



SWARM-BASED ALGORITHMS





ALGORITMO COLONIA DE ABEJAS ARTIFICIALES Artificial Bee Colony (ABC)



INTRODUCCIÓN

- Autor: Karaboga (2005).
- Objetivo inicial: resolver problemas de optimización.
- Inspiración: comportamiento de las abejas melíferas en su recolección de alimento.

INSPIRACIÓN NATURAL



- En una colmena existen diversos tipos de abejas que realizan diferentes tareas.
- Se comunican entre ellas mediante danzas, intercambiando así información útil para la recolección del néctar.

En la búsqueda de alimento participan 3 tipos de abejas:

- exploradoras
- observadoras
- empleadas



INSPIRACIÓN NATURAL

Abeja empleada:

- va a una fuente de alimento y lleva a la colmena el néctar que encuentra.
- al llegar a la colmena, realiza una danza para informar a sus compañeras sobre la fuente de alimento (riqueza, distancia,...).



INSPIRACIÓN NATURAL



Abeja observadora:

- espera en la colmena a que lleguen las abejas empleadas y le informen sobre las fuentes de alimento que están explotando dichas abejas.
- en base a esa información, elige una fuente y va a buscar néctar.

Abeja exploradora:

- realiza una búsqueda aleatoria de una nueva fuente de alimento en el entorno de la colmena (necesario cuando se agota el néctar de las fuentes que están en explotación).

FUNDAMENTOS DEL ALGORITMO

Elementos para resolver el problema:

- fuentes de alimento
- abejas



FUNDAMENTOS DEL ALGORITMO

Hay F fuentes de alimento.

- La **posición** de cada fuente es una solución al problema.
- La calidad o **fitness** de una fuente representa el néctar de dicha fuente. Se calcula mediante la función $f()$.
- Las fuentes se agotan con el tiempo (con las iteraciones del algoritmo). Esto se representa asociando una variable a cada fuente, e incrementando su valor cada vez que se intenta mejorar dicha fuente pero no se consigue.

Fuente i :

Posición $\rightarrow x_i = (x_{i1}, \dots, x_{ir})$

Fitness $\rightarrow \text{fitness}_i \approx f(x_i)$

Agotamiento $\rightarrow \text{limit}_i$



FUNDAMENTOS DEL ALGORITMO

Hay 3 tipos de abejas:

- exploradoras
- empleadas
- observadoras



FUNDAMENTOS DEL ALGORITMO

Abejas exploradoras:

Eligen fuentes de alimento de forma aleatoria, dentro del espacio de solución del problema.



FUNDAMENTOS DEL ALGORITMO

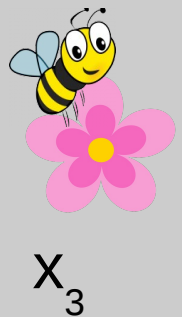
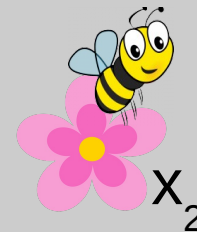
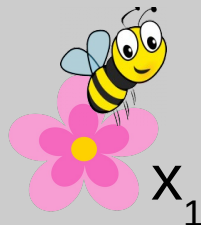
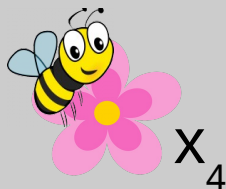
Abejas empleadas:

Cada una explota una fuente de alimento, situada en la posición x_i .

Además, busca en el entorno de esa posición otra fuente (*fente candidata*, v_i) mejor que la actual.

Comunica a las observadoras la calidad de la fuente que está explotando.

Espacio de solución

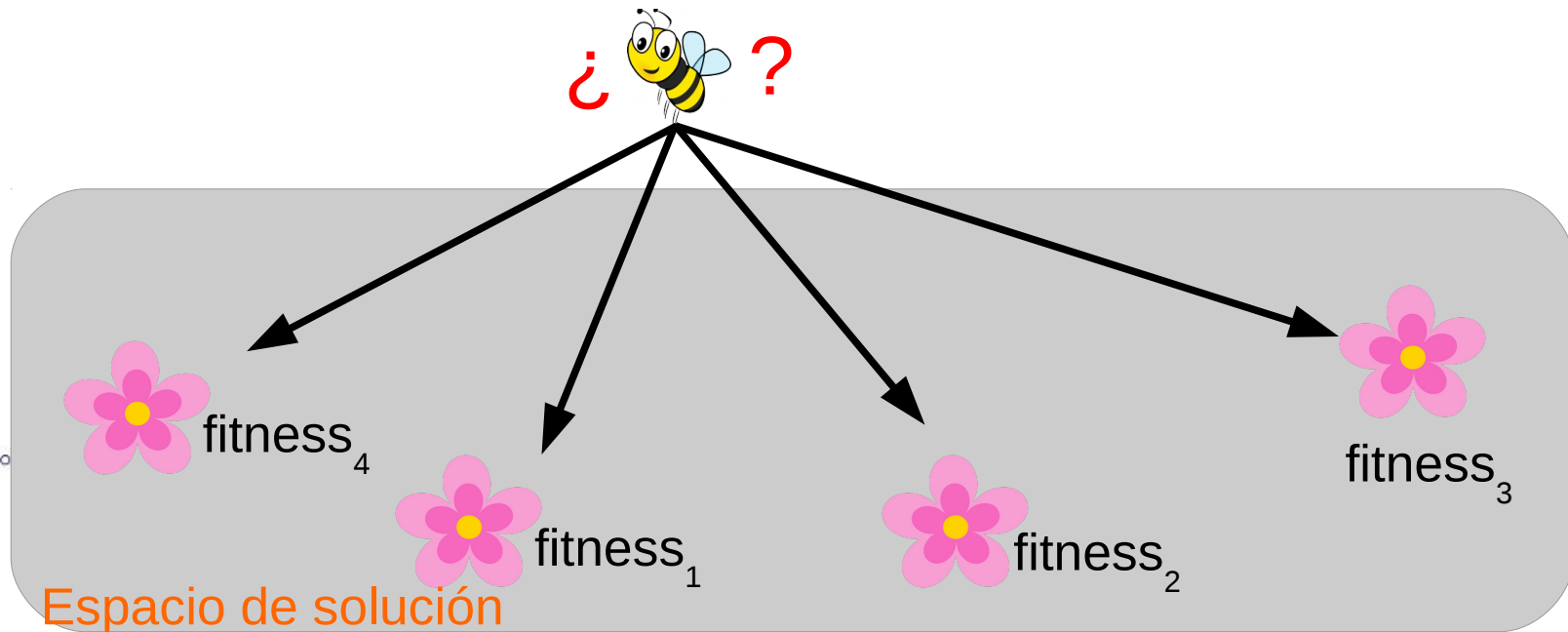


FUNDAMENTOS DEL ALGORITMO

Abejas observadoras:

Analizan la información pasada por el conjunto de empleadas (el fitness de todas las fuentes actualmente en explotación).

Eligen una de tales fuentes para explotarla.





ALGORITMO ABC

Inicializar el conjunto de fuentes de alimento

Repetir

Operaciones de abejas empleadas

Operaciones de abejas observadoras

Operaciones de abejas exploradoras

Actualizar la mejor solución hasta el momento

hasta que (*condición de parada*)



ALGORITMO ABC

A- Inicializar las fuentes de alimento

Seleccionar las F fuentes de alimento iniciales.

- definir su posición, x_i , de forma aleatoria.
- iniciar $limit_i$ a 0.

Valor inicial de la componente j de la posición de la fuente i :

$$x_{ij} = x_j^{\min} + \gamma(x_j^{\max} - x_j^{\min}) \quad (1)$$

Parámetros:

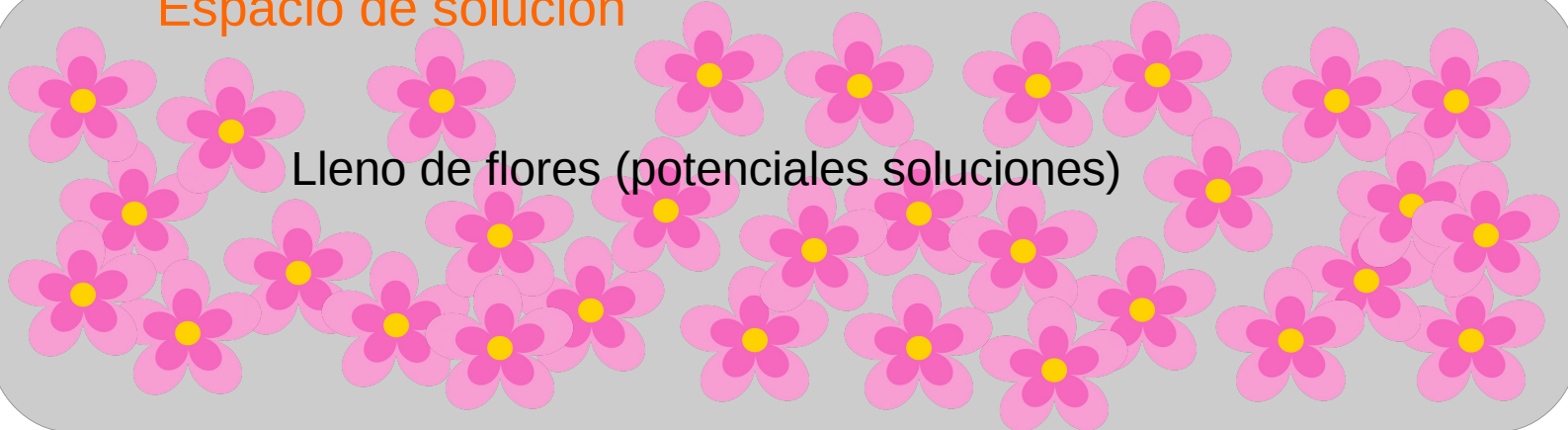
γ : número aleatorio en $[0, 1]$

Rango para x_{ij} :
 $[x_j^{\min}, x_j^{\max}]$

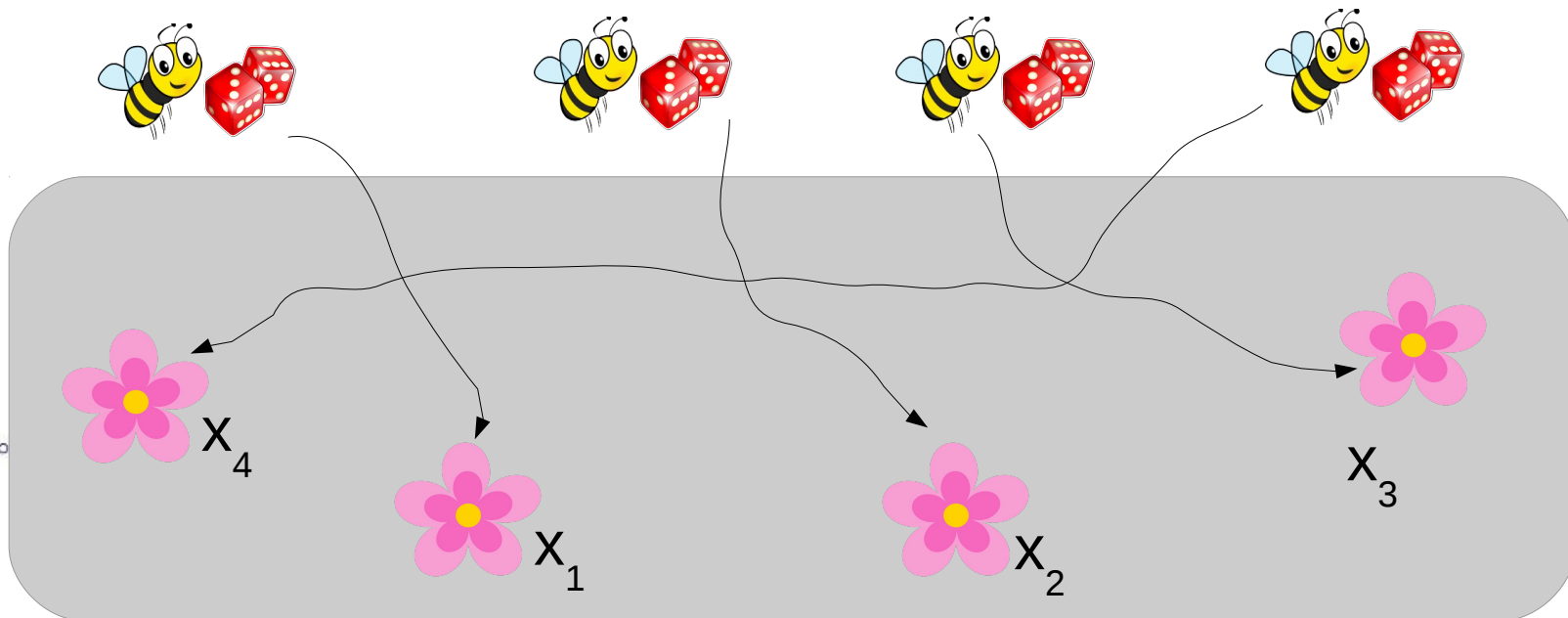
ALGORITMO ABC



Espacio de solución



Lleno de flores (potenciales soluciones)



Espacio de solución

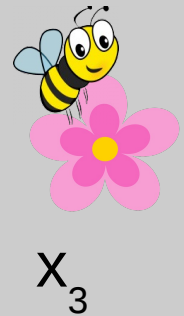
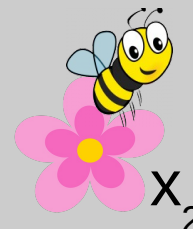
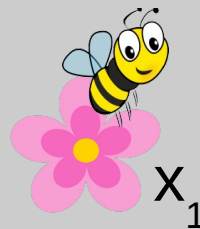
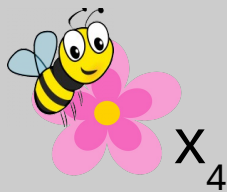
ALGORITMO ABC



B- Operaciones de abejas empleadas

Hay una abeja empleada asociada a cada fuente de alimento (explotando dicha fuente).

Espacio de solución

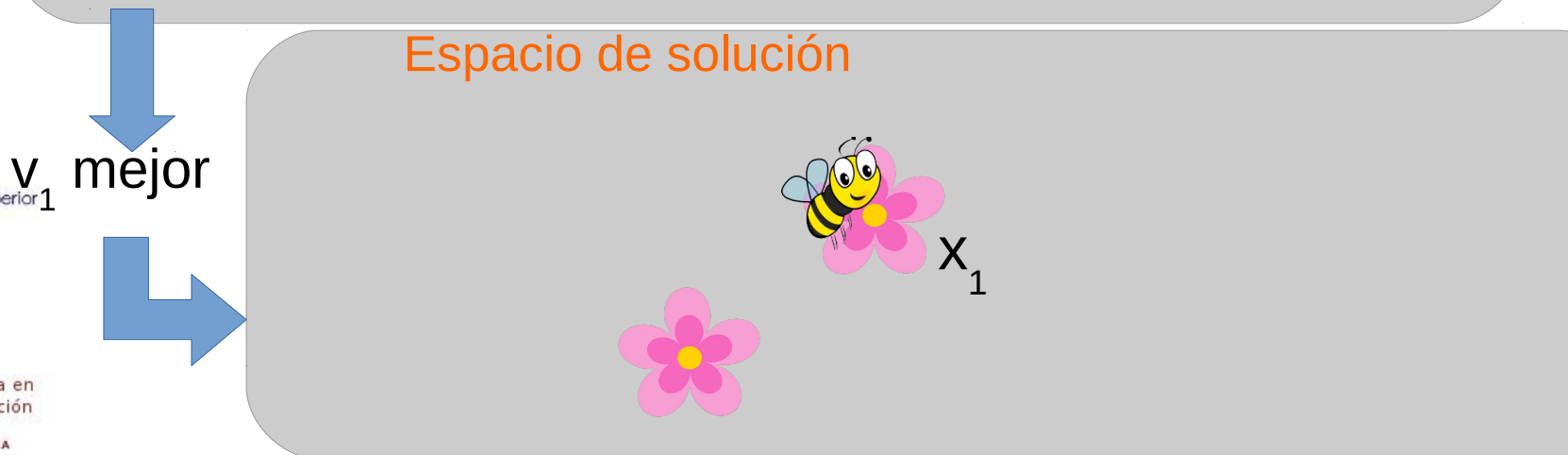
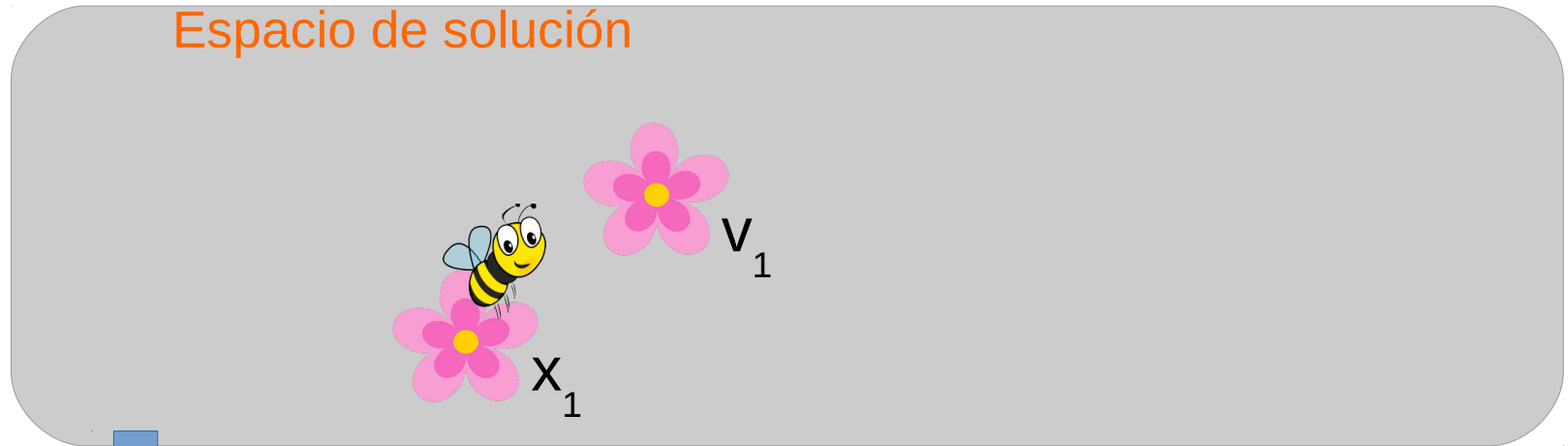




ALGORITMO ABC

B- Operaciones de abejas empleadas

Cada abeja busca alguna fuente próxima y, si es mejor que la actual, se va a dicha fuente.





ALGORITMO ABC

B- Operaciones de abejas empleadas

Para cada abeja empleada i

Obtener una fuente candidata v_i próxima a la actual, x_i , aplicando la Ec. 2.

Si $\text{fitness}(v_i) > \text{fitness}(x_i)$

Olvidar la fuente actual y recordar la nueva
sino

Incrementar en 1 limit_i

Fin-si

Fin-para



ALGORITMO ABC

B- Operaciones de abejas empleadas

Fuente candidata, v_i , próxima a la fuente x_i :

$$v_i = x_i + \alpha_i(x_i - x_k) \quad (2)$$

Parámetros:

x_k : fuente vecina elegida al azar, con $k \neq i$

α_i : número aleatorio en $[-1, 1]$



ALGORITMO ABC

C- Operaciones de abejas observadoras

Cada abeja observadora elige una fuente de alimento en función del fitness de todas las fuentes que están siendo explotadas por las abejas empleadas.

Una vez hecha la selección, opera como una abeja empleada.



ALGORITMO ABC

C- Operaciones de abejas observadoras

Para cada abeja observadora i

Elegir una fuente x_i para explotar, en base a la probabilidad dada por la Ec. 3.

Obtener una fuente candidata v_i próxima a la actual, x_i , aplicando la Ec. 2.

Si $\text{fitness}(v_i) > \text{fitness}(x_i)$

Olvidar la fuente actual y recordar la nueva
sino

Incrementar en 1 limit_i

Fin-si

Fin-para



ALGORITMO ABC

C- Operaciones de abejas observadoras:

Probabilidad de selección de la fuente i:

$$p_i = \frac{\text{fitness}_i}{\sum_j \text{fitness}_j} \quad (3)$$

Parámetros:

fitness_i : fitness de la fuente i-ésima

j: contador con valores de 1 y el número de fuentes



ALGORITMO ABC

D- Operaciones de abejas exploradoras

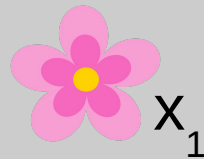
Las fuentes de alimento que se han agotado son sustituidas por otras aleatorias (se definen igual que en el paso inicial del algoritmo, usando la Ec. 1).

La abeja empleada asociada a una fuente que se ha agotado se convierte en abeja exploradora para elegir una nueva fuente.



ALGORITMO ABC

Espacio de solución



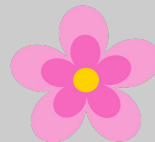
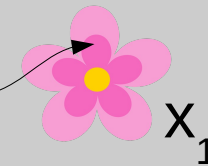
Si la fuente x_1 se ha agotado



Nueva fuente x_1



Espacio de solución





ALGORITMO ABC

Elegir nuevo valor para la i -ésima fuente:

Determinar su posición, x_i .

Iniciar la variable $limit_i$

Olvidar la fuente x_i y recordar la v_i :

Hacer $x_i = v_i$

Resetear la variable $limit_i$



ALGORITMO ABC

E- Actualizar la mejor solución hasta el momento

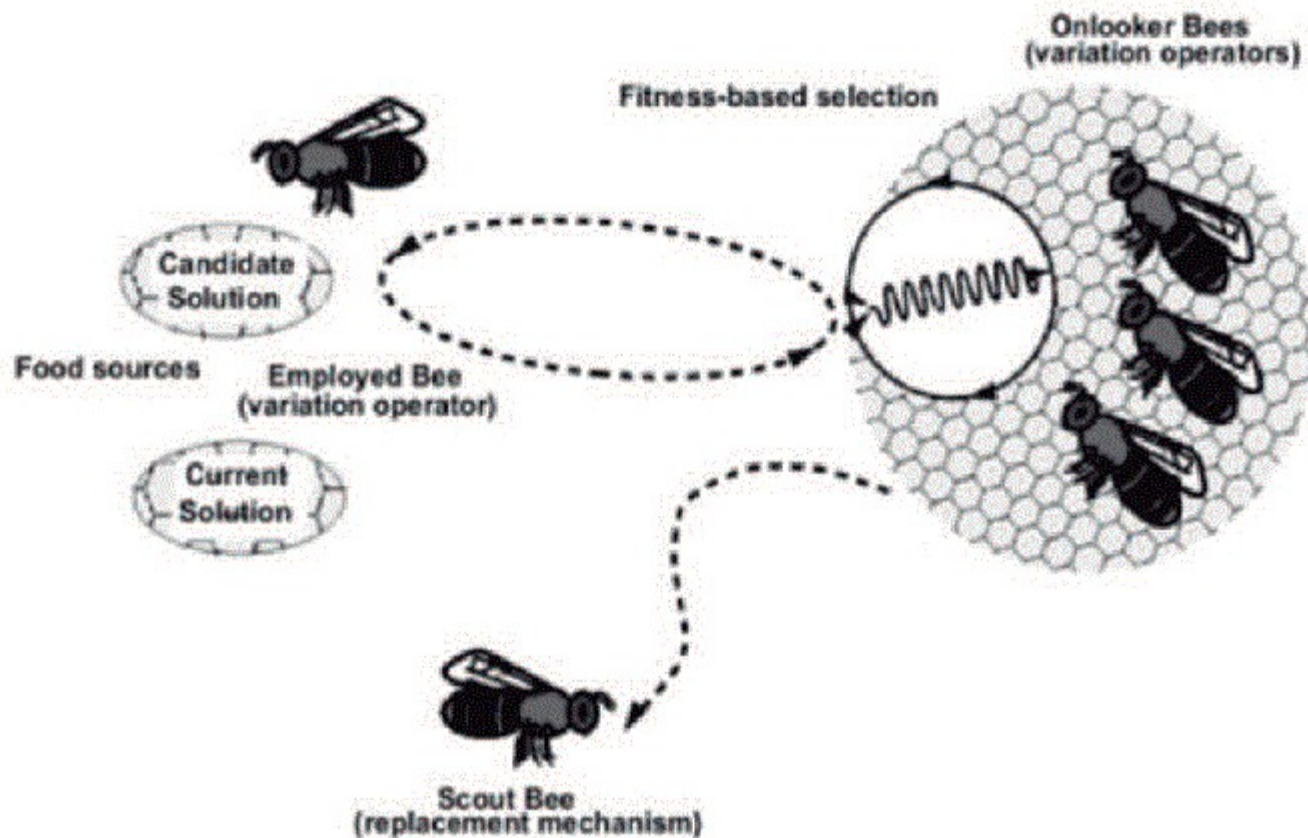
Se guarda la posición de la fuente con mejor fitness.

Referencias

- Karaboga, D. (2005). *An idea based on honey bee swarm for numerical optimization* (Vol. 200). Technical report-tr06, Erciyes university, engineering faculty, computer engineering department.

FUNDAMENTOS DEL ALGORITMO

Figura N° 1. Representación Gráfica del Algoritmo ABC



Fuente: (5).