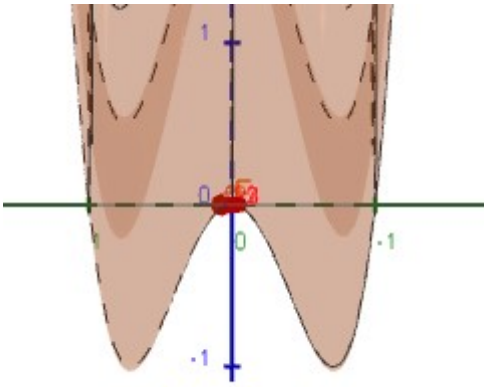
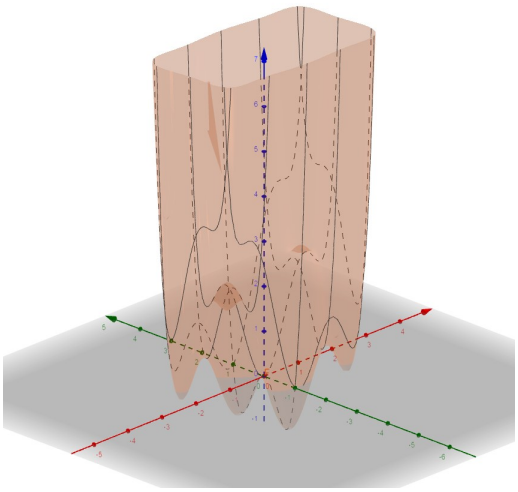
IE_PRACTICA_02	Búsqueda del valor mínimo de una función (método de partículas)	IE

Esta práctica consiste en buscar el mínimo de una función utilizando el método de optimización basado en cúmulos de partículas.

$$F(X,Y) = X^2\left(4 - 2.1\,X^2 + \frac{X^4}{3}\right) + X\,Y + Y^2\left(-4 + 4\,Y^2\right)$$





Esta función tiene dos mínimos globales, en (0.09,-0.71) y en (-0.09,0.71), en los que la función toma el valor de -1.0316

SOLUCIÓN

Definir las librerías a utilizar

```
# Importar librerías
from random import random
```

Definir la función que se quiere minimizar

```
# Función que se quiere minimizar
def funcion(x,y):
    sum1=x**2*(4-2.1*x**2+x**4/3.0)
    sum2=x*y
    sum3=y**2*(-4+4*y**2)
    return sum1+sum2+sum3
```

Función para generar números aleatorios en un rango (inf, sup)

```
def aleatorio(inf,sup):
    return random()*(sup-inf)+inf
```

Definir la clase partícula que actualiza la posición y velocidad

```
# Clase que representa una partícula individual y que facilita
# las operaciones necesarias
class Particula:
    # Algunos atributos de clase (comunes a todas las partículas)
    # Parámetros para actualizar la velocidad
    inercia=1.4
    cognitiva=2.0
    social=2.0
    # Límites del espacio de soluciones
    infx=-2.0
    supx=2.0
    infy=-1.0
    supy=1.0
    # Factor de ajuste de la velocidad inicial
    ajusteV=100.0

    # Crea una partícula dentro de los límites indicados
    def __init__(self):
        self.x=aleatorio(Particula.infx,Particula.supx)
        self.y=aleatorio(Particula.infy,Particula.supy)
        self.vx=aleatorio(Particula.infx/Particula.ajusteV,Particula.supx/Particula.ajusteV)
        self.vy=aleatorio(Particula.infy/Particula.ajusteV,Particula.supy/Particula.ajusteV)
        self.xLoc=self.x
        self.yLoc=self.y
        self.valorLoc=funcion(self.x,self.y)

    # Actualiza la velocidad de la partícula
    def actualizaVelocidad(self,xGlob,yGlob):
        cogX=Particula.cognitiva*random()*(self.xLoc-self.x)
        socX=Particula.social*random()*(xGlob-self.x)
        self.vx=Particula.inercia*self.vx+cogX+socX
        cogY=Particula.cognitiva*random()*(self.yLoc-self.y)
        socY=Particula.social*random()*(yGlob-self.x)
        self.vy=Particula.inercia*self.vy+cogY+socY

    # Actualiza la posición de la partícula
    def actualizaPosicion(self):
        self.x=self.x+self.vx
        self.y=self.y+self.vy
        # Debe mantenerse dentro del espacio de soluciones
        self.x=max(self.x,Particula.infx)
        self.x=min(self.x,Particula.supx)
        self.y=max(self.y,Particula.infy)
        self.y=min(self.y,Particula.supy)
        # Si es inferior a la mejor, la adopta como mejor
        valor= funcion(self.x,self.y)
        if valor<self.valorLoc:
            self.xLoc=self.x
            self.yLoc=self.y
            self.valorLoc=valor
```

Definir la función de enjambre de partículas. Calcula los valores globales

```
def enjambreParticulas(particulas,iteraciones,reduccionInercia):
    # Registra la mejor posición global y su valor
    mejorParticula=min(particulas,key=lambda p:p.valorLoc)
    xGlob=mejorParticula.xLoc
    yGlob=mejorParticula.yLoc
    valorGlob=mejorParticula.valorLoc
    # Bucle principal de simulación
    for iter in range(iteraciones):
        # Actualiza la velocidad y posición de cada partícula
        for p in particulas:
            p.actualizaVelocidad(xGlob,yGlob)
            p.actualizaPosicion()
        # Hasta que no se han movido todas las partículas no se
        # actualiza el mínimo global, para simular que todas se
        # mueven a la vez
        mejorParticula= min(particulas,key=lambda p:p.valorLoc)
        if mejorParticula.valorLoc<valorGlob:
            xGlob=mejorParticula.xLoc
            yGlob=mejorParticula.yLoc
            valorGlob=mejorParticula.valorLoc
        # Finalmente se reduce la inercia de las partículas
        Particula.inercia*=reduccionInercia
        print("Iteración ",iter," xGlobal:",xGlob," yGlobal:",yGlob," ValorGlobal:",valorGlob)
    return (xGlob,yGlob,valorGlob)
```

PROGRAMA PRINCIPAL

Definir número de partículas, iteraciones, inercia

```
# PROGRAMA PRINCIPAL
# Parámetros del problema
nParticulas=10
iteraciones=100
redInercia=0.9
```

Generar las partículas

```
# Genera un conjunto inicial de partículas
particulas=[Particula() for i in range(nParticulas)]
```

Ejecutar el algoritmo del enjambre de partículas

```
# Ejecuta el algoritmo del enjambre de partículas
print(enjambreParticulas(particulas,iteraciones,redInercia))
```

```
Iteración  0  xGlobal: -0.3581419945007014  yGlobal: 0.694693580674274  ValorGlobal: -
0.7683710057392615
Iteración  1  xGlobal: -0.3581419945007014  yGlobal: 0.694693580674274  ValorGlobal: -
0.7683710057392615
Iteración  2  xGlobal: -0.3581419945007014  yGlobal: 0.694693580674274  ValorGlobal: -
```

```
0.7683710057392615
Iteración 3 xGlobal: -0.3581419945007014 yGlobal: 0.694693580674274 ValorGlobal: -
0.7683710057392615
Iteración 4 xGlobal: -0.3581419945007014 yGlobal: 0.694693580674274 ValorGlobal: -
0.7683710057392615
Iteración 5 xGlobal: -0.3581419945007014 yGlobal: 0.694693580674274 ValorGlobal: -
0.7683710057392615
Iteración 6 xGlobal: -0.3581419945007014 yGlobal: 0.694693580674274 ValorGlobal: -
0.7683710057392615
Iteración 7 xGlobal: -0.171338091342004 yGlobal: 0.590618595656766 ValorGlobal: -
0.8941607997848638
Iteración 8 xGlobal: -0.171338091342004 yGlobal: 0.590618595656766 ValorGlobal: -
0.8941607997848638
Iteración 9 xGlobal: -0.171338091342004 yGlobal: 0.590618595656766 ValorGlobal: -
0.8941607997848638
Iteración 10 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 11 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 12 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 13 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 14 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 15 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 16 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 17 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 18 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 19 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 20 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 21 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 22 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 23 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 24 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 25 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 26 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 27 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 28 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 29 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 30 xGlobal: -0.1957746861655315 yGlobal: 0.7265966380580742 ValorGlobal: -
0.9888813084937078
Iteración 31 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 32 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 33 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 34 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
```

```
Iteración 35 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 36 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 37 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 38 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 39 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 40 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 41 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 42 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 43 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 44 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 45 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 46 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 47 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 48 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 49 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 50 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 51 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 52 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 53 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 54 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 55 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 56 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 57 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 58 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 59 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 60 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 61 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 62 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 63 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 64 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 65 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 66 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración 67 xGlobal: -0.18522971155160556 yGlobal: 0.7175408976601017 ValorGlobal: -
```

```
0.9972444570111113
Iteración  68  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  69  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  70  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  71  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  72  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  73  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  74  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  75  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  76  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  77  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  78  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  79  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  80  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  81  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  82  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  83  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  84  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  85  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  86  xGlobal: -0.18522971155160556  yGlobal: 0.7175408976601017  ValorGlobal: -
0.9972444570111113
Iteración  87  xGlobal: -0.08705395104114426  yGlobal: 0.6757284814120115  ValorGlobal: -
1.021100612430425
Iteración  88  xGlobal: -0.08705395104114426  yGlobal: 0.6757284814120115  ValorGlobal: -
1.021100612430425
Iteración  89  xGlobal: -0.08705395104114426  yGlobal: 0.6757284814120115  ValorGlobal: -
1.021100612430425
Iteración  90  xGlobal: -0.08705395104114426  yGlobal: 0.6757284814120115  ValorGlobal: -
1.021100612430425
Iteración  91  xGlobal: -0.0870543437893776  yGlobal: 0.7049150211185109  ValorGlobal: -
1.0311342323241315
Iteración  92  xGlobal: -0.0870543437893776  yGlobal: 0.7049150211185109  ValorGlobal: -
1.0311342323241315
Iteración  93  xGlobal: -0.0870543437893776  yGlobal: 0.7049150211185109  ValorGlobal: -
1.0311342323241315
Iteración  94  xGlobal: -0.0870543437893776  yGlobal: 0.7049150211185109  ValorGlobal: -
1.0311342323241315
Iteración  95  xGlobal: -0.0870543437893776  yGlobal: 0.7049150211185109  ValorGlobal: -
1.0311342323241315
Iteración  96  xGlobal: -0.0870543437893776  yGlobal: 0.7049150211185109  ValorGlobal: -
1.0311342323241315
Iteración  97  xGlobal: -0.0870543437893776  yGlobal: 0.7049150211185109  ValorGlobal: -
1.0311342323241315
Iteración  98  xGlobal: -0.0870543437893776  yGlobal: 0.7049150211185109  ValorGlobal: -
1.0311342323241315
Iteración  99  xGlobal: -0.0870543437893776  yGlobal: 0.7049150211185109  ValorGlobal: -
1.0311342323241315
```

```
(-0.0870543437893776, 0.7049150211185109, -1.0311342323241315)
```