AG2 - Actividad Guiada 2

Nombre: Alejandro Casado
Github: https://github.com/alexcefe02/VIU/tree/master/AO

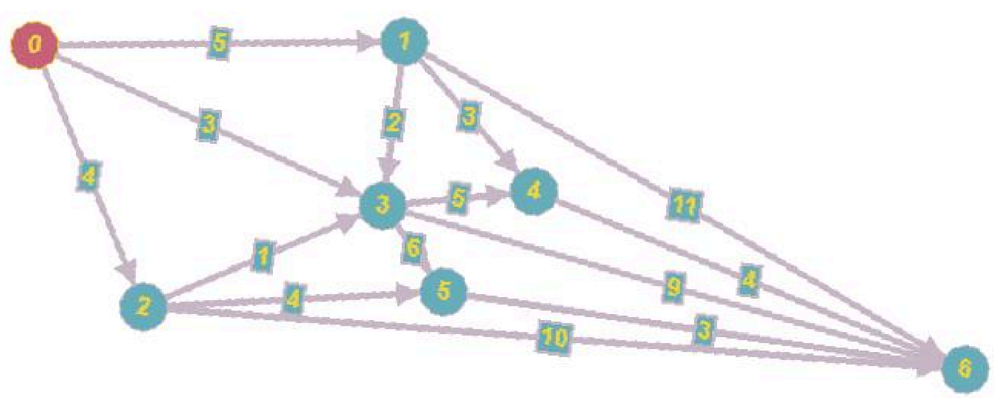
In [1]:
```
import math
```

Programación Dinámica. Viaje por el rio

- **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 utilizados más adelante
  -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)

Problema

En un río hay **n** embarcaderos y debemos desplazarnos río abajo desde un embarcadero a otro. Cada embarcadero tiene precios diferentes para ir de un embarcadero a otro situado más abajo. Para ir del embarcadero i al j, puede ocurrir que sea más barato hacer un trasbordo por un embarcadero intermedio k. El problema consiste en determinar la combinación más barata.



*Consideramos una tabla TARIFAS(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)

In [4]:
```
#Viaje por el rio - Programación dinámica
################################################################################

TARIFAS = [
[0,5,4,3,float("inf"),float("inf"),float("inf")],   #desde nodo 0
[float("inf"),0,float("inf"),2,3,float("inf"),11],  #desde nodo 1
[float("inf"),float("inf"), 0,1,float("inf"),4,10], #desde nodo 2
[float("inf"),float("inf"),float("inf"), 0,5,6,9],
[float("inf"),float("inf"),float("inf"),float("inf"),0,float("inf"),4],
[float("inf"),float("inf"),float("inf"),float("inf"),float("inf"),0,3],
[float("inf"),float("inf"),float("inf"),float("inf"),float("inf"),float("inf"),0
]

TARIFAS
```

Out[4]:
```
[[0, 5, 4, 3, inf, inf, inf],
 [inf, 0, inf, 2, 3, inf, 11],
 [inf, inf, 0, 1, inf, 4, 10],
 [inf, inf, inf, 0, 5, 6, 9],
 [inf, inf, inf, inf, 0, inf, 4],
 [inf, inf, inf, inf, inf, 0, 3],
 [inf, inf, inf, inf, inf, inf, 0]]
```

In [5]:
```
"""""
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 [9999]*N]  #n x n
  RUTA = [ [""]*N for i in [""]*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
```

In [11]:
```
PRECIOS,RUTA = Precios(TARIFAS)
#print(PRECIOS[0][6])
```

```python
print("PRECIOS")
for i in range(len(TARIFAS)):
  print(PRECIOS[i])

print("\nRUTA")
for i in range(len(TARIFAS)):
  print(RUTA[i])
```

```
PRECIOS
[9999, 5, 4, 3, 8, 8, 11]
[9999, 9999, inf, 2, 3, 8, 7]
[9999, 9999, 9999, 1, 6, 4, 7]
[9999, 9999, 9999, 9999, 5, 6, 9]
[9999, 9999, 9999, 9999, 9999, inf, 4]
[9999, 9999, 9999, 9999, 9999, 9999, 3]
[9999, 9999, 9999, 9999, 9999, 9999, 9999]

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

In [12]:
```python
#Calculo de la ruta usando la matriz RUTA
def calcular_ruta(RUTA, desde, hasta):
  if desde == 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

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

```
La ruta es:
```

Out[12]:
```
'0,2,5'
```

Problema de Asignacion de tarea

In [13]:
```python
#Asignacion de tareas - Ramificación y Poda
################################################################################
#    T A R E A
#   A
#   G
#   E
#   N
#   T
#   E

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

In [14]:
```
#Calculo del valor de una solucion parcial
def valor(S,COSTES):
  VALOR = 0
  for i in range(len(S)):
    VALOR += COSTES[S[i]][i]
  return VALOR



valor((3,2,  ),COSTES)
```

Out[14]: 34

In [22]:
```
#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

def CS(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 += max( [ COSTES[j][i] for j in range(len(S), len(COSTES))  ])
  return VALOR

CI((0,1),COSTES)
```

Out[22]: 68

In [19]:
```
#Genera tantos hijos como como posibilidades haya para la siguiente elemento de
#(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
```

In [20]:
```
crear_hijos((0,) , 4)
```

Out[20]: [{'s': (0, 1)}, {'s': (0, 2)}, {'s': (0, 3)}]

In [23]:
```
def ramificacion_y_poda(COSTES):
#Construccion iterativa de soluciones(arbol). En cada etapa asignamos un agente(
#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

  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_

    #Revisamos la cota superior y nos quedamos con la mejor solucion si llegamos
    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']) == DIMEN
      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 , " iteraci



ramificacion_y_poda(COSTES)
```

```
La solucion final es: [{'s': (1, 2, 0, 3), 'ci': 64}]  en  10  iteraciones  para
dimension:  4
```

Descenso del gradiente

In [24]:
```
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 (fu
#import scipy as sc

import random
```

Vamos a buscar el minimo de la funcion paraboloide :

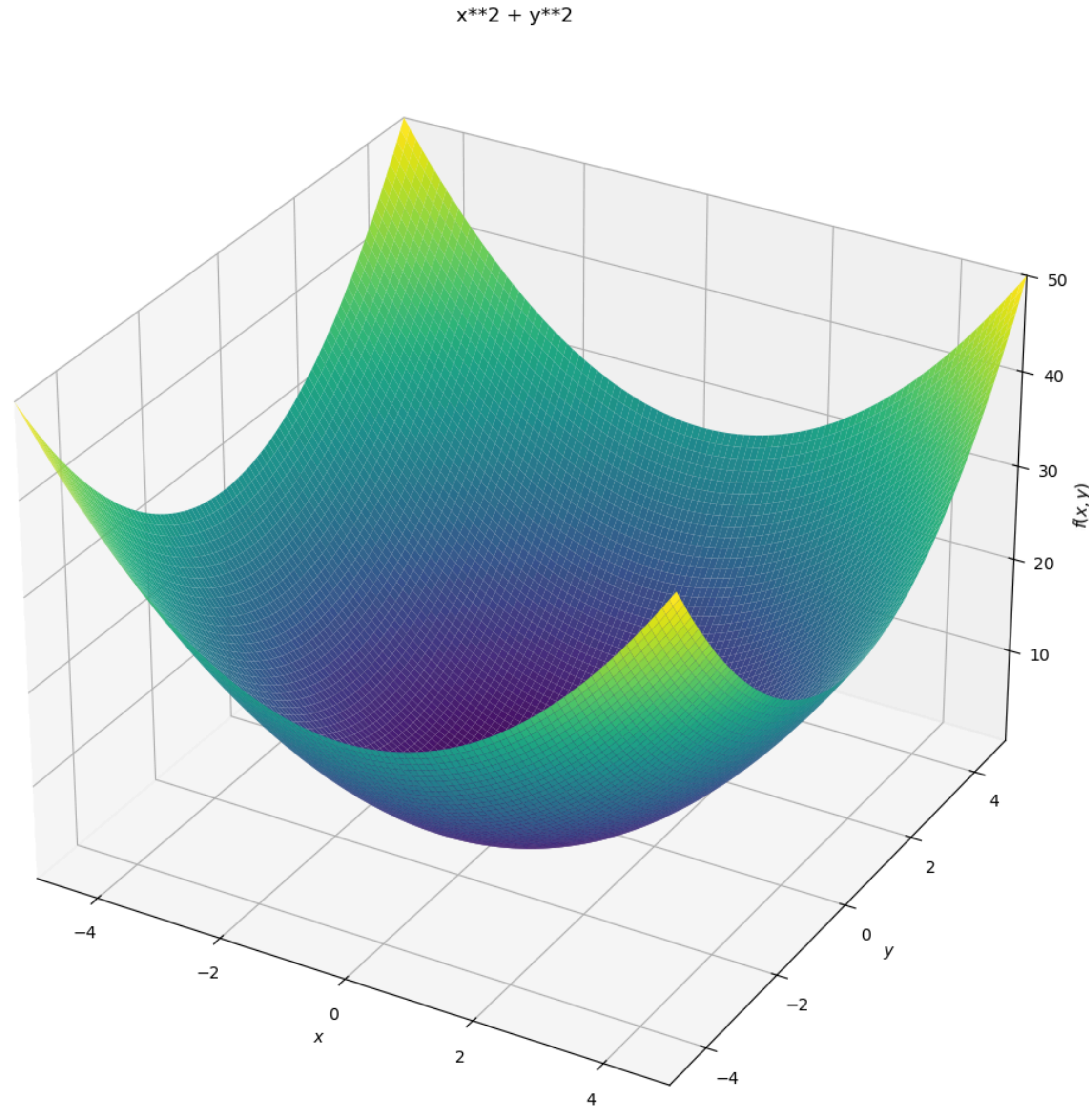
$$f(x) = x^2 + y^2$$

Obviamente se encuentra en (x,y)=(0,0) pero probaremos como llegamos a él a través del descenso del gradiante.

In [25]:
```
#Definimos la funcion
#Paraboloide
f  = lambda X:      X[0]**2 + X[1]**2    #Funcion
df = lambda X: [2*X[0] , 2*X[1]]         #Gradiente

df([1,2])
```

Out[25]: [2, 4]

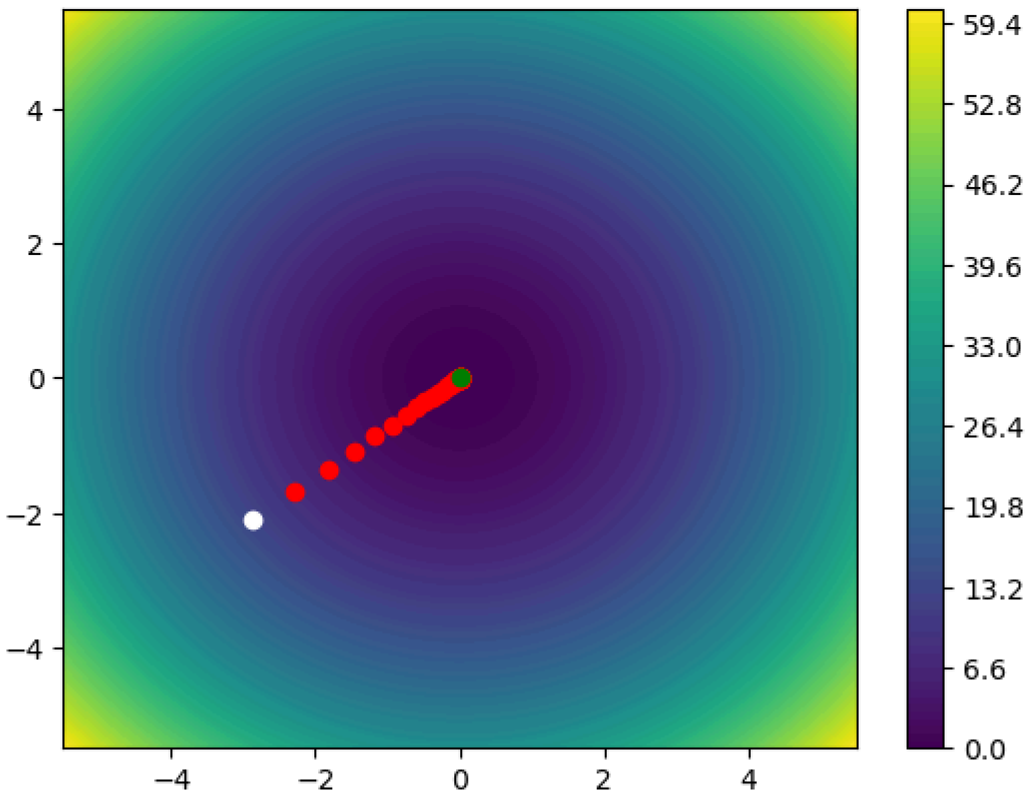
In [26]:
```
from sympy import symbols
from sympy.plotting import plot
from sympy.plotting import plot3d
x,y = symbols('x y')
plot3d(x**2 + y**2,
       (x,-5,5),(y,-5,5),
       title='x**2 + y**2',
       size=(10,10))
```



Out[26]: <sympy.plotting.backends.matplotlibbackend.matplotlib.MatplotlibBackend at 0x1a55977e630>

In [27]:

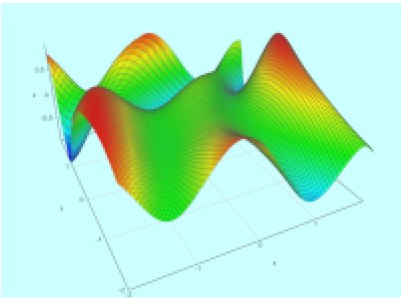
```
#Prepara los datos para dibujar mapa de niveles de Z
resolucion = 100
rango=5.5

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()

#Generamos un punto aleatorio inicial y pintamos de blanco
P=[random.uniform(-5,5  ),random.uniform(-5,5 ) ]
plt.plot(P[0],P[1],"o",c="white")

#Tasa de aprendizaje. Fija. Sería más efectivo reducirlo a medida que nos acerca
TA=.1

#Iteraciones:50
for _ in range(50):
  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")

#Dibujamos el punto final y pintamos de verde
plt.plot(P[0],P[1],"o",c="green")
plt.show()
print("Solucion:" , P , f(P))
```




```
Solucion: [-4.083056717032405e-05, -3.0035417671284917e-05] 2.5692615301388785e-0
9
```

¿Te atreves a optimizar la función?:

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



In [28]:
```
"""
Probamos la busqueda de un optimo local de forma rapida
"""

import math
import numpy as np
from scipy.optimize import minimize
#Definimos la funcion
f= lambda X: math.sin(1/2 * X[0]**2 - 1/4 * X[1]**2 + 3) *math.cos(2*X[0] + 1 -
# Punto inicial
x0 = np.array([0.0, 0.0])

# Optimización
res = minimize(f, x0, method='BFGS')

print("Mínimo local encontrado en:", res.x)
print("Valor mínimo:", res.fun)
```

```
Mínimo local encontrado en: [0. 0.]
Valor mínimo: 0.1411200080598672
```

In [30]:
```python
"""
Probamos la busqueda de un optimo global, más cosotoso
"""

from scipy.optimize import differential_evolution

# Reescribimos f con numpy para que differential_evolution lo entienda
def f_np(X):
    x, y = X
    return np.sin(0.5 * x**2 - 0.25 * y**2 + 3) * np.cos(2*x + 1 - np.exp(y))

# Definimos límites de búsqueda
bounds = [(-5, 5), (-5, 5)]

# Optimización global
result = differential_evolution(f_np, bounds)

print("Mínimo global encontrado en:", result.x)
print("Valor mínimo:", result.fun)
```

```
Mínimo global encontrado en: [0.21953646 2.38574769]
Valor mínimo: -0.9995338037103362
```

Como conclusión, podemos ver que el óptimo global difiere del óptimo local, no que nos sugiere que la búsqueda de óptimos locales nos entrega soluciones buenas y razonables pero no siempre las mejores.