

OPTIMIZACIÓN

Erik Cuevas, Valentín Osuna, Diego Oliva y Margarita Díaz

CAPÍTULO 2

ALGORITMOS GENÉTICOS (GA)



Introducción

- Los sistemas adaptivos artificiales (SAA) son una opción viable para resolver algunos problemas clásicos de inteligencia artificial
- Algunos ejemplos son el γ -pandemonium, sistemas morfogénéticos, autómata autoreproducido, solucionador general de problemas
- Los SAA están estrechamente relacionados con las metaheurísticas
- Algoritmos Genéticos (AG) es una metaheurística inspirada en la evolución de la especie, y pertenece a los llamados Algoritmos Evolutivos
- Los AG fueron propuestos por Holland y sus colegas en los 60's para resolver problemas de optimización
- Sus operadores son selección, cruce y mutación

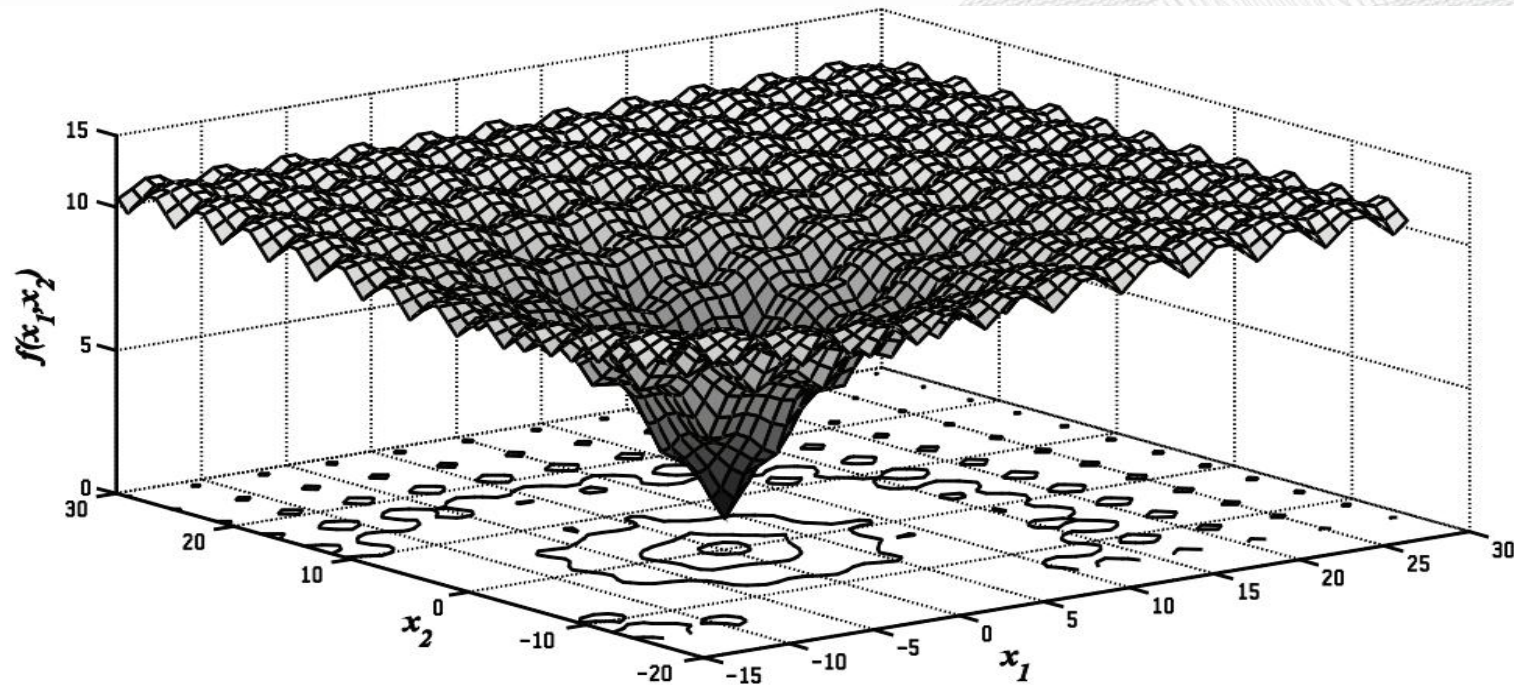
Generalidades

Minimizar

$$f(x) = f(x_1, x_2) = a + \exp(1) - a \cdot \exp\left(-b \sqrt{\frac{1}{d}(x_1^2 + x_2^2)}\right) - \exp\left(\frac{1}{d}(\cos(c \cdot x_1) + \cos(c \cdot x_2))\right) \quad (2.1)$$

considerando

$$x_1, x_2 \in [-15, 30]$$



Inicialización

- Los individuos (o soluciones candidatas), son los valores que puede tomar una posible solución al problema
- Los individuos pueden ser vectores de números binarios, o vectores de números reales
- Al principio del algoritmo es necesario inicializar la población de individuos, mediante (caso de individuos binarios):

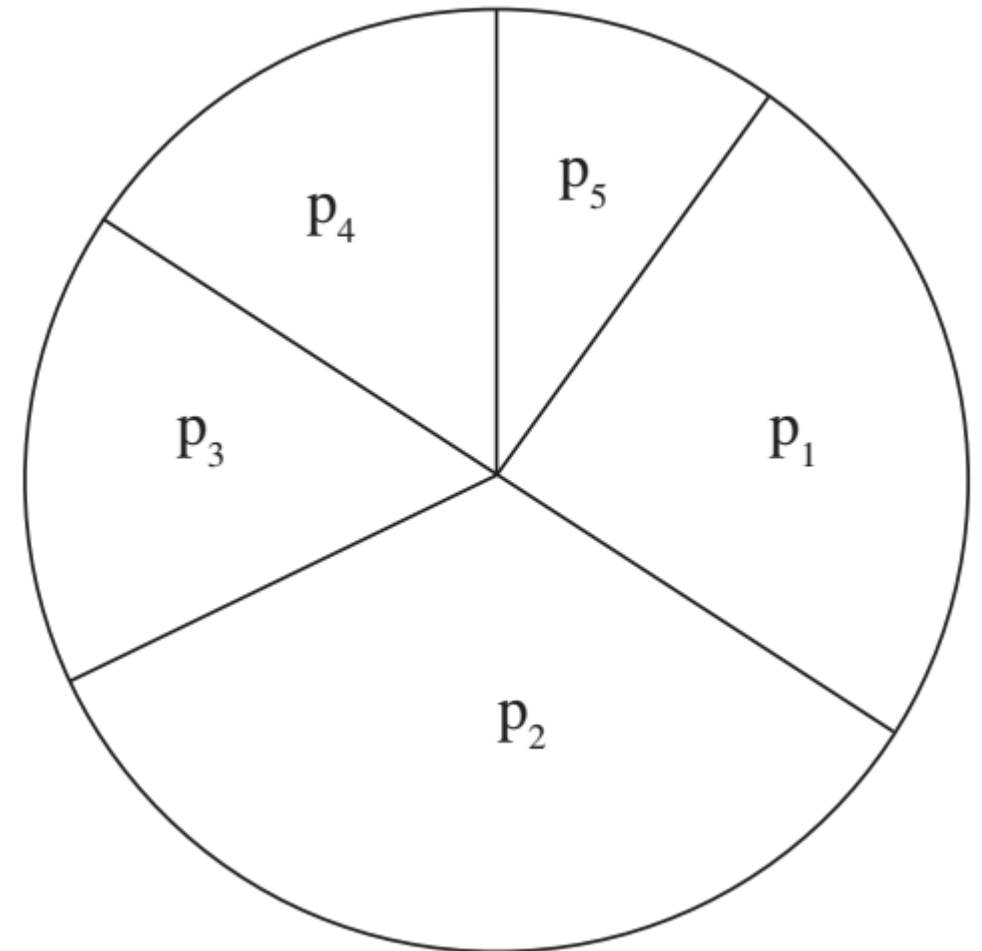
$$b_{i,j} = 2 * rand(\cdot) - 1$$

(2.2)

$$i = 1, \dots, Np; \quad j = 1, \dots, Nb * d$$

Selección de padres

- Sirve para seleccionar a los padres que serán cruzados
 - Selección Proporcional
 - Método de la Ruleta
 - Sobrante Estocástico
 - Universal Estocástica
 - Muestreo Determinístico
 - Selección por Rangos
 - Selección por Torneo
 - Selección de Estado Estable



Método de la Ruleta (1/2)

- En este algoritmo se utiliza el valor de aptitud (*fitness*) de los padres para construir un conjunto de probabilidades de selección, similar a una ruleta con particiones de distintos tamaños
- Algoritmo:
 - Se evalúa a cada individuo considerando la función objetivo $f(x_i)$
 - Se calcula el acumulado de la función objetivo E
 - Se calcula la posibilidad de selección de cada individuo p_i
 - Se calcula la probabilidad acumulada de cada individuo q_i
 - Se genera un número al azar uniformemente distribuido r
 - Se selecciona el padre que cumple $q_i > r$

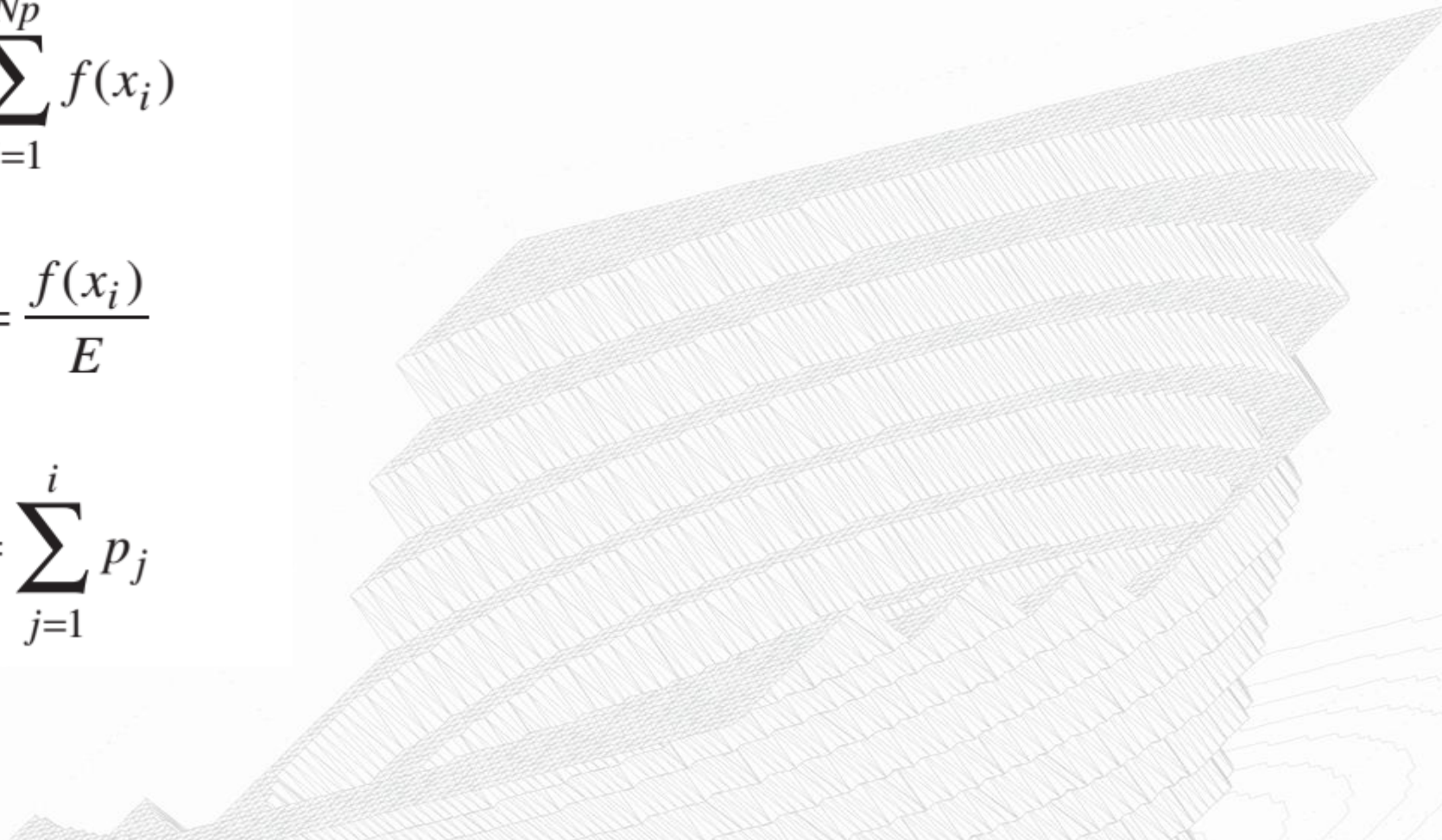
Método de la Ruleta (2/2)

- Ecuaciones:

$$E = \sum_{i=1}^{Np} f(x_i)$$

$$p_i = \frac{f(x_i)}{E}$$

$$q_i = \sum_{j=1}^i p_j$$



Cruza (1/2)

- Consiste en el intercambio de material genético entre soluciones candidatas
 - Cruza de un punto
 - Cruza de dos puntos
 - Cruza uniforme

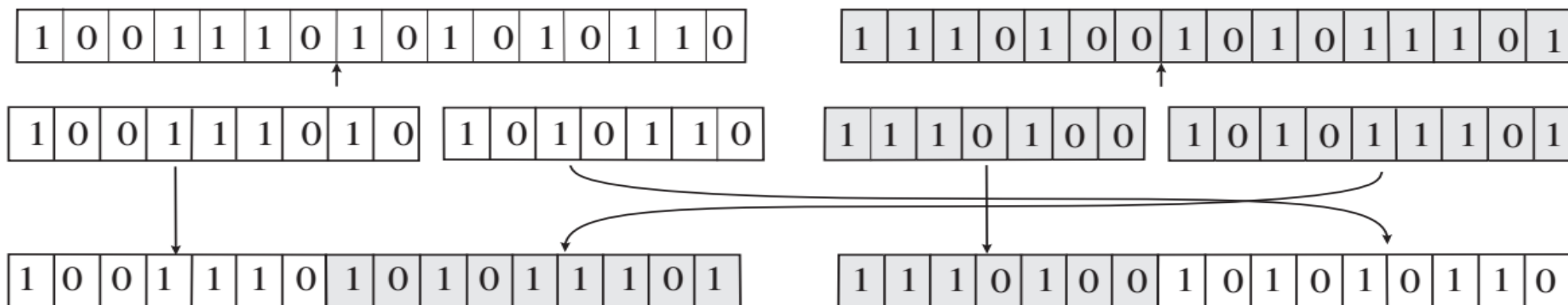


Figura 2.5. Cruza de un punto para individuos binarios.

Cruza (2/2)

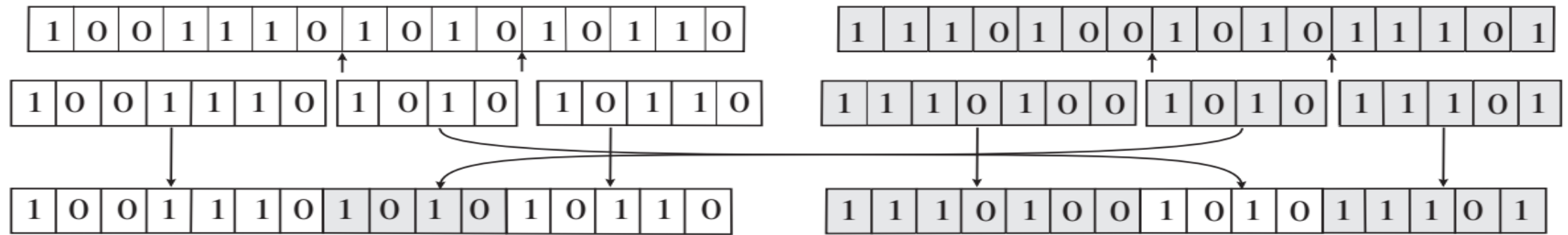


Figura 2.6. Cruza de n puntos para individuos binarios.

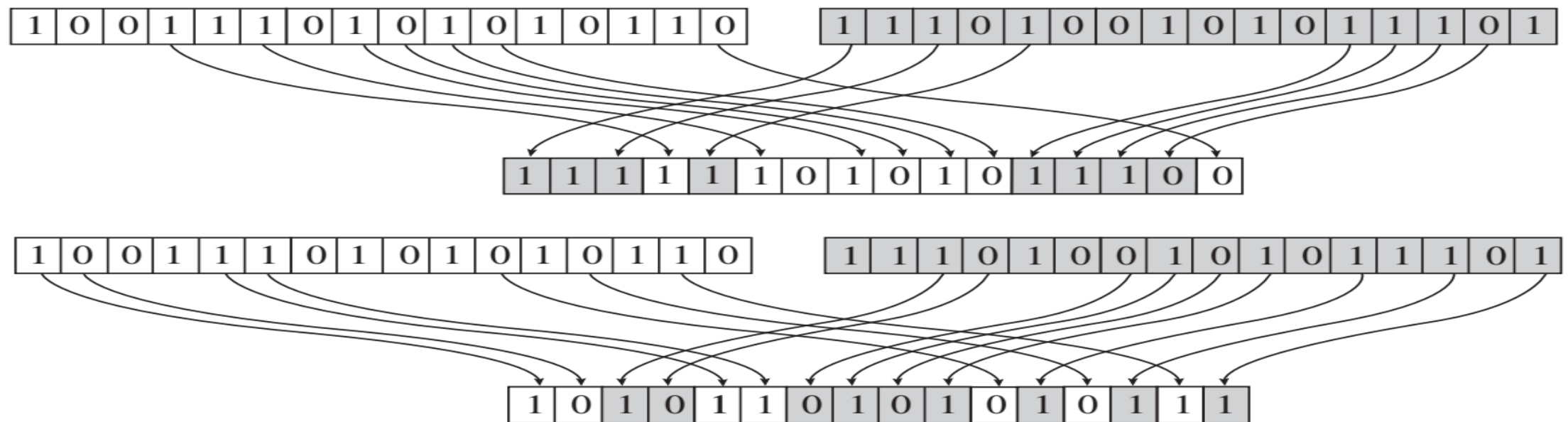


Figura 2.7. Cruza uniforme para individuos binarios.

Mutación

- Consiste en cambiar cada bit de una solución candidata binaria con base en probabilidades:

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Mutación en el Algoritmo Genético Binario
% Erik Cuevas, Valentín Osuna, Diego Oliva y Margarita Díaz
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Mutación:
sizeH=size(H,1); Hm=rand(sizeH,Nb*d)<mutacion;
for c=1:sizeH
    ind=find(Hm(c,:));
    H(c,ind)=~H(c,ind);
end
Hm=H;                                     % Hijos mutados
Hr=[];                                    % Hijos mutados convertidos a valores reales
for ind = 1 : sizeH
    Hr=[Hr; DECOD(Hm(ind,1:Nb),l,u,Nb),DECOD(Hm(ind,Nb+1:Nb*2),l,u,Nb)];
end
```

Selección del más apto

- Consiste en seleccionar a los individuos más aptos que sobrevivirán a la siguiente generación:

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Selección de los individuos más aptos en el Algoritmo Genético Binario
% Erik Cuevas, Valentín Osuna, Diego Oliva y Margarita Díaz
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Siguiete generación:
H=[Hr;R];  Hb=[Hb;B];
[Hf, ind] = FUNCION(H, d, Np+sizeH);
minf(k)=f(1);
f=Hf(1:Np,1);          % Restaura fitness
R=H(ind(1:Np),:);      % Restaura individuos en real
B=Hb(ind(1:Np),:);     % Restaura individuos en binario
```

Programa 2.7. Selección de los más aptos en el algoritmo Genético Binario.

Pseudocódigo

Algoritmo 2.1 Algoritmo Genético Binario

1.	Configurar parámetros del algoritmo
2.	Inicializar y evaluar población inicial
3.	Mientras (no se cumpla criterio)
4.	Seleccionar padres considerando su aptitud
5.	Cruzar padres, generar hijos
6.	Mutación hijos
7.	Generar población de individuos más aptos
8.	Mostrar resultado