

# INTELIGENCIA COMPUTACIONAL:

## COMPUTACIÓN EVOLUTIVA: INTRODUCCIÓN

---

Dr. Gregorio Toscano  
email: [gtoscano@cinvestav.com](mailto:gtoscano@cinvestav.com)



# ESTRATEGIAS EVOLUTIVAS

---



Hans Paul Schwefel



Ingo Rechenberg

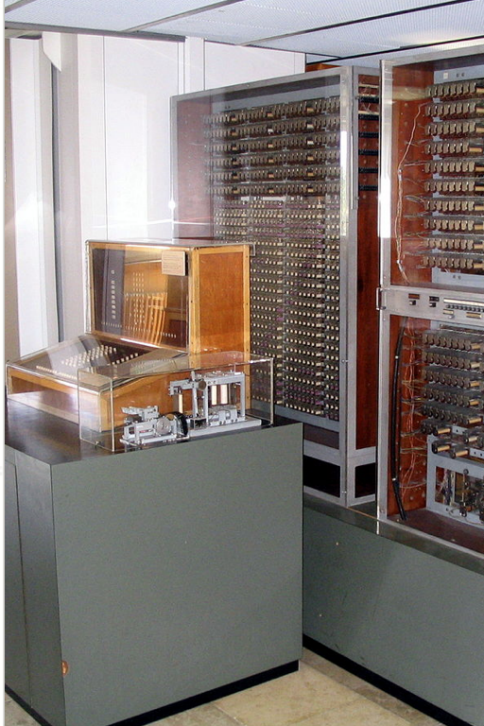


## Hans-Paul Schwefel: Numerische Optimierung von Computer-Modellen mittels der Evolutionsstrategie

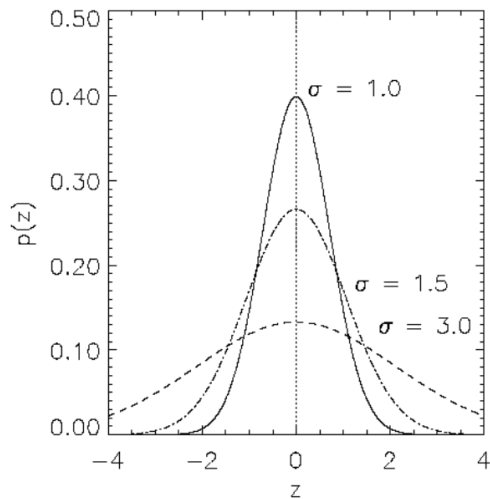
Mit einer vergleichenden Einführung in die  
Hill-Climbing- und Zufallsstrategien



Springer Basel AG



- Su operador principal es la mutación.
- La selección es determinista global.
- Una solución o poblacional.
- Autoadaptación.

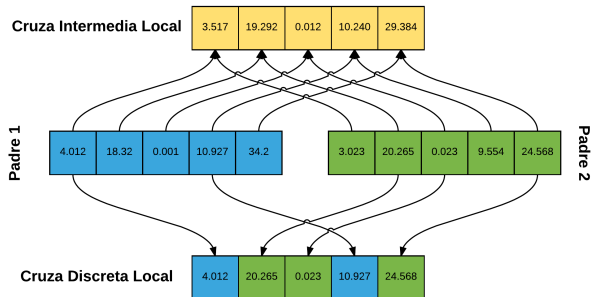


“La razón entre mutaciones exitosas y el total de mutaciones debe ser  $1/5$ . Si es mayor, entonces debe incrementarse la desviación estándar. Si es menor, entonces debe decrementarse”.

$$\sigma = \begin{cases} \sigma / c & \text{si } p_s > 1/5 \\ \sigma * c & \text{si } p_s < 1/5 \\ \sigma & \text{si } p_s = 1/5 \end{cases}$$

donde  $n$  es el número de dimensiones,  $t$  es la generación,  $p_s$  es la frecuencia relativa de mutaciones exitosas medida sobre intervalos de individuos, y  $c = 0.817$ .





- El operador de selección está determinado por el tipo de estrategia: “,” o “+”
- $(1 + 1)$ -EE
- $(\mu + 1)$ -EE
- $(\mu + \lambda)$ -EE
- $(\mu, \lambda)$ -EE
- Selección determinista

```
1 Inicializar parámetros;
2  $t \leftarrow 0$ ;
3 Crear población inicial  $\mathcal{P}(0)$  con  $\mu$  individuos;
4 for each  $x_i \in \mathcal{P}(0)$  do
5   | Evaluar individuo  $x_i$ ;
6 repeat
7   | for  $i \leftarrow 1, \dots, \lambda$  do
8     | if  $\mu \geq 2$  then
9       |   Elegir  $\rho \geq 2$  padres aleatoriamente;
10      |   Crear un hijo  $x'_i$  mediante la recombinación de los padres;
11      |   Aplicar mutación a  $x'_i$ ;
12      |   Evaluar individuo  $x'_i$ ;
13      |    $\mathcal{P}'(t) \leftarrow \mathcal{P}'(t) \cup x'_i$ ;
14   | if estrategia ( $\mu, \lambda$ ) then
15     |   Seleccionar  $P(t + 1)$  de  $\mathcal{P}'(t)$ ;
16   | else
17     |   Seleccionar  $P(t + 1)$  de  $\mathcal{P}(t) \cup \mathcal{P}'(t)$ ;
18   |  $t \leftarrow t + 1$ ;
19 until se cumpla criterio de terminación;
```

---

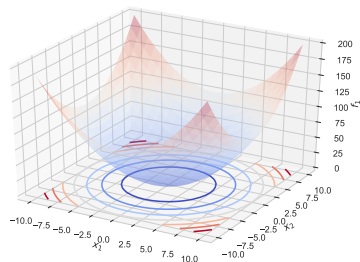
---

```
1 Inicializar parámetros;
2  $t \leftarrow 0$ ;
3 Crear el individuo  $\mathbf{x}^0$ ;
4 Evaluar  $\mathbf{x}^0$ ;
5 repeat
6    $\mathbf{x}' \leftarrow \mathbf{x}^t + N(0, \sigma)$ ;
7   Evaluar individuo  $\mathbf{x}'$ ;
8   if  $f(\mathbf{x}') < f(\mathbf{x}^t)$  then
9      $\mathbf{x}^{t+1} \leftarrow \mathbf{x}'$ ;
10  else
11     $\mathbf{x}^{t+1} \leftarrow \mathbf{x}^t$ ;
12   $t \leftarrow t + 1$ ;
13 until se cumpla criterio de terminación;
```

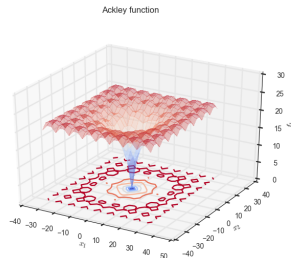
---

$$f(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2$$

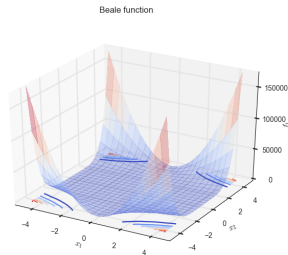
Sphere function



$$f(x, y) = -20 \exp \left( -0.2 \sqrt{0.5 (x^2 + y^2)} \right) \\ - \exp (0.5 (\cos (2\pi x) + \cos (2\pi y))) \\ + e + 20 \\ x, y \in [-32.768, 32.768]$$



$$f(x, y) = (1.5 - x + xy)^2 + (2.25 - x + xy^2)^2 + (2.625 - x + xy^3)^2$$
$$x, y \in [-4.5, 4.5]$$
$$f(x^* = 3, y^* = 0.5) = 0$$



[https://en.wikipedia.org/wiki/Test\\_functions\\_for\\_optimization](https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization)



- A Survey of Evolution Strategies (1991) by Thomas Bäck , Frank Hoffmeister, Hans-Paul Schwefel.
- <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.42.3375>

- Evolution strategies – A comprehensive introduction (2002) by Hans-Georg BeyerHans-Paul Schwefel.
- <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1015059928466>

`gtoscano@cinvestav.mx`