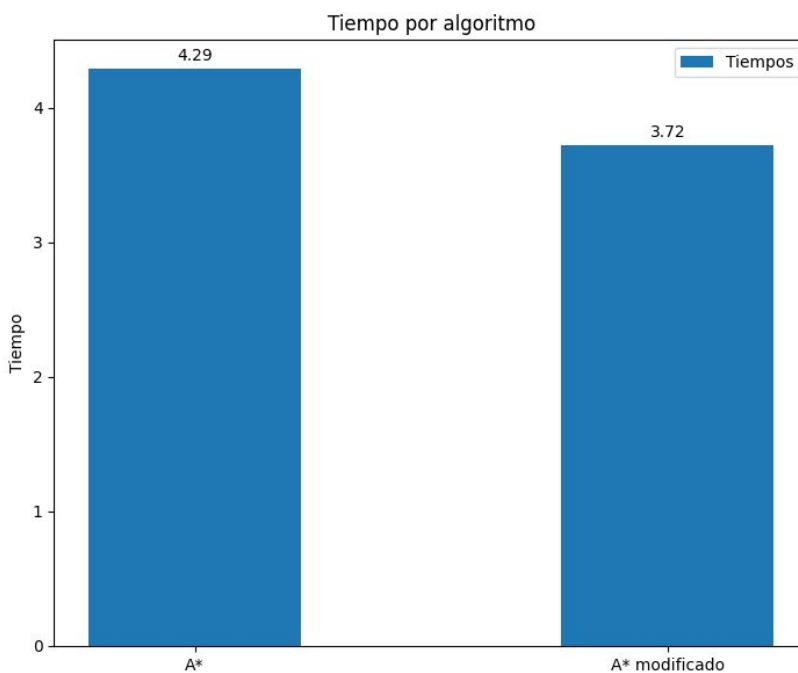
2.1 Da un análisis del comportamiento de tu algoritmo modificado o el efecto de incluir una nueva heurística con los cuatro criterios de tiempo, memoria, calidad y completez. (50 palabras)

El algoritmo se comporta de manera adecuada, regresandonos una solución óptima en todas las pruebas. También se reduce un poco el tiempo de ejecución y se ve optimizada de manera gigantesca el ahorro de memoria.

```
*****  
SOLUCIÓN POR A* Patrones esquinas  
Profundidad de la solución: 10  
Memoria consumida: 186400  
Tiempo consumido: 4.277489 segundos
```

```
*****  
SOLUCIÓN POR A* MODIFICADO  
Profundidad de la solución: 10  
Memoria consumida: 18872  
Tiempo consumido: 3.720895 segundos
```

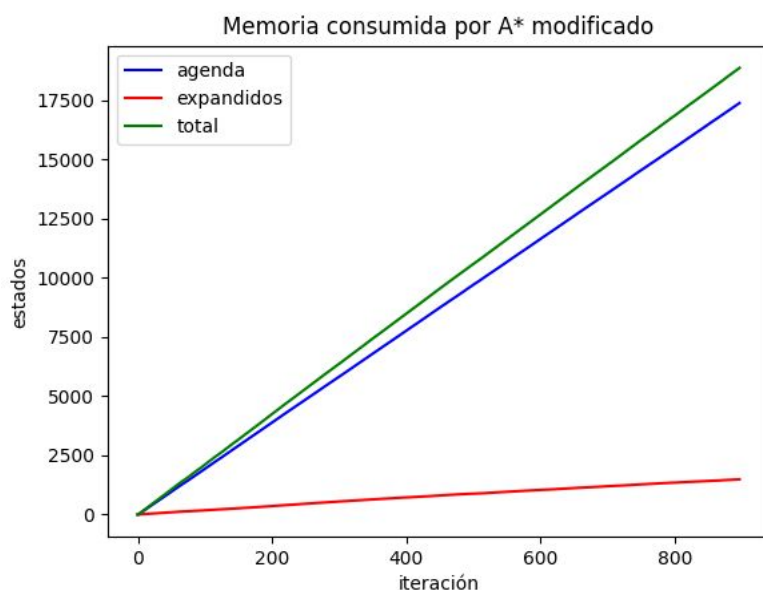
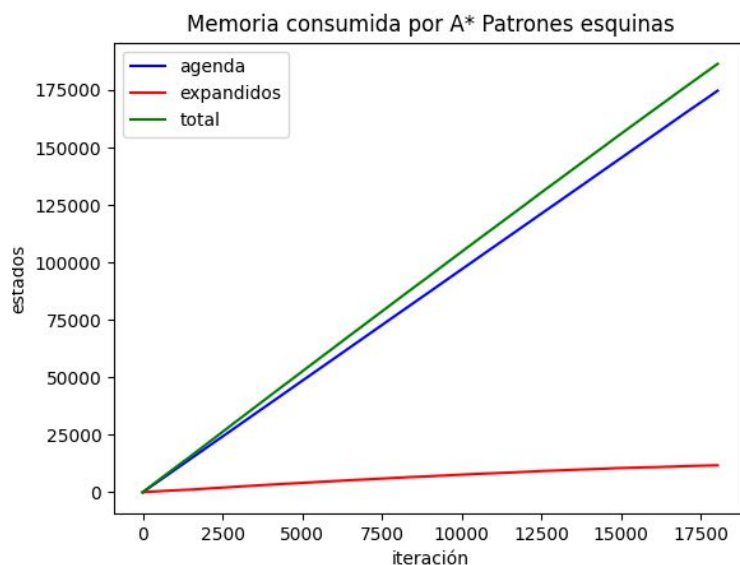
2.2 Coloca aquí la o las gráficas comparativas para tu propuesta. Incluye una leyenda descriptiva para cada una de las figuras.







Lázaro Martínez Abraham Josué



## 2.3 Realiza una conclusión a tu estudio (50 palabras)

Con el estudio podemos observar como los algoritmos de búsqueda informada no siempre son los más deseables, comparando el desempeño de los algoritmos, a una profundidad de 10 giros, me parece que el algoritmo bidireccional o el A\* modificado que presenté, son las mejores opciones. También podemos considerar el algoritmo IDA\* pero para esto también necesitamos considerar el tiempo de generación de la base de datos de patrones, y la admisibilidad de la heurística que usemos.



Lázaro Martínez Abraham Josué

Recuerda que una vez realizada tu actividad deberás subirla a la plataforma para ser evaluada por **tres** participantes del curso. Debes esperar a que la misma te asigne a los compañeros a quienes evaluaras. Esta actividad vale el **33.34%** de la calificación del curso.