

# Solucion a Problemas Multidimensionales usando Estrategias Evolutivas

Angel David Corredor

**Abstract**—El artículo presenta una implementación de la técnica de estrategias evolutivas como una excelente estrategia para resolver problemas de optimización en espacios reales multidimensionales. Adicionalmente se hace una comparación estadística con algoritmos de proposito similar como los algoritmos geneticos y el ascenso a la colina.

## I. INTRODUCCIÓN

Con la evolución de la computación han surgido nuevas estrategias para abordar antiguos problemas inabordables para calculos a mano, uno de ellos es la optimización de reales en espacios multidimensionales. Una de las primeras técnicas en abordar este problema en especifico fueron las estrategias evolutivas [1], las cuales debido al manejo de parametros especificos guian de mejor manera el proceso evolutivo y en consecuencia el de optimización.

## II. DIMENSION Y FUNCIONES

Para realizar las comparaciones, se ha escogido el espacio  $\mathbb{R}^{20}$  para representar la alta dimensionalidad de algunos problemas de optimización. Adicionalmente se escogen 2 funciones definidas en este espacio que ademas presentan multiples minimos locales los cuales dificultan una busqueda basada en gradiente, estas funciones son:

### A. Ackley

Función diseñada especialmente para probar algoritmos de optimización debido a que cuenta con numerosos minimos locales, esta funcion cuenta con la facilidad de ser escalable a cualquier número de dimensiones  $d$ .

$$-a \exp\left(\sqrt{\frac{1}{d} \sum_{i=1}^d x_i^2}\right) - \exp\left(\sqrt{\frac{1}{d} \sum_{i=1}^d \cos(cx_i)}\right) + a + \exp(1)$$

$$x_i \in [-32.768, 32.768], \forall_{i=1}^d$$

Cuenta con diversos parametros los cuales se recomiendan ser  $a = 20$ ,  $b = 0.2$  y  $c = 2\pi$

### B. Rastrigin

Algoritmo altamente multimodal que con multiples minimos locales uniformemente distribuidos. Esta funcion es escalable a cualquier número de dimensiones  $d$ .

$$10d + \sum_{i=1}^d x_i^2 - 10\cos(2\pi x_i)$$

$$x_i \in [-5.12, 5.12], \forall_{i=1}^d$$

## III. RESULTADOS

Para los experimentos se usaron los problemas anteriormente expuestos, la estrategia evolutiva esta configurada con un reemplazo  $\mu + \lambda$ , una seleccion aleatoria de padres y un parametro exogeno por cada gen. El ascenso a la colina cuenta unicamente con una mutación gaussiana y el algoritmo genetico cuenta ademas con un cruce simple.

A cada algoritmo se le mide el rendimiento estadistico y se hace una comparación entre estas medidas. Para cada experimento se hicieron 30 ejecuciones independientes, contando cada una de ellas con 100 generaciones de 100 individuos cada una. El código usado se puede encontrar en [https://github.com/adcorredorm/Evolutionary\\_Computing](https://github.com/adcorredorm/Evolutionary_Computing).

Los resultados obtenidos fueron:

Problema	$\bar{x}$	$\sigma_{\bar{x}}$	mediana	$\sigma_{med}$
Ackley	0.5309	0.4635	0.2595	0.5394
Rastrigin	15.6704	8.9865	13.6117	9.2272

TABLE I: Resumen estadistico estrategia evolutiva por problema

Problema	$\bar{x}$	$\sigma_{\bar{x}}$	mediana	$\sigma_{med}$
Ackley	14.7007	1.1130	14.5960	1.1181
Rastrigin	46.1775	11.0827	44.6615	11.1894

TABLE II: Resumen estadistico algoritmo genético por problema

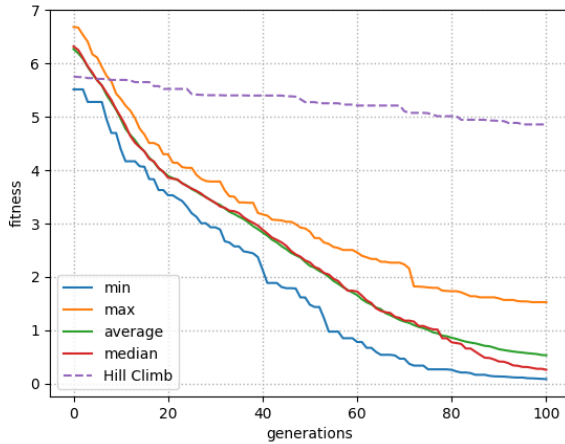
Problema	$\bar{x}$	$\sigma_{\bar{x}}$	mediana	$\sigma_{med}$
Ackley	5.5825	0.2710	5.6181	0.2734
Rastrigin	164.2695	20.6900	168.8914	21.2173

TABLE III: Resumen estadistico ascenso a la colina por problema

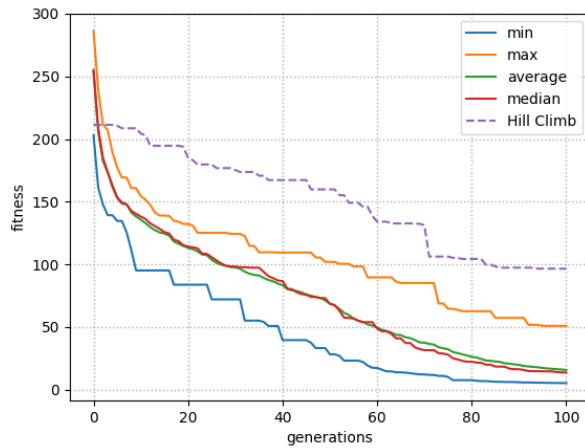
## IV. CONCLUSIONES

Al realizar el análisis de los datos, se puede ver en la grafica 1 existe una amplia diferencia entre las soluciones aportadas por los algoritmos. Esto solo se refuerza al comparar los estadisticos en la tabla I y III.

Respecto al algoritmo genético, se puede ver que en ocasiones este puede ser mejor que la estrategia evolutiva como el la grafica 2.b, sin embargo en la misma grafica se puede comprobar que en un largo plazo es esta ultima quien consigue mejores resultados. Nuevamente esto se puede



(a) Resultados Ackley 20 dimensiones



(b) Resultados Rastrigin 20 dimensiones

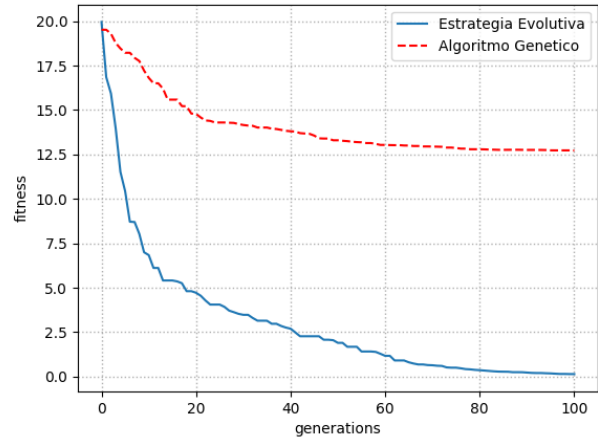
Fig. 1: Comparacion Estrategias Evolutivas vs Ascenso a la Colina

apreciar al comparar las tablas I y II.

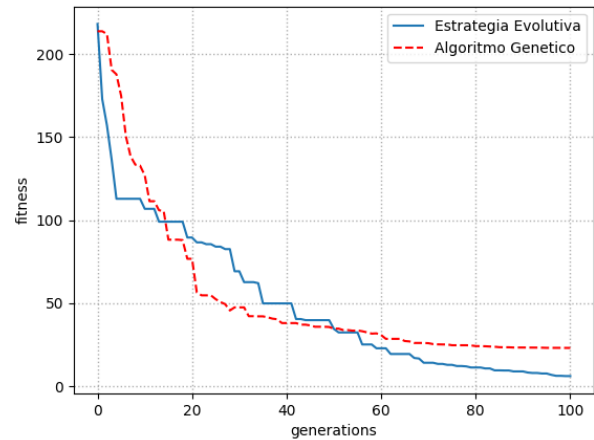
Con esto, la estrategia evolutiva demuestra ser mejor que los otros algoritmos cuando se trata de problemas con números reales en espacios multidimensionales, demostrando ser una de las técnicas más sólidas en este propósito dentro de los algoritmos evolutivos.

#### REFERENCES

- [1] Back, Hoffmeister, Schwefel. A survey of Evolution strategies.



(a) Resultados Ackley 20 dimensiones



(b) Resultados Rastrigin 20 dimensiones

Fig. 2: Comparacion Estrategias Evolutivas vs Algoritmo Genetico