

# BIOGEOGRAPHY BASED OPTIMIZATION



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

*PABLO HUERTAS ARROYO*

*phuertas@correo.ugr.es*

*METAHEURÍSTICAS - UNIVERSIDAD DE GRANADA*

# Optimización basada en biogeografía

Surge principalmente de la observación de la migración, extinción y evolución de especies biológicas entre islas vecinas, entendiendo por isla, a cualquier hábitat que se encuentra geográficamente aislado de otro hábitat

La optimización basada en geografía es un algoritmo evolutivo basado en la propia supervivencia de la naturaleza donde los organismos menos adaptados a un medio natural en específico desaparezcan y los mejores adaptados se reproduzcan

## Adaptarse o morir

En la naturaleza los seres vivos deben **adaptarse** ...



... a la escasez de agua



... a la concentración de sales



... a la falta de oxígeno



... a los cambios de temperatura

# Optimización basada en biogeografía

La Biogeografía es el estudio de la extinción y la distribución geográfica de las especies biológicas, cuyos modelos matemáticos describen la evolución de nuevas especies, la migración de especies entre islas vecinas y la extinción de las mismas.

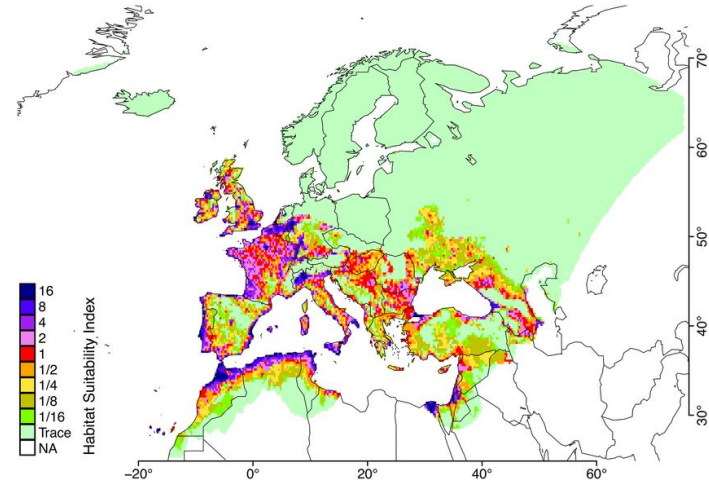
Es una técnica de optimización reciente, y se basa en los comportamientos observados durante el proceso de emigración e inmigración de las especies entre distintos hábitats, para poder así encontrar una solución óptima de cierto proceso. Los principales comportamientos representados en la metaheurística BBO, son Inmigración, Emigración y Mutación



# COMPONENTES ALGORITMO

A continuación se presentan los factores que son, los índices de Migración ( $\lambda$ ,  $\mu$ ), el índice de adecuación de un hábitat HSI (Habitat Suitability Index), y las variables de idoneidad SIVs (Suitability Index Variables), los cuales son las bases de este método de optimización.

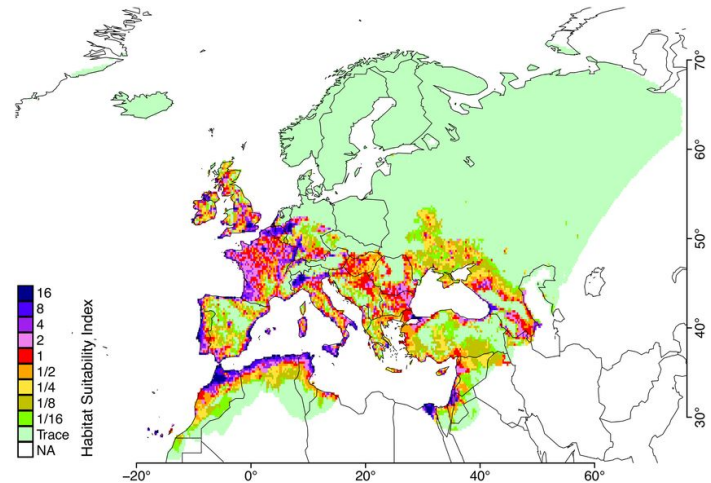
Para poder comprender el comportamiento de la metaheurística BBO es necesario conocer definiciones y aspectos fundamentales que serán primordiales en el proceso de desarrollo de este algoritmo.



# HSI

Aquellos hábitats que tienen un alto HSI son capaces de hospedar a un mayor número de especies que aquellos hábitats que tienen un bajo HSI

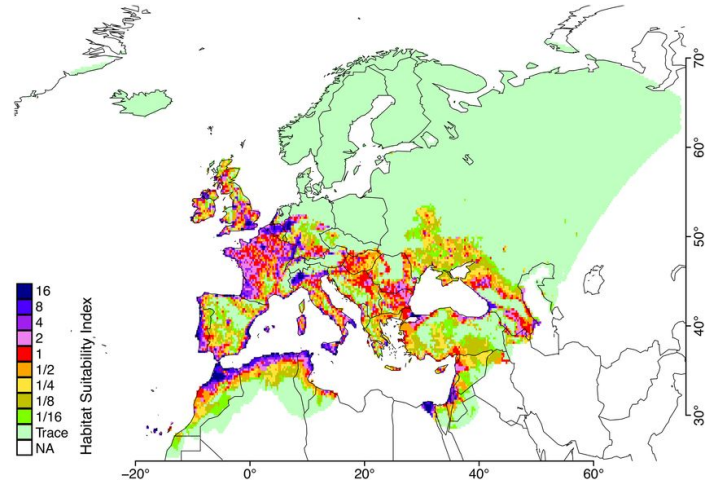
Un área geográfica que se adapta mejor como residencia para albergar especies biológicas se dice que es un hábitat que tiene un alto índice de adecuación (HSI), por lo tanto, un hábitat que tiene un alto HSI puede estar compuesto por una gran diversidad de recursos, los cuales pueden ser, cascadas, diversidad topográfica, diversidad vegetativa, áreas de tierra, ríos, lagos, etc



# HSI

Esto puede ocasionar que las nuevas especies no sobrevivan debido a que existiría una gran competencia por los recursos.

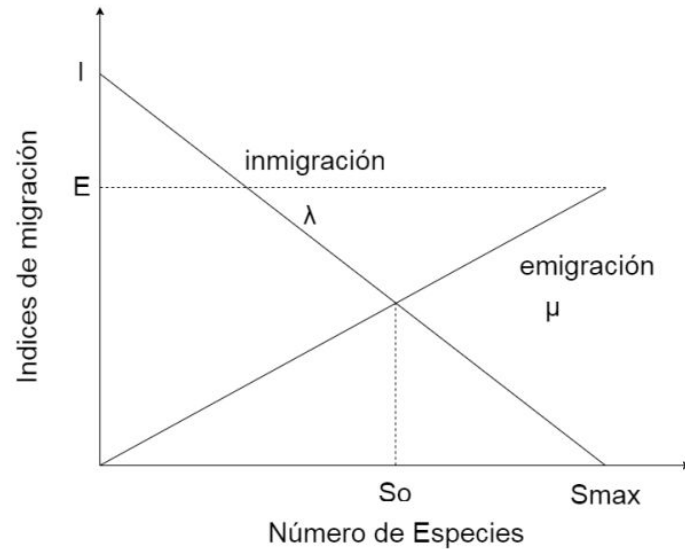
Así podemos determinar que aquellos hábitats con un alto HSI tienen un alto índice de emigración debido principalmente al número de especies que el hábitat puede tener, mientras que el índice de inmigración resulta bajo ya que el hábitat puede contener demasiadas especies como para albergar otras provenientes de islas vecinas



# ÍNDICES EMIGRACION E INMIGRACION

$\lambda$  representa el índice de inmigración, mientras que  $\mu$  representa el índice de emigración, ambos índices se encuentran en función del número de especies de una isla,  $S_0$  representa el punto de equilibrio donde  $\lambda$  es igual a  $\mu$ , y  $S_{max}$  representa el máximo número de especies que la isla puede soportar

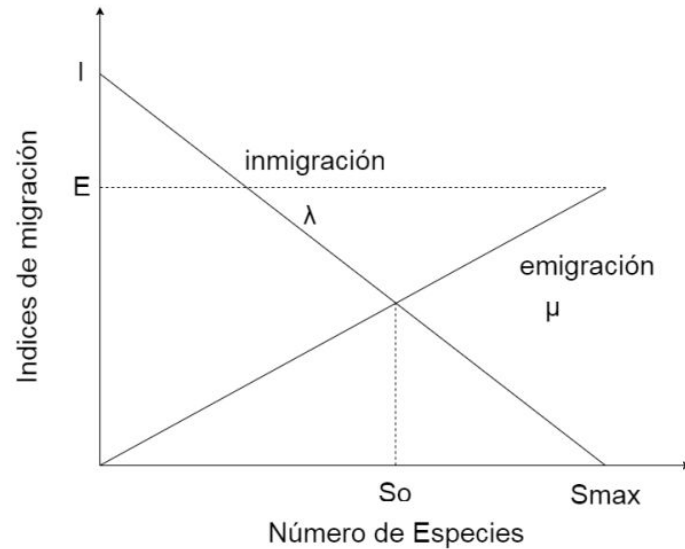
El índice de inmigración en hábitats que tienen un bajo HSI es alto debido fundamentalmente a que este tipo de hábitats tienen una población pequeña, por lo tanto, disponen de áreas libres que podrían albergar nuevas especies



# ÍNDICES EMIGRACION E INMIGRACION

La tasa máxima de emigración  $E$ , ocurre cuando la isla alberga al máximo número de especies que esta puede soportar.

Si no existen especies en la isla la tasa de emigración es cero, y mientras el número de especies en la isla va incrementando la tasa de emigración también lo hace, lo cual quiere decir que a medida que aumenta el número de especies en la isla, más especies están disponibles para emigrar a islas vecinas.





# ETAPAS DEL ALGORITMO

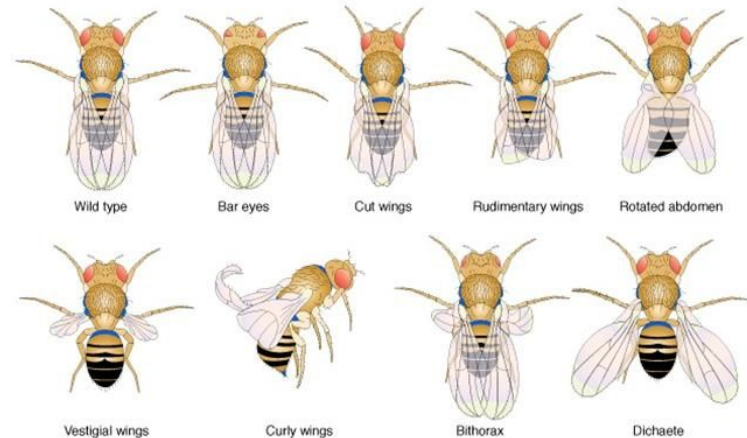
El algoritmo de optimización basado en Biogeografía se basa en una población inicial de individuos como soluciones candidatas, donde cada individuo es equivalente a un hábitat en el área de la biogeografía. En BBO una buena solución es representada por un hábitat con alto HSI, y una mala solución es equivalente a un hábitat con un bajo HSI.

El algoritmo tiene 2 etapas fundamentalmente que son:

- Migración
- Mutación

## MUTACIONES

**CONCEPTO:** Son cambios en la información hereditaria como consecuencia de alteraciones en el material genético: ADN, genes, cromosomas, cariotipo.



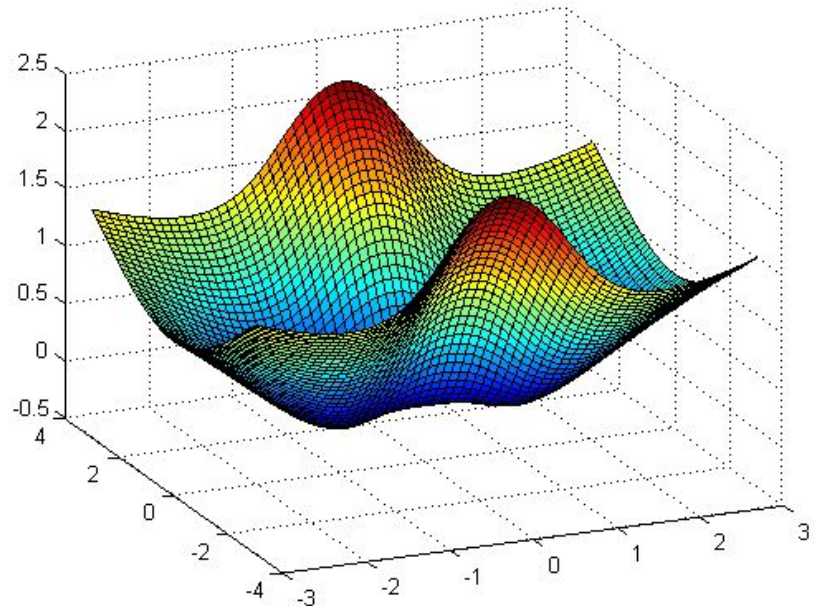
# ETAPAS DEL ALGORITMO

## *Migración*

El proceso de migración en BBO se basa en que aquellos hábitats que tienen un alto HSI, tienen la capacidad de compartir sus características con aquellos hábitats que tienen un bajo HSI, de esta manera se puede decir que una buena solución de un problema de la vida real, es equivalente a un hábitat con un alto HSI, mientras que una mala solución es semejante a un hábitat con un bajo HSI

HSI  $\leftrightarrow$  fitness

Cada elemento de un individuo de la población es considerado un SIV o variable independiente, que mediante el proceso de migración y mutación van a ir modificándose de tal manera que la función objetivo del problema de optimización que se quiera solucionar, vaya acercándose a su valor óptimo.

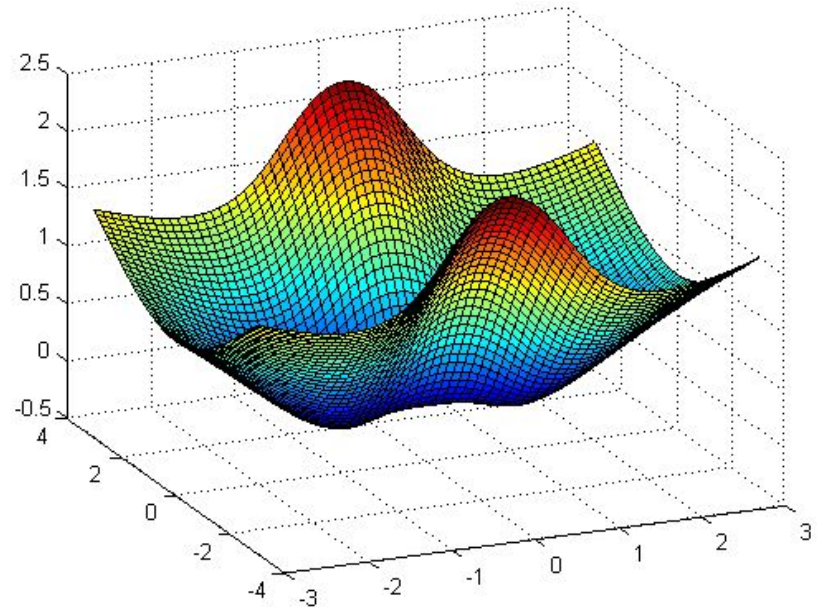


# ETAPAS DEL ALGORITMO

## *Migración*

La forma en la que se comparte la información entre soluciones (Hábitats o Islas), se realiza en base a probabilidades, para lo cual se utilizan los índices de emigración e inmigración

El proceso de optimización ocurre debido a que los hábitats con un bajo HSI tienen la capacidad de aprovechar y recibir características (SIV) de los hábitats con alto HSI, y de esta manera tienen la oportunidad de mejorar su HSI con el fin de mejorar la calidad de las soluciones.

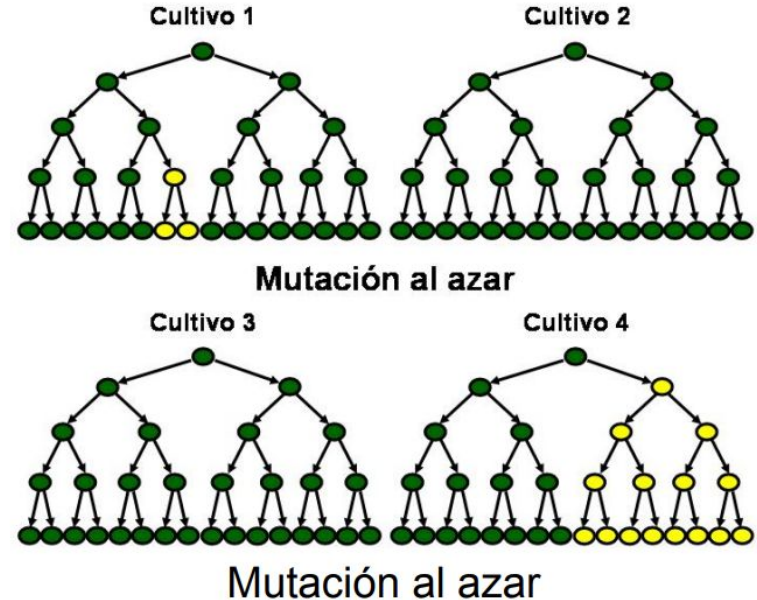


# ETAPAS DEL ALGORITMO

## Mutación

Esto se implementa en el algoritmo de forma que siempre va a haber una pequeña probabilidad de que algunas especies de las generaciones muten y cambien los índices

Los cambios repentinos en un hábitat (cambios en el clima, introducción de predadores, catástrofes naturales, etc.) pueden ocasionar que el índice HSI cambie repentinamente, este fenómeno de la naturaleza es representado en el algoritmo BBO por medio del proceso de mutación en cada variable independiente SIV, y se basa en la probabilidad del conteo del número de especies.

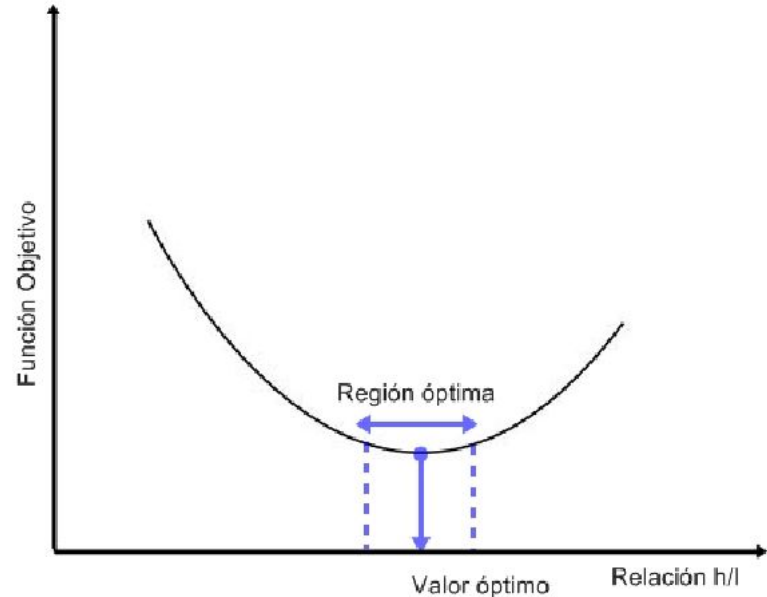


# ETAPAS DEL ALGORITMO

## *Elitismo*

Para conseguir este efecto en BBO se plantea mantener las mejores soluciones almacenadas en un vector temporal antes del proceso de migración y mutación; así, al final de todo el proceso (de una iteración), durante el cual las soluciones van a modificarse, se reemplaza las soluciones almacenadas por las peores soluciones en el nuevo grupo generado, y con esto se logra conservar las soluciones elegidas como las mejores, que van a ser aquellas con un alto HSI o bajo HSI dependiendo del problema de optimización.

Se entiende por élite a un pequeño grupo que se destaca de los demás miembros de una población por tener características que los hacen mejores, y que por lo tanto son seleccionados para mantenerse intactos después del proceso de migración y mutación, y así pasar de una iteración a otra sin cambios. Esto permite asegurar que no haya una degradación de las mejores soluciones durante el proceso de migración y mutación



# ETAPAS DEL ALGORITMO

## *Pseudocódigo*

### 2) Crear una Población Inicial.

Iniciar de forma aleatoria los individuos (hábitats) de la población inicial, satisfaciendo las limitaciones del problema que se desee resolver.

### 3) Evaluación Inicial de la Función Objetivo.

Se determina el HSI asociado con cada individuo de la población inicial (cada hábitat)

### 1) Iniciar los parámetros de BBO.

Los parámetros a tener en cuenta en la técnica de optimización basada en Biogeografía son:

- Tasa máxima de emigración ( $E$ )
- Tasa máxima de inmigración ( $I$ )
- Probabilidad de mutación ( $p_{mutacion}$ )
- Número de elites elegidos ( $e$ )
- Número de variables independientes de cada hábitat ( $SIV$ )
- Número de hábitats o tamaño de la población ( $N$ ).

### 4) Calcular la tasa de Inmigración y Emigración.

Asociar cada hábitat con su correspondiente tasa de emigración  $\mu$  e inmigración  $\lambda$

# ETAPAS DEL ALGORITMO

## *Pseudocódigo*

6) Realizar Migración

7) Realizar Mutación

8) Evaluación de la Función Objetivo.

Una vez finalizado el proceso de migración y mutación se determina nuevamente el HSI (costo) asociado a cada individuo de la nueva población.

Se ordena nuevamente con el objetivo de reemplazar los peores hábitats de la iteración actual con los mejores hábitats de la iteración previa antes almacenados.

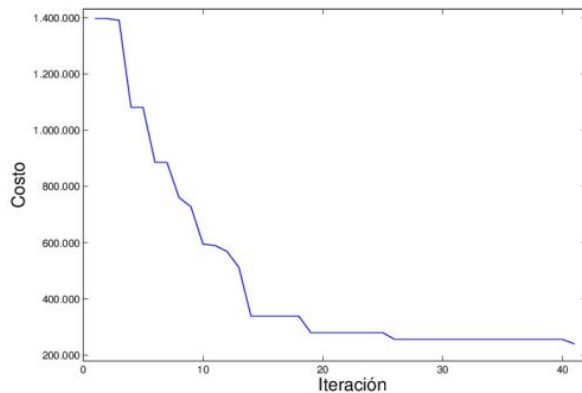
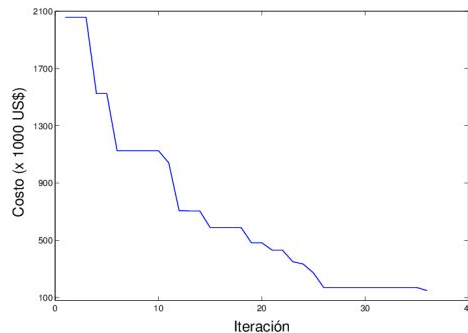
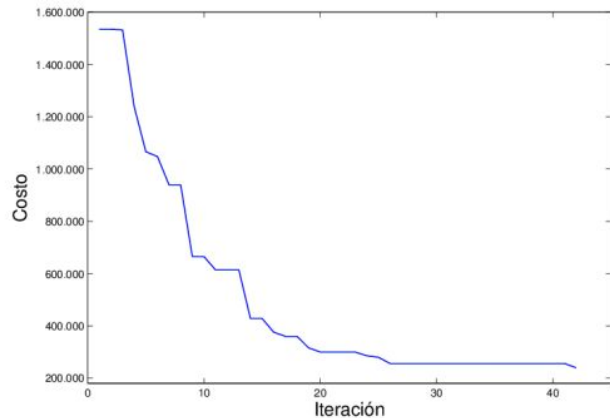
5) Almacenar los mejores Individuos.

Mediante Elitismo almacenar los mejores hábitats (individuos)

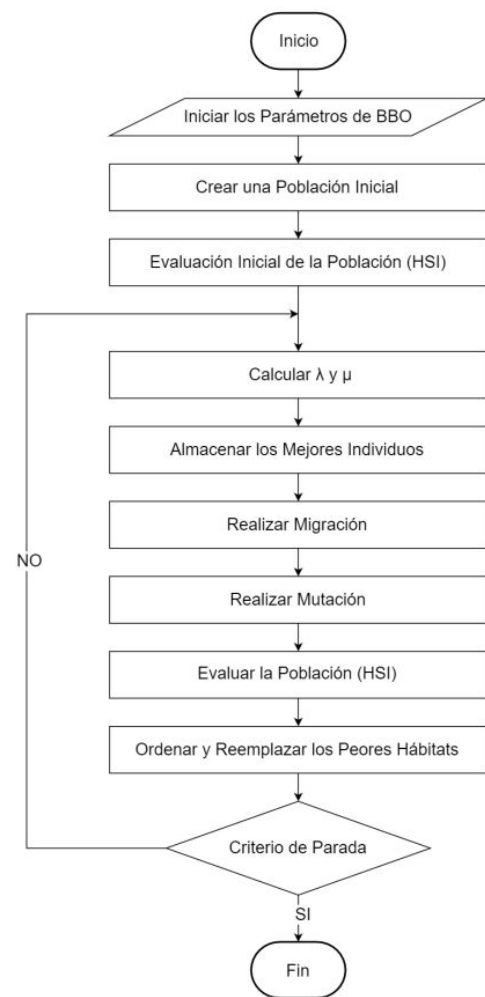
9. Evaluación del Criterio de Parada.

Evaluamos el criterio de parada del algoritmo que puede estar basado en el máximo número de iteraciones, o cuando los individuos de la población se hayan estancado y no presenten cambios, o cuando el problema de optimización haya alcanzado su valor óptimo (en caso de ser conocido); mientras el criterio de parada seleccionado no se cumpla, se vuelve al paso (4) para la siguiente iteración.

# DIAGRAMA DE FLUJO DEL ALGORITMO BBO



Ejemplos de convergencia del algoritmo





# BIBLIOGRAFÍA

- *Biogeography-based optimization - Wikipedia*
- *An efficient biogeography based optimization algorithm for solving reliability optimization problems - ScienceDirect*
- *An effective hybrid biogeography-based optimization algorithm for parameter estimation of chaotic systems - ScienceDirect*
- *Biogeography-Based Optimization | IEEE Journals & Magazine*
- *Biogeography-Based Optimization*



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

PABLO HUERTAS ARROYO

phuertas@correo.ugr.es

METAHEURÍSTICAS - UNIVERSIDAD DE GRANADA