

# AG2 – Actividad Guiada 2

## 03MIAR – Algoritmos de Optimización

Copiar el cuaderno de google colab:


[https://colab.research.google.com/drive/15LKBrH\\_aHrbVfPCcAg6QFRkn5gC5-SL9?usp=sharing](https://colab.research.google.com/drive/15LKBrH_aHrbVfPCcAg6QFRkn5gC5-SL9?usp=sharing)

## Agenda

- Nuevos temas en el Foro
- Desarrollo de algoritmo con **Programación dinámica**(Viaje por el rio).
- Desarrollo de algoritmo de búsqueda en grafos con **Ramificación y Poda**(asignación de tareas).
- Desarrollo de algoritmo con **Descenso del gradiente**.

## Foro. Nuevo tema

### Problemas Tipo

Raul Reyero Diez 

Ahora mismo

#### Problemas Tipo

Quisiera proponer para esta semana la siguiente contribución al foro.

Se trata de recopilar problemas tipo de optimización matemática.

Hay muchos pero quisiera que investigaras un poco sobre uno de ellos. El que tu elijas. No se trata de resolver ningún caso sino de conocer algo de información.

Inicio yo a modo de ejemplo con el problema del agente viajero:

**Nombre:** Problema del agente viajero (travelling salesman problem - TSP)

**Descripción:** Búsqueda óptima del camino más corto que debe recorrer un agente por una serie de ciudades pasando por todas, una y sólo una vez y volviendo a la ciudad de partida.

**Modelización:** A través de grafos, con programación lineal entera.

**Resolución:** Exactos (Ramificación y poda, Programación dinámica) y Heurísticos (colonia de hormigas, genéticos)

**Recursos:**

- [Wikipedia \(para empezar\)](#)
- [Técnicas heurísticas aplicadas al problema del cartero viajante \(tsp\)](#) - Ricardo Alberto Hincapié
- [Lin-Kernighan heuristic](#)
- [TSPLIB](#) (recurso con diferentes datos de prueba para probar nuestros diseños)

Responder

## Nuevo tema en el Foro

### Armas de destrucción matemática – Cathy O’Neil



Raul Reyero Diez



Hace 3 minutos

#### Algoritmos. Armas de destrucción matemática. Cathy O’Neil

Dado que hemos empezado ya la asignatura quiero plantearos un debate para ser tratado no tanto desde el punto de vista técnico sino ético o filosófico.

¿Estamos haciendo lo correcto, desde otros puntos de vista que no son los puramente técnicos, con "delegar" en los algoritmos los análisis y decisiones importantes?

¿Debemos preocuparnos como una sociedad justa e igualitaria a la que deberíamos aspirar por la puesta en práctica en situaciones que nos afectan en primera persona como la conducción autónoma, diagnósticos médicos, concesión de créditos, selección de personal y otros tantos?

En el libro "Armas de destrucción matemática", Cathy O’Neil nos cuenta algunas situaciones que nos van a hacer, al menos reflexionar, inevitablemente. Podéis encontrarlo en algunas bibliotecas populares.  
Hay un buen resumen en:

<https://www.revistadelibros.com/resenas/armas-de-destruccion-matematica-cathy-oneil>

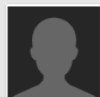
**Reflexiona** sobre este asunto, **busca** información sobre algunas opiniones de diferentes perfiles (políticos, técnicos, filosóficos, afectados,...) y **comparte** tu reflexión.

Responder



## Nuevo tema en el Foro

### 8-Puzzle



**Daniel Yzuel Vaquerizo**

Hace 4 días

#### 8-Puzzle Resuelto

Hola a todos,

En esta entrada al foro expodré mi solución al problema planteado en la última clase de Algoritmos de Optimización (8-Puzzle):

Este puzzle consiste en un área dividida en una cuadrícula, 3 por 3. Hay ocho fichas en esa cuadrícula de manera que queda una celda vacía. Una ficha que está al lado del cuadrado vacío se puede mover al espacio vacío, dejando por tanto su posición vacía. Las fichas están numeradas, del 1 al 8 de modo que cada ficha se puede identificar de forma única. El objetivo del rompecabezas es lograr la configuración meta de fichas a partir de una configuración inicial con movimientos descritos.

Estado meta			Estado inicial		
1	2	3	1	2	3
8		4	7	8	4
7	6	5	6		5

Para resolver este problema he hecho uso de la librería `heapq`, ya que nos resultará útil para implementar el algoritmo A\*.

El algoritmo A\* para el 8-Puzzle se utiliza para encontrar la solución óptima desde una configuración inicial a la meta, donde las fichas están ordenadas en un patrón específico. Aquí hay un resumen de cómo funciona:

## Nuevo tema en el Foro

### 8-Puzzle



**Iago Manuel Bermúdez Milleiro**

#### 8 Puzzle

Buenos días!

Tras haber visto la clase de algoritmos de búsqueda, he decidido intentar implementar una solución al problema del 8-Puzzle. Como hemos visto en clase, este problema se divide en 2 partes, una parte de resolución y otra para comprobar si el problema es resoluble.

He creado un cuaderno en Google Colab por si alguien quiere probar el código:

[https://colab.research.google.com/drive/1GUCIVSJwLHQ\\_t\\_Mk0DIEE5oV6LYGOa1VJ?usp=sharing](https://colab.research.google.com/drive/1GUCIVSJwLHQ_t_Mk0DIEE5oV6LYGOa1VJ?usp=sharing)

El resto de la entrada del foro es un copia y pega del cuaderno, por lo que si queréis podéis ir a ver el contenido directamente a Google Colab. Si encontráis alguna mejora no dudéis en ponérmelo en un comentario. También si hay algo que no entendáis en el código seguramente sea que el código esté mal escrito, así que si me dejais un comentario intentaré hacerlo más legible.

(A partir de aquí comienza el cuaderno)

#### 8 Puzzle

(Definición vista en clase)

Es un puzzle que consiste en un área dividida en una cuadrícula, 3 por 3. Hay ocho fichas en y una vacía. Una ficha que está al lado del cuadrado vacío se puede mover al espacio vacío, dejando por tanto su posición vacía a su vez. Las fichas están numeradas, del 1 al 8 de modo que cada ficha se puede identificar de forma única.

El objetivo del rompecabezas es lograr la configuración meta de fichas a partir de una configuración inicial con movimientos descritos.

¡Ojo! Hay disposiciones iniciales que no dan lugar a la solución final(la mitad)

Hace 13 horas

# Nuevo tema en el Foro

## Algoritmos de compresión de datos. Huffman, árboles binarios



Edison Javier Herran Cortes

Hace 6 días

Compresión de dato: El algoritmo de Huffman

Introducción a la Compresión de Datos

¿Qué es la Compresión de Datos?

**Definición:** La compresión de datos se refiere al proceso de reducir el tamaño de un archivo o un conjunto de datos. El objetivo es almacenar o transmitir datos de manera más eficiente, utilizando menos recursos, como espacio de almacenamiento o ancho de banda de red.

**Importancia:** La compresión es crucial en el mundo digital actual. Facilita el almacenamiento de grandes cantidades de datos y acelera la transmisión de información a través de internet. Desde páginas web hasta comunicaciones por satélite, la compresión de datos juega un papel fundamental.

**Tipos de Compresión de Datos:**

**Compresión Sin Pérdida:** Este tipo de compresión permite recuperar los datos originales exactos tras descomprimirlos. Es esencial cuando no se puede tolerar ninguna alteración en los datos, como en textos, códigos fuente, o ciertos formatos de imágenes y sonidos.

**Compresión Con Pérdida:** En este método, algunos datos se pierden durante la compresión y no se pueden recuperar exactamente al descomprimir. Es común en medios donde una pequeña pérdida de calidad no es crítica, como en imágenes, videos y audio (por ejemplo, formatos JPEG, MP3).

# AG2 – Actividad Guiada 2

## Programación Dinámica

### Agenda

- Nuevo tema en el Foro
- Práctica: Programación dinámica(Viaje por el rio).
- Teoría: Ramificación y Poda
- Práctica: Búsqueda en grafos, ramificación y poda(asignación de tareas).
- Practica: Descenso del gradiente.



# Google Colab

[https://colab.research.google.com/drive/15LKBrH\\_aHrbVfPCcAg6QFRkn5gC5-SL9?usp=sharing](https://colab.research.google.com/drive/15LKBrH_aHrbVfPCcAg6QFRkn5gC5-SL9?usp=sharing)

Algoritmos - AG2 - Raul Reyero.ipynb ☆

Archivo Editar Ver Insertar Entorno de ejecución Herramientas Ayuda [Se han guardado todos los cambios](#)

Indice

- Actividad Guiada 2
  - Viaje por el rio
- <> Problema de Asignacion de tarea
- Descenso del gradiente
- Sección

+ Código + Texto

Actividad Guiada 2

Nombre: Raul Reyero

Link: <https://colab.research.google.com/drive/xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx>

Viaje por el rio

```
import math
```

```
[2] #Viaje por el rio - Programación dinámica
#####

TARIFAS = [
[0,5,4,3,999,999,999], #desde nodo 0
[999,0,999,2,3,999,11], #desde nodo 1
```

## Programación dinámica (I)

- **Definición:** Es posible dividir el problema en subproblemas más pequeños, guardando las soluciones para ser utilizadas más adelante.
- Características que permiten identificar problemas aplicables:
  - ✓ Es posible almacenar soluciones de los subproblemas para ser reutilizadas.
  - ✓ Debe verificar el **principio de optimalidad** de Bellman: “*en una secuencia optima de decisiones, toda sub-secuencia también es óptima*” (\*)
  - ✓ La necesidad de guardar la información acerca de las soluciones parciales unido a la recursividad provoca la necesidad de preocuparnos por la complejidad espacial (cuantos recursos de espacio usaremos)



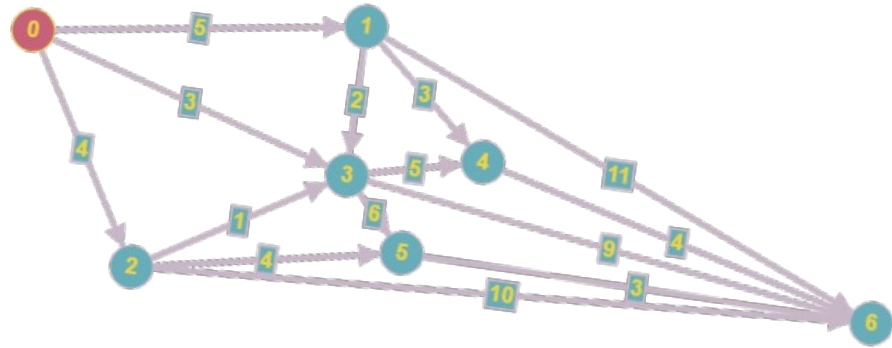
importante

## Programación dinámica (II)

### Problema: Viaje por el río

- Consideramos una tabla  $T(i,j)$  para almacenar todos los precios que nos ofrecen los embarcaderos
- Si no es posible ir desde  $i$  a  $j$  daremos un valor alto para garantizar que ese trayecto no se va a elegir en la ruta óptima(modelado habitual para restricciones)
- Establecer una tabla intermedia(  $P(i,j)$  ) para guardar soluciones óptimas parciales para ir desde  $i$  a  $j$ .

$$P(i,j) = \min \{T(i,j) , P(i,k)+T(k,j) \text{ para todo } i < k \leq j \}$$



## Programación dinámica (III)

### Problema: Viaje por el río

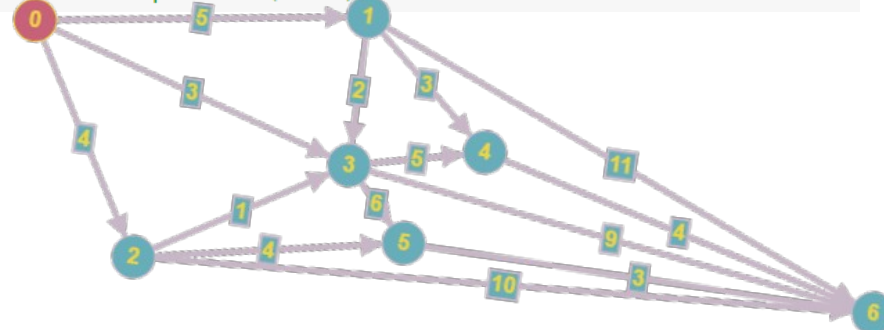
- Establecemos las tarifas:

```
#Viaje por el río - Programación dinámica
```

```
#####
```

```
TARIFAS = [
[0,5,4,3,999,999,999],
[999,0,999,2,3,999,11],
[999,999, 0,1,999,4,10],
[999,999,999, 0,5,6,9],
[999,999, 999,999,0,999,4],
[999,999, 999,999,999,0,3],
[999,999,999,999,999,999,0]
]
```

```
#999 se puede sustituir por float("inf")
```



# Programación dinámica (IV)

```
#Calculo de la matriz de PRECIOS y RUTAS
# PRECIOS - contiene la matriz del mejor precio para ir de un nodo a otro
# RUTAS - contiene los nodos intermedios para ir de un nodo a otro
#####
def Precios(TARIFAS):
#####
#Total de Nodos
N = len(TARIFAS[0])

#Inicialización de la tabla de precios
PRECIOS = [ [9999]*N for i in range(N)] #n x n
RUTA = [ [""]*N for i in range(N)]

#Se recorren todos los nodos con dos bucles(origen - destino)
# para ir construyendo la matriz de PRECIOS
for i in range(N-1):
    for j in range(i+1, N):
        MIN = TARIFAS[i][j]
        RUTA[i][j] = i

        for k in range(i, j):
            if PRECIOS[i][k] + TARIFAS[k][j] < MIN:
                MIN = min(MIN, PRECIOS[i][k] + TARIFAS[k][j] )
                RUTA[i][j] = k
                PRECIOS[i][j] = MIN

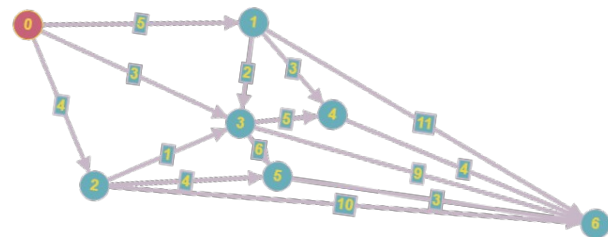
return PRECIOS,RUTA
```

Operaciones

$n$

$n$

$3 \cdot n^3$



```
[ ] TARIFAS = [
[0,5,4,3,999,999,999],
[999,0,999,2,3,999,11],
[999,999, 0,1,999,4,10],
[999,999,999, 0,5,6,9],
[999,999, 999,999,0,999,4],
[999,999, 999,999,999,0,3],
[999,999,999,999,999,999,0]
]
```

(\*) En lugar de 999

```
import math
math.inf
```

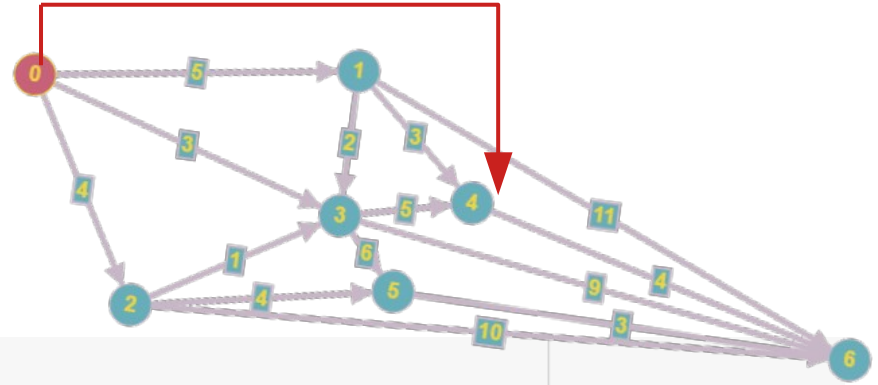
$$P(i,j) = \min \{T(i,j) , P(i,k)+T(k,j) \text{ para todo } i < k \leq j \}$$

## Programación dinámica (V)

- RUTA contiene la mejor opción intermedia para ir de un nodo a otro

RUTA

['', 0, 0, 0, 1, 2, 5]
['', '', 1, 1, 1, 3, 4]
['', '', '', 2, 3, 2, 5]
['', '', '', '', 3, 3, 3]
['', '', '', '', '', 4, 4]
['', '', '', '', '', '', 5]
['', '', '', '', '', '', '']



```
def calcular_ruta(RUTA, desde, hasta):
    if desde == hasta:
        #print("Ir a :" + str(desde))
        return desde
    else:
        return str(calcular_ruta(RUTA, desde, RUTA[desde][hasta]) ) + ',' + str(RUTA[desde][hasta])

print("\nLa ruta es:")
calcular_ruta(RUTA, 0,6)
```

*Recursividad*

P.Ej. Para ir de 0 a 4 hay que pasar por 1.

# AG2 – Actividad Guiada 2

## Ramificación y Poda


### Agenda

- Nuevo tema en el Foro
- Práctica: Programación dinámica(Viaje por el rio).
- Teoría: Ramificación y Poda
- Práctica: Búsqueda en grafos, ramificación y poda(asignación de tareas).
- Practica: Descenso del gradiente.

## Ramificación y Poda.

### Problema: Asignación de tareas

- El problema consiste en **maximizar** el rendimiento (o **minimizar** los costes) en cuanto a la asignación de N tareas a N agentes. Cada tarea solo puede ser asignado a un agente.
- Los beneficios que se obtienen al realizar la **tarea 1 por el agente A es 9**.
- La matriz de beneficios es la que se muestra en la figura
- Aplicando Ramificación y Poda, obtener la asignación que maximice los beneficios.

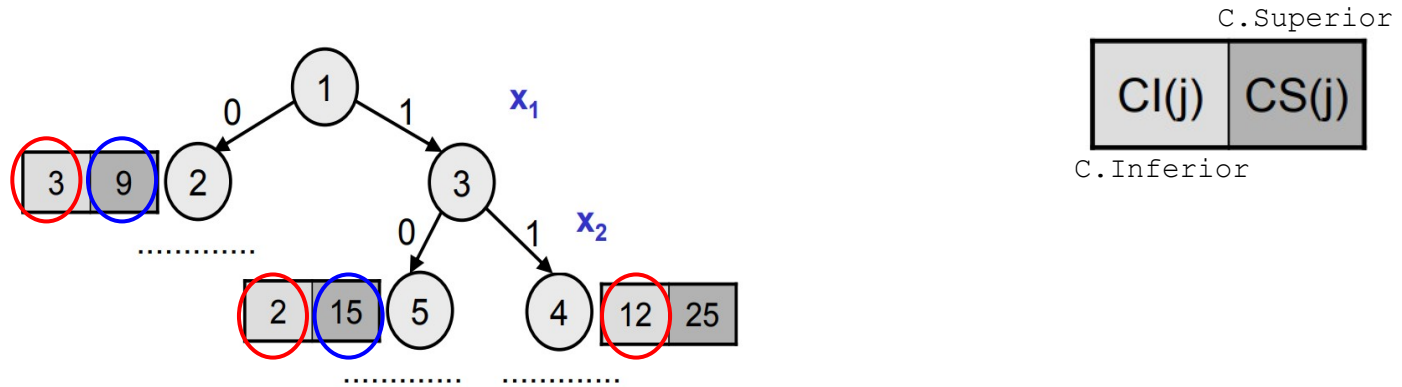


	Job 1	Job 2	Job 3	Job 4
A	9	2	7	8
B	6	4	3	7
C	5	8	1	8
D	7	6	9	4



## Algoritmos de Búsqueda. Técnicas de Ramificación y Poda(V)

- **Estrategia de poda:** Poda i si  $CS(i) \leq CI(j)$  Para algún j ya generado



$C=12(\text{max. de las cotas inferiores})$

El nodo **2** no puede mejorar(valor 9) las peores predicciones de **4**(valor 12 =  $\max\{\text{todo CI}()\}$ )

El nodo **5** quizá pueda mejorar al nodo **4**

## Ramificación y Poda.

### Problema: Asignación de tareas

- P.ej. Si asignamos el agente A a la tarea1
  - Cota Inferior para la tarea2 es 4
  - Cota Superior para la tarea2 es 8

	Job 1	Job 2	Job 3	Job 4
A	9	2	7	8
B	6	4	3	7
C	5	8	1	8
D	7	6	9	4

## Ramificación y Poda.

### Problema: Asignación de tareas

- ¿Cómo diseñamos un estado?
- ¿Como expandimos nodos (ramificación)?
- ¿Como podamos?
- ¿Como recorreremos el árbol completo de estados?
- ¿Qué complejidad tiene? (\*)

(\*) es difícil calcular el número de operaciones exacto. Calcular el **mejor** caso y el **peor** caso y **promedio**.

Peor caso = tengo que expandir todos los niveles.

Mejor caso = puedo podar todos los nodos de un nivel menos uno.

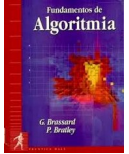
En general podemos asumir una complejidad exponencial

## Ramificación y Poda. Practica

#Del libro Fundamentos de algoritmia - G. Brassard & P. Bratley pg 349, sec. 9.7.1

'''Hay que asignar n tareas a n agentes, de forma que a cada agente le corresponda una tarea. Se dispone de una tabla de costes: el coste para el agente i al realizar la tarea j es  $c_{ij} \geq 0$ . Se busca la asignación que reduzca el coste total. Diferentes aplicaciones,

Ejemplo de tabla de costes para  $n=4$ . Agentes: a, b, c y d . Tareas: 1,2,3 y 4  
'''



# TAREAS

# A

# G

# E

# N

# T

# E

# S

COSTES= [ [11,12,18,40],  
          [14,15,13,22],  
          [11,17,19,23],  
          [17,14,20,28]]

La tupla: (1, 0, 3, 2) representa la solución :

└─▶ Agente 0 a la tarea 1  
 “     1     “     0  
 “     2     “     3  
 “     3     “     2

## Ramificación y Poda. Practica

### Función objetivo

- S es una solución parcial P.ej (1,0,)
- C es la matriz de costes(o beneficios)

```
def valor(S,COSTES):  
    VALOR = 0  
    for i in range(len(S)):  
        VALOR += COSTES[i][S[i]]  
    return VALOR  
  
valor((0, 1, 2, 3),COSTES)
```

```
# TAREAS  
# A  
# G  
# E  
# N  
# T  
# E  
# S  
  
COSTES=[[11,12,18,40],  
        [14,15,13,22],  
        [11,17,19,23],  
        [17,14,20,28]]
```

## Ramificación y Poda. Practica

### Fuerza Bruta:

```
@calcular_tiempo
def fuerza_bruta(COSTES):
    #Representacion de la solucion será una tupla donde cada valor en la cordenada i-sima es la tarea asignado al agente i
    # Ejemplo (1,2,3,4) Tiene valor 11+15+19+28=73
    #
    #¿Cuantas posibilidades hay? n! -> Complejidad factorial(exponencial)
    #Con dimension 11 se va a 1 minuto de ejecucion

    mejor_valor = 10e10
    mejor_solucion = ()

    for s in list(itertools.permutations(range(len(COSTES))));
        #print(s,valor(s,COSTES))
        valor_tmp = valor(s,COSTES)
        if valor_tmp < mejor_valor:
            mejor_valor = valor_tmp
            mejor_solucion = s

    print("La mejor solucion es :", mejor_solucion, " con valor:", mejor_valor )
```

```
# TAREAS
# A
# G
# E
# N
# T
# E
# S
```

```
COSTES=[[11,12,18,40],
         [14,15,13,22],
         [11,17,19,23],
         [17,14,20,28]]
```

## Ramificación y Poda. Practica

Función para estimar una cota inferior para una solución parcial:

```
#Coste inferior para soluciones parciales
# (1,3,) Se asigna la tarea 1 al agente 0 y la tarea 3 al agente 1

def CI(S,COSTES):
    VALOR = 0
    #Valores establecidos
    for i in range(len(S)):
        VALOR += COSTES[i][S[i]]

    #Estimacion
    for i in range( len(S), len(COSTES) ):
        VALOR += min( [ COSTES[j][i] for j in range(len(S), len(COSTES)) ] )
    return VALOR
```

Ej. La tupla (2,0,)

Representa un nodo intermedio con :

- Agente 0 asignado a 2
- Agente 1 asignado a 0

## Ramificación y Poda. Practica

### Función para ramificar:

```
#Genera tantos hijos como posibilidades haya para la siguiente elemento de la tupla
#(0,) -> (0,1), (0,2), (0,3)
def crear_hijos(NODO, N):
    HIJOS = []
    for i in range(N):
        if i not in NODO:
            HIJOS.append({'s':NODO +(i,) })
    return HIJOS
```



## Ramificación y Poda. Practica

### Proceso principal (I):

```
@calcular_tiempo
def ramificacion_y_poda(COSTES):
    #Construccion iterativa de soluciones(arbol). En cada etapa asignamos un agente(ramas).
    #Nodos del grafo { s:(1,2),CI:3,CS:5 }
    #print(COSTES)
    DIMENSION = len(COSTES)
    MEJOR_SOLUCION=tuple( i for i in range(len(COSTES)) )
    CotaSup = valor(MEJOR_SOLUCION,COSTES)
    #print("Cota Superior:", CotaSup)

    NODOS=[]
    NODOS.append({ 's':(), 'ci':CI((),COSTES) } )

    iteracion = 0
```

Inicializamos con una solución cualquiera (opcional)

NODOS guarda los nodos que debemos explorar (ramificación)

# Ramificación y Poda. Practica

## Proceso principal (II):

```
while( len(NODOS) > 0):
    iteracion +=1
```

```
nodo_prometedor = [ min(NODOS, key=lambda x:x['ci']) ][0]['s']
#print("Nodo prometedor:", nodo_prometedor)
```

```
#Ramificacion
```

```
#Se generan los hijos
```

```
HIJOS = [ {'s':x['s'], 'ci':CI(x['s'], COSTES) } for x in crear_hijos(nodo_prometedor, DIMENSION) ]
```

```
#Revisamos la cota superior y nos quedamos con la mejor solucion si llegamos a una solucion final
```

```
NODO_FINAL = [x for x in HIJOS if len(x['s']) == DIMENSION ]
```

```
if len(NODO_FINAL) >0:
```

```
    #print("\n*****Soluciones:", [x for x in HIJOS if len(x['s']) == DIMENSION ] )
```

```
    if NODO_FINAL[0]['ci'] < CotaSup:
```

```
        CotaSup = NODO_FINAL[0]['ci']
```

```
        MEJOR_SOLUCION = NODO_FINAL
```

```
#Poda
```

```
HIJOS = [x for x in HIJOS if x['ci'] < CotaSup ]
```

```
#Añadimos los hijos
```

```
NODOS.extend(HIJOS)
```

```
#Eliminamos el nodo ramificado
```

```
NODOS = [ x for x in NODOS if x['s'] != nodo_prometedor ]
```

```
print("La solucion final es:" ,MEJOR_SOLUCION , " en " , iteracion , " iteraciones" , " para dimension: " ,DIMENSION )
```

1

De entre los nodos pendientes a explorar, elegimos el mas prometedor

2

3

4

5

6

## Ramificación y Poda. Practica

### Análisis para **mejorar nota**:

- Generar matrices con valores aleatorios de mayores dimensiones (5,6,7,...) y ejecutar ambos algoritmos.
- ¿A partir de que dimensión el algoritmo por fuerza bruta deja de ser una opción?
- ¿Hay algún valor de la dimensión a partir de la cual el algoritmo de ramificación y poda también deja de ser una opción válida?



+1 para mejorar  
(9/10)

# AG2 – Actividad Guiada 2

## Descenso del Gradiente

### Agenda

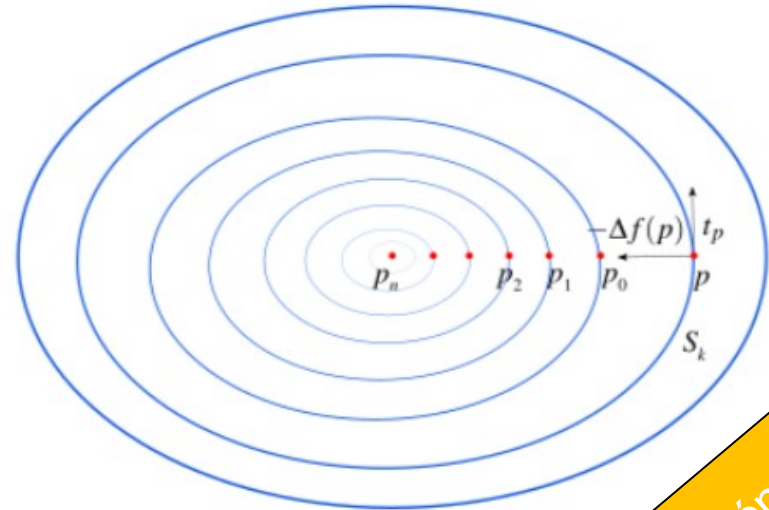
- Nuevo tema en el Foro
- Práctica: Programación dinámica(Viaje por el rio).
- Teoría: Ramificación y Poda
- Práctica: Búsqueda en grafos, ramificación y poda(asignación de tareas).
- Practica: Descenso del gradiente.

## Descenso del Gradiente – AGD

- El procedimiento parte de un punto **p** como **solución aproximada** y da pasos en el sentido opuesto al gradiente (si minimizamos) de la función en dicho punto.

$$p_{t+1} = p_t - \alpha_t \nabla f(p_t)$$

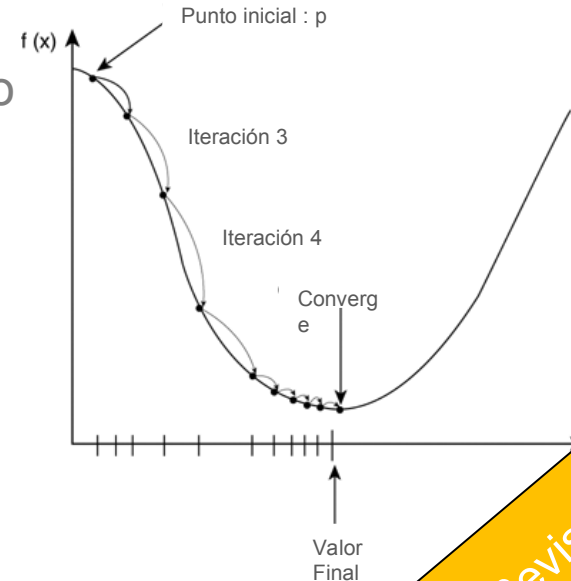
Donde el parámetro  $\alpha_t$  se selecciona para que  $p_{t+1}$  sea solución  
 $\forall f(p_t) \geq f(p_{t+1})$



## Descenso del Gradiente – AGD

- En general se va reduciendo el valor de  $\alpha_t$  dinámicamente a medida que nos aproximamos a la solución que podemos deducir por:
  - la magnitud del gradiente
  - cantidad de iteraciones que hemos realizado

$$p_{t+1} = p_t - \alpha_t \nabla f(p_t)$$

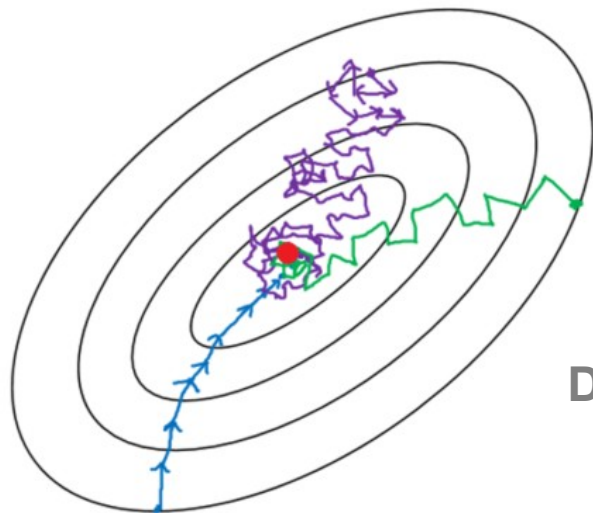


## Descenso del Gradiente – AGD

- Dependiendo del Volumen de Datos
  - ✓ Descenso del gradiente por lotes (**batch gradient descent**)  
Calcula la desviación para todos los puntos en cada iteración!!!
  - ✓ Descenso del gradiente estocástico(**stochastic gradient descent**)  
Calcula la desviación para un punto en cada iteración!!!
  - ✓ Descenso del gradiente por lotes reducido(**mini-batch gradient descent**)  
Mezcla de ambos conceptos

## Descenso del Gradiente – AGD

- Dependiendo del Volumen de Datos



- Batch gradient descent (directo pero muy lento)
- Stochastic gradient descent(rápido pero muy disperso)
- Mini-batch gradient descent(equilibrio)

**Decisión: Elección de mini-batch size**



# Descenso del gradiente. Práctica

## Preparar entorno

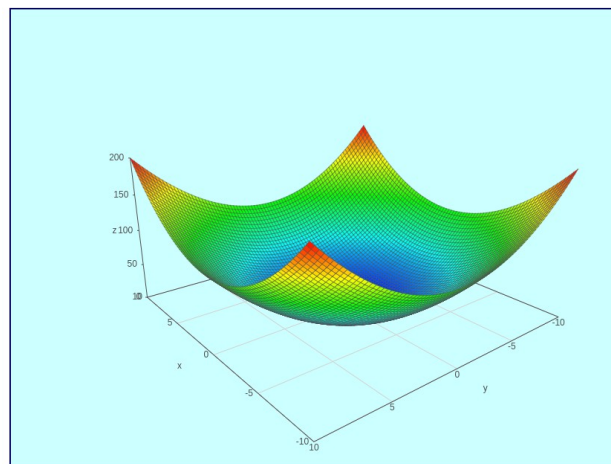
```
import math                #Funciones matematicas
import matplotlib.pyplot as plt #Generacion de gráficos (otra opcion seaborn)
import numpy as np         #Tratamiento matriz N-dimensionales y otras (fundamental!)
#import scipy as sc

import random
```

# Descenso del gradiente. Práctica

## La función a minimizar. Paraboloide

```
f = lambda X: X[0]**2+X[1]**2      #Funcion  
df = lambda X: [2*X[0] , 2*X[1]]  #Gradiente
```



Mathematical Expression

x Range [min, max]

y Range [min, max]

Resolution

Calculate

## Descenso del gradiente. Práctica

### Prepara los datos para el gráfico

```
#Prepara los datos para dibujar mapa de niveles de Z
resolucion = 100
rango=2.5
X=np.linspace(-rango,rango,resolucion)
Y=np.linspace(-rango,rango,resolucion)
Z=np.zeros((resolucion,resolucion))
for ix,x in enumerate(X):
    for iy,y in enumerate(Y):
        Z[iy,ix] = f([x,y])

#Pinta el mapa de niveles de Z
plt.contourf(X,Y,Z,resolucion)
plt.colorbar()
```

## Descenso del gradiente. Práctica

### Generamos un Punto aleatorio

```
#Generamos un punto aleatorio  
P=[random.uniform(-2,2 ),random.uniform(-2,2 ) ]  
plt.plot(P[0],P[1],"o",c="white")
```

## Descenso del gradiente. Práctica

### Iteramos el algoritmo

```
#Tasa de aprendizaje
TA=.1

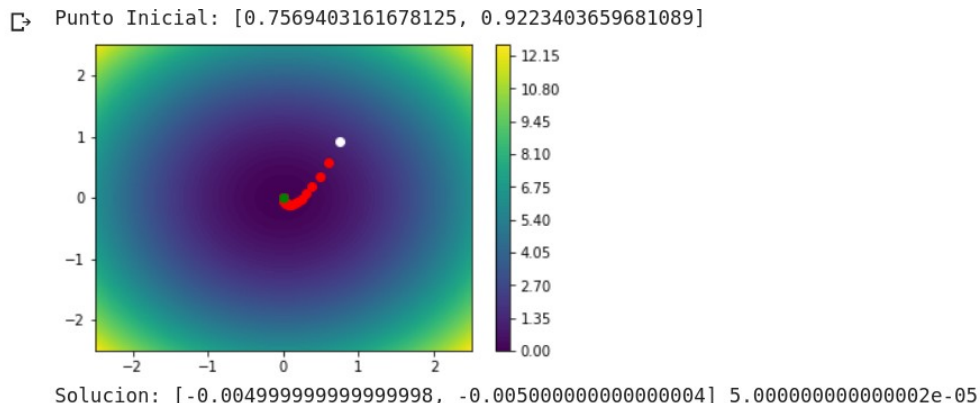
#Iteraciones
for _ in range(500):
    grad = df(P)
    #print(P,grad)
    P[0],P[1] = P[0] - TA*grad[0] , P[1] - TA*grad[1]
    plt.plot(P[0],P[1], "o",c="red")
```

$$p_{t+1} = p_t - \alpha_t \nabla f(p_t)$$

## Descenso del gradiente. Práctica

### Pintamos el gráfico con las iteraciones

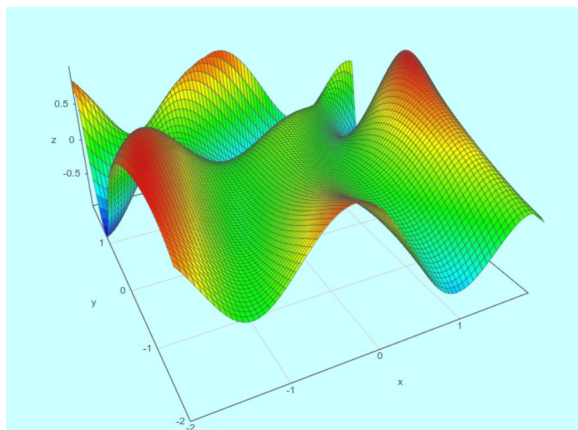
```
plt.plot(P[0],P[1],"o",c="green")  
plt.show()  
print("Solucion:" , P , f(P))
```



## Descenso del gradiente. Práctica

### Otra función a minimizar.

```
#Definimos la funcion  
#sin(1/2 * x^2 - 1/4 * y^2 + 3) * cos(2*x + 1 - E^y)  
f = lambda X: np.sin(1/2 * X[0]**2 - 1/4 * X[1]**2 + 3) * np.cos(2 * X[0] + 1 - np.e**X[1])
```



$$\sin\left(\frac{1}{2} * x^2 - \frac{1}{4} * y^2 + 3\right) * \cos(2*x + 1 - E^y)$$

# Descenso del gradiente. Práctica

¿Y el gradiente? !!



```
#Definimos la funcion
#sin(1/2 * x^2 - 1/4 * y^2 + 3) * cos(2*x + 1 - E^y)
f = lambda X: np.sin(1/2 * X[0]**2 - 1/4 * X[1]**2 + 3) * np.cos(2 * X[0] + 1 - np.e**X[1])
```

```
#Aproximamos el valor del gradiente en un punto por su definición
def df(PUNTO):
    h = 0.01
    T = np.copy(PUNTO)
    grad = np.zeros(2)
    for it, th in enumerate(PUNTO):
        T[it] = T[it] + h
        grad[it] = (f(T) - f(PUNTO)) / h
    return grad
```



+1 para mejorar

$$f'(a) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$$

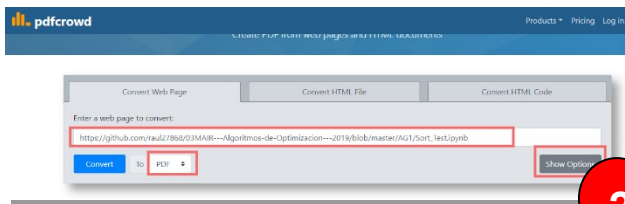
Aproximamos la derivada



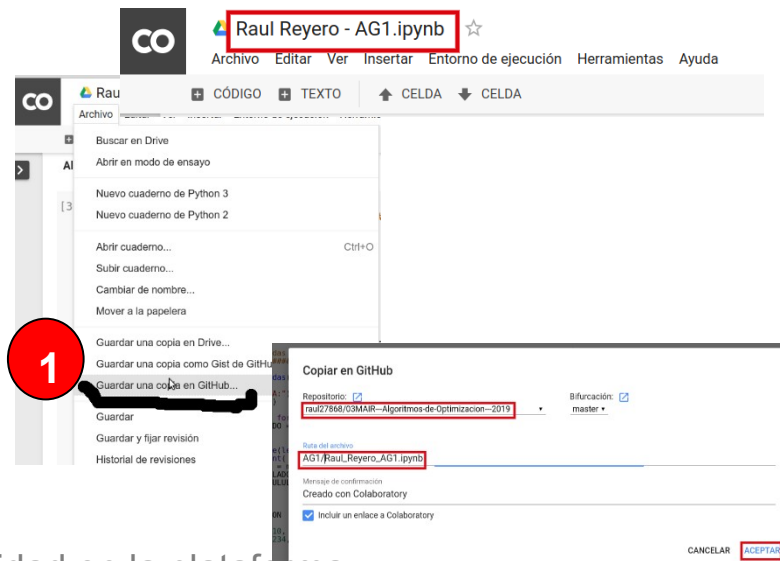
## Finalizar la actividad. Grabar, subir a GitHub, Generar pdf (I)

- Guardar en GitHub  
Repositorio: 03MIAR ---Algoritmos de Optimizacion  
Ruta de Archivo con **AG2**

- Generar pdf (con <https://pdfcrowd.com> )



- Descargar pdf y adjuntar el documento generado a la actividad en la plataforma
  - Adjuntar .pdf en la actividad
  - URL GitHub en el texto del mensaje de la actividad



## Actividades Guiadas.

- Si hay aportaciones, **añadir explicación**
- Si es la 2ª entrega, **añadir explicación**
- Si tienes dudas de que la 2ª entrega sea valida, **envíame un correo.**

The screenshot shows a submission interface with two main panels. The left panel, titled 'Instrucciones de la actividad', contains a file icon and the text 'github\_com\_pachon00\_03MAIR\_Algoritmos\_de\_optimizacion\_blob\_m(1).pdf' with a 'Descargar' button. The right panel, titled 'Detalles de la actividad', shows the 'CALIFICAR' section with a score of 8/10. Below this, a table lists submission attempts, with 'Intento 2' (dated 16/02/19 12:08) highlighted by a red box. The 'ENVÍO' section below shows the file 'github\_com\_pachon00\_03MAIR\_Algoritmos\_de\_optimizacion\_blob\_m(1).pdf' and a large red box containing a thinking face emoji.

Intento	Fecha	Puntuación
Intento 2	16/02/19 12:08	/10

## Ramificación y Poda. Practica

### Análisis para **mejorar nota**:

- ¿Que complejidad tiene el algoritmo por fuerza bruta?
- Generar matrices con valores aleatorios de mayores dimensiones (5,6,7,...) y ejecutar ambos algoritmos.
- ¿A partir de que dimensión el algoritmo por fuerza bruta deja de ser una opción?
- ¿Hay algún valor de la dimensión a partir de la cual el algoritmo de ramificación y poda deja de ser una opción válida?



8/10

**+1 para mejorar**

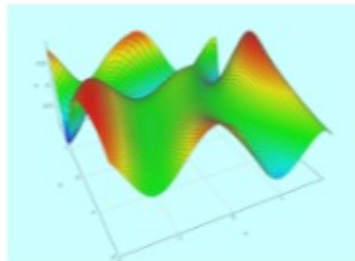
## Descenso del gradiente. Practica

Práctica para **mejorar nota**:

- Minimizar la función por descenso del gradiente

¿Te atreves a optimizar la función?:

$$f(x) = \sin(1/2 * x^2 - 1/4 * y^2 + 3) * \cos(2 * x + 1 - e^y)$$



8/10

**+1 para mejorar**

# Manual de la asignatura

01. Materiales docentes

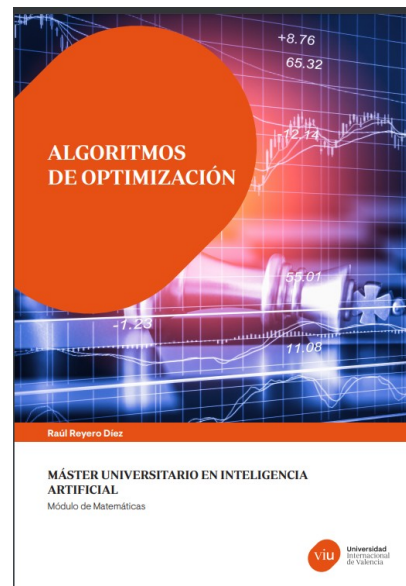
Desarrollar contenido Evaluaciones Herramientas Contenido

**Manual de la asignatura**

Archivos adjuntos: O3MIAR\_RReyero\_nueva\_imagen.pdf (5,02 MB)

**O3MIAR | ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN**

Habilitado: Seguimiento de estadísticas  
Explicación y práctica de las técnicas y métodos para diseñar y analizar algoritmos orientados a la resolución de problemas.



## Ampliación de conocimientos y habilidades

### ■ Bibliografía

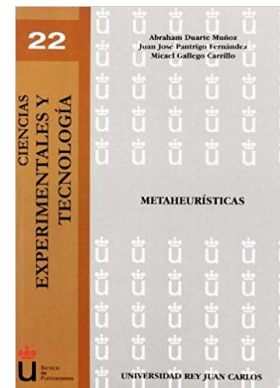
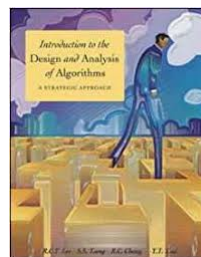
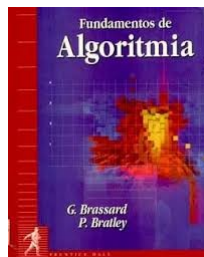
-Brassard, G., y Bratley, P. (1997). Fundamentos de algoritmia. *ISBN 13: 9788489660007*

-Guerequeta, R., y Vallecillo, A. (2000). Técnicas de diseño de algoritmos. (<http://www.lcc.uma.es/~av/Libro/indice.html>)

-Lee, R. C. T., Tseng, S. S., Chang, R. C., y Tsai, Y. T. (2005). Introducción al diseño y análisis de algoritmos. *ISBN 13: 9789701061244*

-**Abraham Duarte,.. Metaheurísticas. ISBN 13: 9788498490169**

### ■ Practicar



## Próxima clase. VC4

### Introducción a las metaheurísticas

1. Búsqueda aleatoria
2. Búsqueda basada en trayectorias
3. Métodos basados en trayectorias. Búsqueda Tabú
4. Métodos basados en trayectorias. Recocido Simulado
5. Métodos constructivos. Multiarranque
6. Métodos constructivos. GRASP
7. Métodos poblacionales. Colonia de hormigas

# Gracias

[raul.reyero@professor.universidadviu.com](mailto:raul.reyero@professor.universidadviu.com)