



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIAS

---

## Tarea 2 - Búsqueda Aleatoria

---

Materia: *Sistemas Inteligentes II*    Profesor: *Javier Enrique Gomez Avila*

*Carlos Omar Rodriguez Vazquez*  
*219570126*

Fecha de Entrega: September 2, 2024

## Objetivo

### Introducción

Los algoritmos heurísticos son métodos que utilizan reglas empíricas o enfoques de sentido común para resolver un problema. Generalmente, no se espera que los algoritmos heurísticos encuentren la mejor solución a un problema, sino que solo se espera que encuentren soluciones que sean "lo suficientemente cercanas" a la mejor.

### Búsqueda Aleatoria

El método de Búsqueda Aleatoria (RS) evalúa la función  $f(\mathbf{x})$  con los valores de  $\mathbf{x}$  seleccionados aleatoriamente. Si un número suficiente de iteraciones es seleccionado, el óptimo es encontrado eventualmente.

Este método genera números aleatorios dentro de un intervalo  $\mathbf{x}_l \times \mathbf{x}_u \in \mathbb{R}^n$  mediante la siguiente ecuación

$$\mathbf{x} = \mathbf{x}_l + (\mathbf{x}_u - \mathbf{x}_l) \odot \mathbf{r}$$

### Hill Climbing

A diferencia de Búsqueda Aleatoria, este método hace uso de un número aleatorio extra  $j \in \{1, n\}$  para generar el nuevo número aleatorio con la siguiente ecuación

$$\mathbf{x} = \mathbf{x}_{l_j} + (\mathbf{x}_{u_j} - \mathbf{x}_{l_j})r$$

### (1+1)-ES

Las Estrategias Evolutivas (ES) se basan en el principio de evolución de las teorías de Darwin. Estas estrategias imitan los principios de evolución natural, asociando el concepto de individuo a una solución candidata. La capacidad de supervivencia de un individuo se define por la calidad de la evaluación de una función objetivo.

Generalmente, las ES son metaheurísticas con base en población de soluciones. Sin embargo, existe una estrategia metaheurística con base en una solución llamada (1+1)-ES. La estrategia (1+1)-ES es la más simple de todas y consiste de un padre que genera un hijo, donde solo el individuo más apto pasa a la siguiente generación.

Donde el hijo es generado de la siguiente manera

$$\mathbf{y} = \mathbf{x} + \mathbf{r}$$

$$\mathbf{r} = (r_1, r_2, \dots, r_n) : r_j \sim N(0, \rho^2) \forall j \in \{1, n\}$$

### Gráficas de Convergencia

Las gráficas de convergencia son una herramienta útil para visualizar la convergencia de los algoritmos de optimización durante el proceso iterativo.

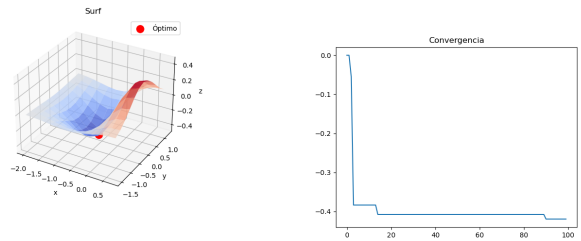
La gráfica muestra el mejor valor obtenido  $f(\mathbf{x})$  por cada una de las iteraciones del algoritmo.

## Resultados

### Primer Problema

- **Función Objetivos:**  $f(x) = xe^{-x^2-y^2}$
- **Numero de iteraciones:**  $n = 100$

### Búsqueda Aleatoria



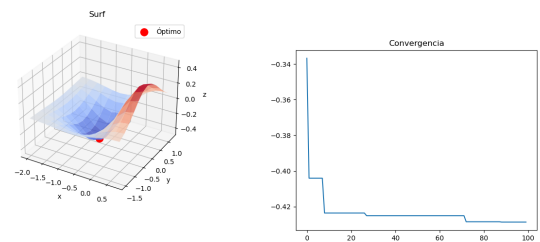
(a) Gráfica de la función con valor mínimo en el punto rojo.

(b) Gráfica de Convergencia.

**Mínimo global en  $\mathbf{x} = (-0.6036, 0.005)$  con valor  $f(\mathbf{x}) = -0.41928$**

Figure 1: Resultados obtenidos utilizando el método de Búsqueda Aleatoria.

### Hill Climbing



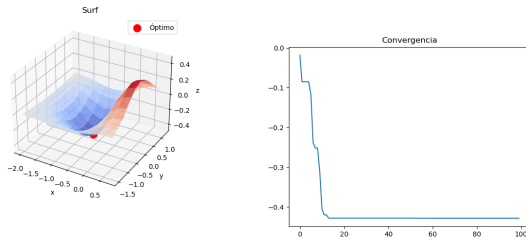
(a) Gráfica de la función con valor mínimo en el punto rojo.

(b) Gráfica de Convergencia.

**Mínimo global en  $\mathbf{x} = (-0.7018, 0.01801)$  con valor  $f(\mathbf{x}) = -0.42971$**

Figure 2: Resultados obtenidos utilizando el método de Hill Climbing.

## (1+1)-ES



(a) Gráfica de la función con valor mínimo en el punto rojo. (b) Gráfica de Convergencia.

**Mínimo global** en  $\mathbf{x} = (-0.6879, 0.0146)$  con valor  $f(\mathbf{x}) = -0.42847$

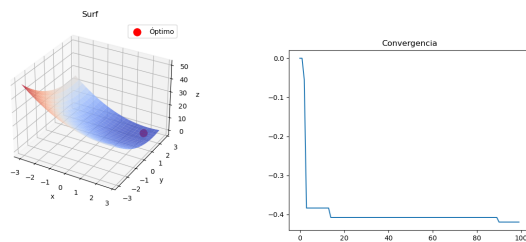
Figure 3: Resultados obtenidos utilizando el método de (1+1)-ES.

Para el primer problema vemos que el método (1+1)-Es encontro un mejor resultados respecto a los otros métodos y junto al método de Hill Climbing tuvieron una convergencia menor que Búsqueda Aleatoria alrededor de 10 iteraciones.

## Segundo Problema

- **Función Objetivos:**  $f(x) = (x - 2)^2 + (y - 2)^2$
- **Numero de iteraciones:**  $n = 100$

## Búsqueda Aleatoria

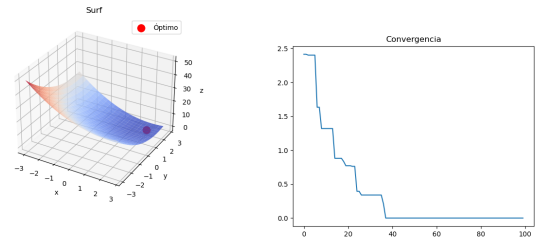


(a) Gráfica de la función con valor mínimo en el punto rojo. (b) Gráfica de Convergencia.

**Mínimo global** en  $\mathbf{x} = (2.1117, 1.6918)$  con valor  $f(\mathbf{x}) = 0.107444$

Figure 4: Resultados obtenidos utilizando el método de Búsqueda Aleatoria.

## Hill Climbing

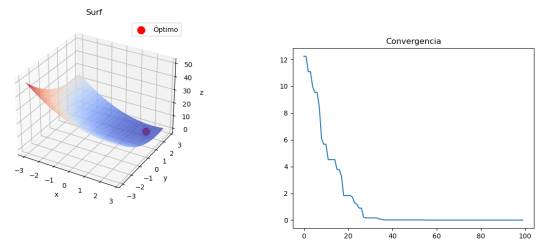


(a) Gráfica de la función con valor mínimo en el punto rojo. (b) Gráfica de Convergencia.

**Mínimo global** en  $\mathbf{x} = (1.9954, 2.0175)$  con valor  $f(\mathbf{x}) = 0.000329$

Figure 5: Resultados obtenidos utilizando el método de Hill Climbing.

## (1+1)-ES



(a) Gráfica de la función con valor mínimo en el punto rojo. (b) Gráfica de Convergencia.

**Mínimo global** en  $\mathbf{x} = (1.9592, 2.0316)$  con valor  $f(\mathbf{x}) = 0.002665$

Figure 6: Resultados obtenidos utilizando el método de (1+1)-ES.

Para este problema el método Búsqueda Aleatorio tuvo una mejor convergencia sin embargo no fue el que encontró el mejor resultado, nuevamente Hill Climbing y (1+1)-Es tuvieron una convergencia similar pero Hill Climbing encontro un mejor resultado.

## Conclusiones

Al estudiar los métodos de optimización basados en meta-heurísticas basadas en una solución se puede observar que algoritmos similares entre si como Búsqueda Aleatoria, Hill Climbing y (1+1)-ES pero con importantes diferencias tienen comportamientos distintos los cuales los hacen ideales para distintos contextos, mientras que Búsqueda Aleatoria opta más por la exploración, (1+1)-ES por la explotación y Hill Climbing a la exploración pero con mayor explotación que

Búsqueda Aleatoria. En este tipo de pruebas donde las funciones son simples y con un solo mínimo, el algoritmo que más destaque fue claramente (1+1)-ES por su gran enfoque en la explotación, a pesar de que en el segundo problema no fue el que encontró el mejor resultado debido a la naturaleza de los algoritmos, en la mayoría de las pruebas fue el que mejor comportamiento tuvo.