CEIA – Algoritmos Evolutivos – Cohorte 14

Docente: Esp. Ing. Miguel Augusto Azar

Integrantes del grupo:

- David Guarín Castro - davidg@marketpsychdata.com
- Federico Otero – fede.e.otero@gmail.com

Ejercicio 1 (Valor 1 punto)

Mediante un algoritmo genético desarrollado en Python encontrar el valor **máximo** de la función $y = x^2$.

a. (Valor 0.6 puntos) Indicar en el informe (en .pdf) el resultado de la solución encontrada (valor de "x") si se ejecuta el algoritmo 10 lanzamientos. Los parámetros del algoritmo son:

- ✓ Selección por Ruleta
- ✓ Intervalo de la variable de decisión: $[0, 31] \in Z$
- ✓ Aplicar elitismo: Si
- ✓ Gen de cruza monopunto aleatorio
- ✓ Probabilidad de cruce 0.92
- ✓ Probabilidad de mutación 0.1
- ✓ Tamaño de la población: 4
- ✓ Generaciones: 10

Lanzamiento	Solución encontrada
1	30
2	31
3	31
4	31
5	31
6	31
7	31
8	31
9	31
10	31

b. (Valor 0.4 puntos) Indicar la URL del repositorio (o URL Colab) donde se encuentra el algoritmo resuelto.

https://github.com/fede0ter0/ceia_algoritmos_evolutivos

Ejercicio 2 (Valor 4 puntos)

Resolver las siguientes consignas:
Minimizar mediante tres algoritmos genéticos desarrollados en Python la función $y = x^2$.

a. (Valor 0.5 puntos) Indicar en el informe (en .pdf) el resultado de la solución encontrada (valor de "x") si se ejecutan los 3 algoritmos un total de 30 lanzamientos cada uno. Los parámetros de los algoritmos son:

- ✓ Selección por Ranking, Ruleta y Torneo
- ✓ Intervalo de la variable de decisión: [-31, 31]∈R (con un dígito decimal)
- ✓ Aplicar elitismo: Si (solo en el método Ruleta y Ranking)
- ✓ Gen de cruza monopunto aleatorio
- ✓ Probabilidad de cruce 0.85
- ✓ Probabilidad de mutación 0.09
- ✓ Tamaño de la población: 4
- ✓ Generaciones: 10

Lanzamiento	Solución Ranking	Solución Ruleta	Solución Torneo
1	-2.93	7.84	4.21
2	-2.93	4.39	4.21
3	-2.27	4.39	4.21
4	-2.03	3.90	0.33
5	-2.03	3.90	0.27
6	-2.03	3.90	0.27
7	-1.96	3.90	0.27
8	-1.96	3.90	0.27
9	-1.96	3.90	0.27
10	-1.96	0.03	0.27
11	-1.96	0.03	0.27
12	-1.96	0.03	0.27
13	-1.96	0.03	0.27
14	-1.96	0.03	0.27
15	-1.96	0.03	0.27
16	-1.96	0.03	0.03
17	-1.96	0.03	0.03
18	-1.96	0.03	0.03
19	-1.96	0.03	0.03
20	-1.96	0.03	0.03
21	-1.96	0.03	0.03
22	-1.96	0.03	0.03
23	-1.96	0.03	0.39
24	-1.96	0.03	4.87
25	-1.96	0.03	4.87
26	-1.96	0.03	4.87
27	-1.96	0.03	4.93
28	-1.96	0.03	3.96
29	-1.96	0.03	0.09
30	-1.96	0.03	0.57

b. (Valor 0.75 puntos) Completar la siguiente tabla en base a las 30 ejecuciones con los parámetros señalados.

Algoritmo	Mínimo	Promedio	Máximo	Desv. Est.
Ranking	**-2.93**	**-2.042**	**-1.96**	**0.248**
Ruleta	**0.03**	**1.355**	**7.84**	**2.167**
Torneo	**0.03**	**1.356**	**4.93**	**1.952**

c. (Valor 0.75 puntos) Explicar (en el .pdf) una interpretación de los resultados obtenidos en el ítem anterior.

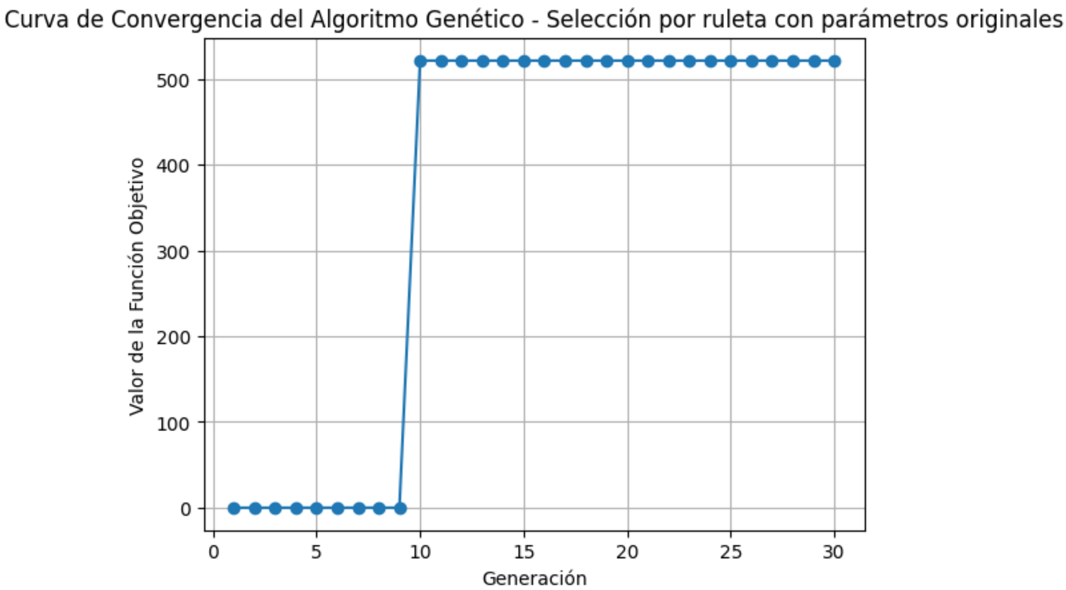
El método de selección por ruleta fue el mejor método en nuestro caso porque mantuvo un buen equilibrio entre exploración y explotación, además de preservar las mejores soluciones a través del elitismo, permitiendo que el algoritmo encontrara la solución óptima sin estancarse.
El método de selección por torneo muestra oscilaciones por la pérdida de diversidad genética debido a la alta presión selectiva, cuando las soluciones convergen prematuramente a un valor subóptimo.
El método de selección por ranking lineal muestra un estancamiento debido a la presión selectiva relativamente baja, combinada con elitismo, que permite que el algoritmo se estabilice en un subóptimo sin poder escapar de él.

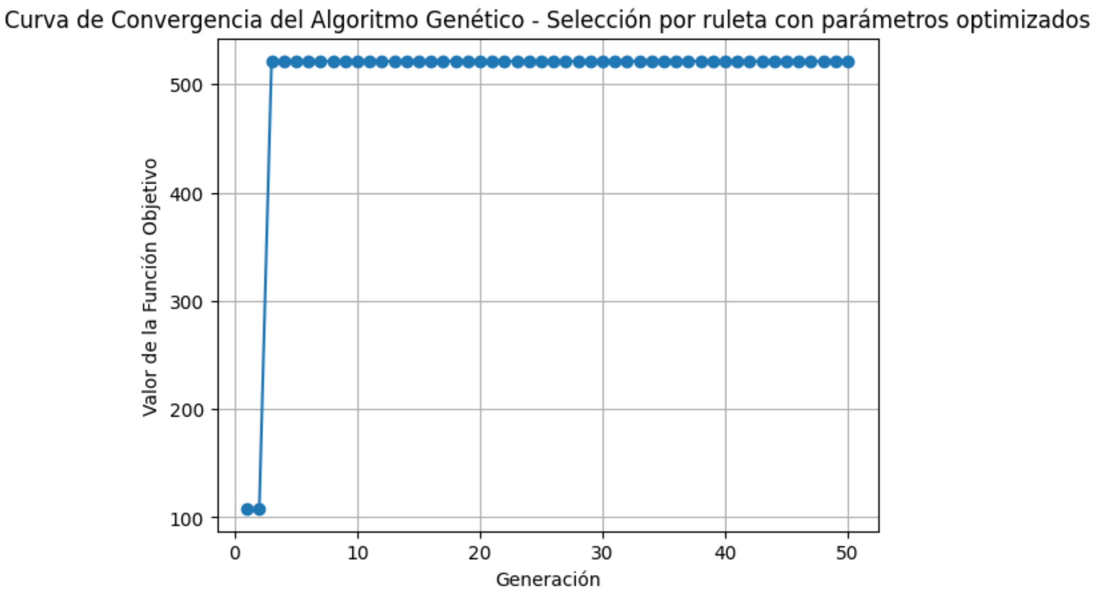
d. (Valor 1 punto) Modificar los parámetros **Pm**, **Tamaño de la población** y **Generaciones** de modo tal que se consiga encontrar una combinación que permita obtener el mejor valor óptimo y su correspondiente solución (para cada algoritmo habrá una combinación diferente). Transcribir las combinaciones encontradas en el .pdf.

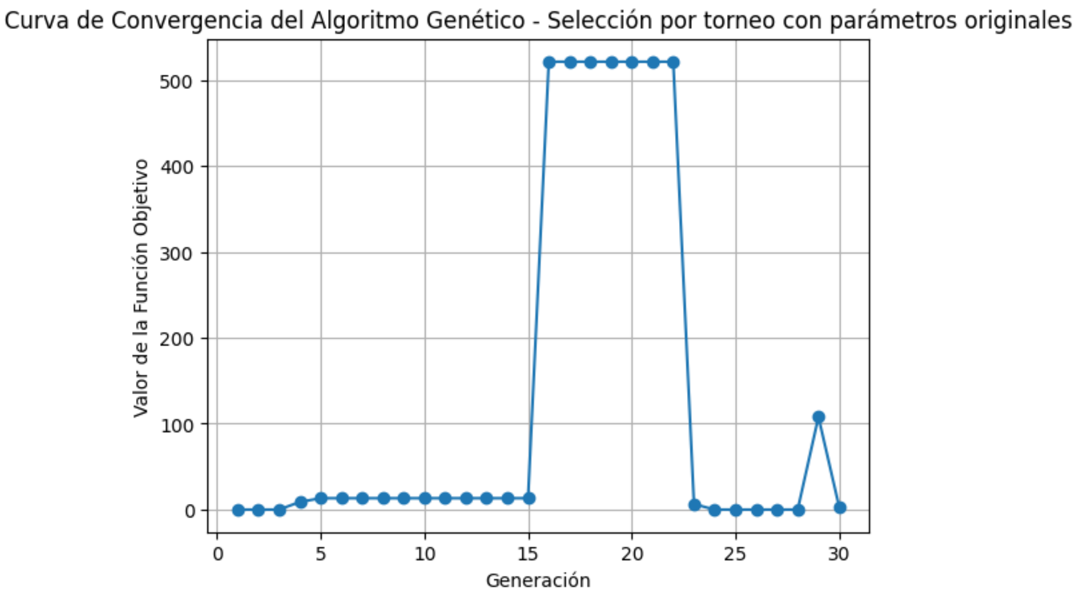
Los valores de los parámetros que elegimos son:
Pm = 0.15
Tamaño de la población = 20
Generaciones = 50

Los valores óptimos que encontramos son:
Solución Ranking: -0.03
Solución Ruleta: 0.03
Solución Torneo: 0.09

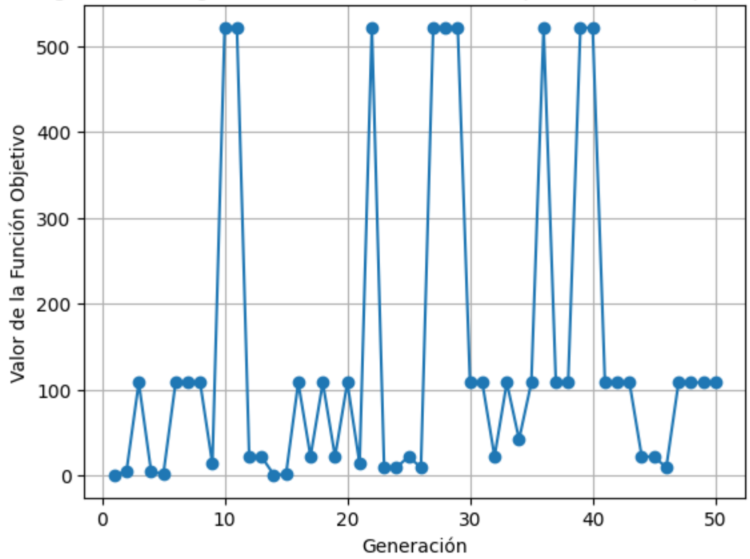
e. (Valor 0.5 puntos) Realizar 6 curvas de convergencia; 3 correspondientes a los algoritmos con los parámetros originales y 3 correspondientes a los algoritmos con los mejores parámetros encontrados en el ítem d. Mostrar las 6 curvas en el .pdf. Las curvas deben contener título, leyenda y etiquetas en los ejes.


Curva de Convergencia del Algoritmo Genético - Selección por ruleta con parámetros originales
Valor de la Función Objetivo
Generación
0
100
200
300
400
500
0
5
10
15
20
25
30

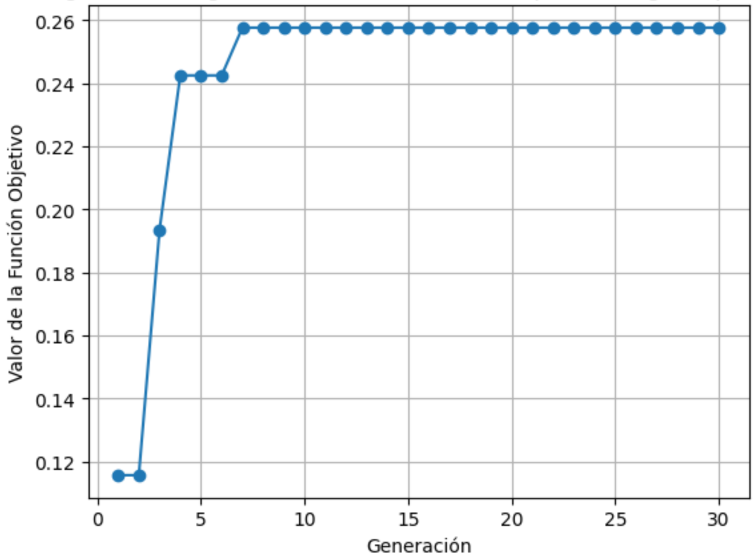

Curva de Convergencia del Algoritmo Genético - Selección por ruleta con parámetros optimizados
Valor de la Función Objetivo
Generación
100
200
300
400
500
0
10
20
30
40
50


Curva de Convergencia del Algoritmo Genético - Selección por torneo con parámetros originales
Valor de la Función Objetivo
Generación
0
100
200
300
400
500
0
5
10
15
20
25
30

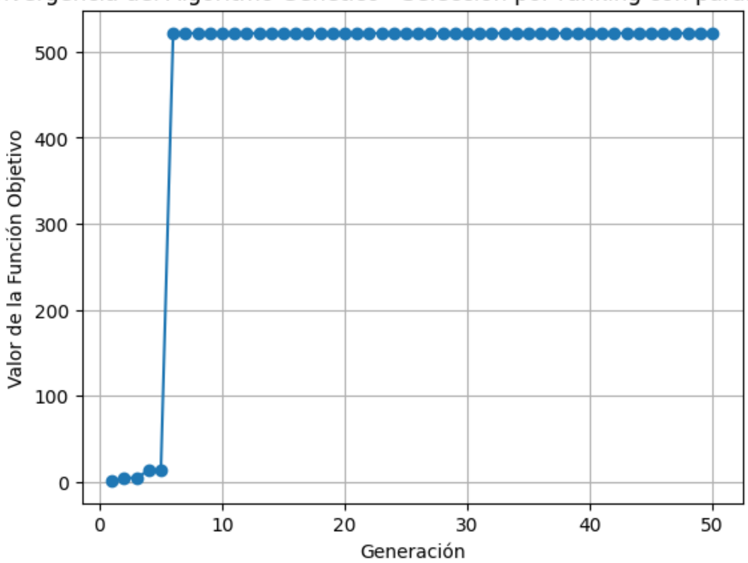
Curva de Convergencia del Algoritmo Genético - Selección por torneo con parámetros optimizados



Curva de Convergencia del Algoritmo Genético - Selección por ranking con parámetros originales



Curva de Convergencia del Algoritmo Genético - Selección por ranking con parámetros optimizados



f. (Valor 0.5 puntos) Interpretar tanto las combinaciones de parámetros encontradas en cada uno de los 3 algoritmos como sus graficas de convergencia en el ítem anterior y explicarlas en el .pdf.

Como podemos visualizar en los gráficos, al incrementar tanto el tamaño de la población como la probabilidad de mutación, agregamos diversidad que nos ayuda a una mejor convergencia. Por otro lado, también sacamos provecho de una mayor cantidad de generaciones.

Ejercicio 3 (Valor 5 puntos)

La distribución de la concentración de cierto contaminante en un canal está descrita por la ecuación:

$$c(x, y) = 7.7 + 0.15x + 0.22y - 0.05x^2 - 0.016y^2 - 0.007xy$$

En donde, las variables independientes se encuentran entre los límites de $-10 \leq x \leq 10$, $0 \leq y \leq 20$.
Para la función de adaptación anterior, escribir y ejecutar dos algoritmos genéticos que utilicen el operador de selección por ruleta y torneo respectivamente con probabilidades de cruza y mutación a elección. Luego realizar las siguientes consignas para ambos algoritmos:

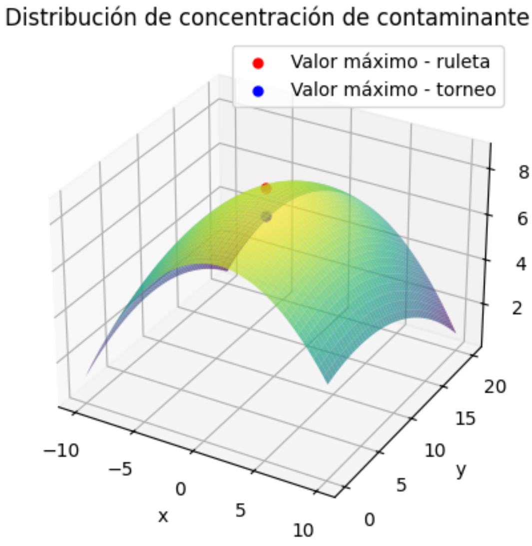
a. (Valor 1.5 puntos) Determinar en forma aproximada la concentración máxima dada la función c(x, y). Utilizar una precisión de 3 decimales. Transcribir en el .pdf el resultado obtenido en ambos algoritmos.

La mejor combinación de **(x,y)** en el caso del método de selección por ruleta es **(-0.737, 10.075)**, mientras que en el caso del método de selección por torneo es de **(1.750, 5.827)**. En el primer caso, el valor de la función objetivo es de **8.206**, mientras que en el segundo es de **8.476**.

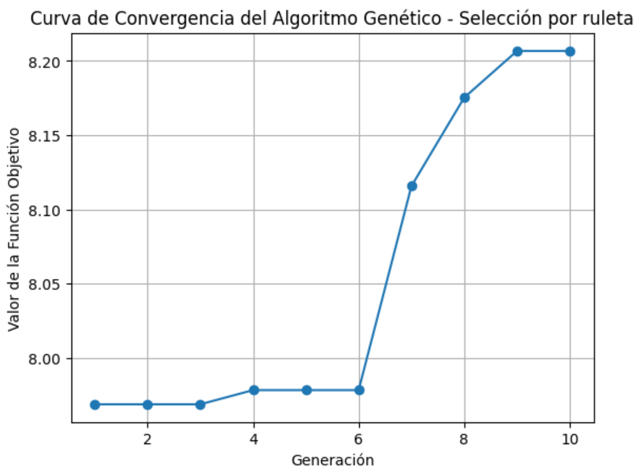
b. (Valor 0.5 puntos) Indicar la URL del repositorio (o URL Colab) donde se encuentra el algoritmo resuelto.

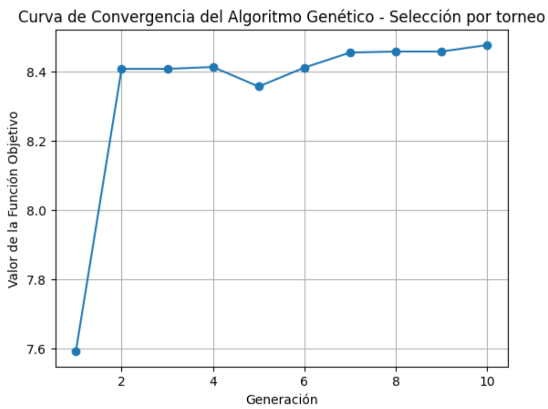
https://github.com/fede0ter0/ceia_algoritmos_evolutivos

c. (Valor 0.75 puntos) Graficar c(x, y) en 3D para los intervalos de las variables independientes ya mencionados y agregar un punto rojo (ruleta) y un punto azul (torneo) en la gráfica en donde el algoritmo haya encontrado el valor máximo. Cada gráfico debe contener título, leyenda y etiquetas en los ejes.



d. (Valor 0.75 puntos) Graficar las mejores aptitudes encontradas en función de cada generación (Curva de convergencia de ambos algoritmos). Cada gráfico debe contener título, leyenda y etiquetas en los ejes.





e. (Valor 1.5 puntos) Realizar conclusiones/comentarios/observaciones respecto a los resultados obtenidos en ambos algoritmos.

Para este problema, usamos 10 generaciones, con una población pequeña de 4 individuos y unas probabilidades de cruza y mutación iguales a las del Ejercicio 1.
En este caso, el método de selección por torneo mostró un mejor rendimiento porque la función multivariable con interacción entre x e y presenta mayor complejidad, y la mayor presión selectiva del torneo fue más eficaz para encontrar combinaciones adecuadas de los parámetros que maximizan la función.