



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Escuela **politécnica** superior  
de **Zamora**

## Trabajo Fin de Grado

# DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA LA APLICACIÓN DE ALGORITMOS DE ENJAMBRES COMO TÉCNICA DE CUANTIFICACIÓN DE COLOR

Autor:

Ángel Casado Nogueras

Tutora:

María Luisa Pérez Delgado

Junio 2025



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

## Índice

1.Objetivo.....	3
2.Cuantificación de imágenes .....	3
3.Algoritmos de enjambre.....	3
4. Funciones de fitness .....	4
5.Índices de calidad de imágenes.....	4
6. Pruebas y análisis de los resultados .....	5
7. Conclusiones .....	6

## **1.Objetivo**

El objetivo de este proyecto consiste en la comparación de diversos algoritmos de enjambre aplicados a la cuantificación de color utilizando varias funciones de fitness. Esto se ha realizado partiendo de los fundamentos de cada algoritmo, dándole un formato común para su posterior comparación.

Para realizar las pruebas se ha utilizado un conjunto de 100 imágenes. Posteriormente se han utilizado varios índices que obtienen la similitud entre la imagen original y la imagen cuantizada.

## **2.Cuantificación de imágenes**

La cuantificación de imágenes es un proceso mediante el cual se obtiene una imagen con menos colores. Este proceso consigue reducir los colores de la imagen original aplicando diversos algoritmos que realizan una optimización de una función objetivo (función de fitness), esto sirve para obtener una paleta cuantizada con la cual se obtendrá la imagen cuantizada.

## **3.Algoritmos de enjambre**

Los algoritmos de enjambre intentan resolver problemas complejos imitando el comportamiento de grupos de individuos de la naturaleza que muestran cierta inteligencia al afrontar diversos problemas como la forma en la que cazan, o buscan alimento.

Todos estos algoritmos combinan exploración y explotación, esto quiere decir, que buscan nuevas soluciones y explotan la información ya obtenida, aplicando una búsqueda local y global para intentar establecer un equilibrio entre la exploración y explotación.

Estos algoritmos siguen un proceso iterativo mediante el cual después de aplicar una función de fitness son capaces de comparar las soluciones para escoger la mejor solución (mejor paleta cuantizada).

Existen muchos algoritmos como el de las hormigas artificiales, bacterias, ranas ... etc. Pero para este trabajo se han utilizado los algoritmos: PSO, ABC, GWO, FA y WOA.

#### **4. Funciones de fitness**

Estas funciones son las encargadas de calcular la similitud entre la imagen original y la cuantizada a lo largo de las iteraciones del algoritmo. Por cada una de las iteraciones se consiguen nuevas soluciones y al calcular el resultado de estas funciones el algoritmo es capaz de compararlas y elegir la mejor, con lo cual se consigue la mejor solución al final del algoritmo.

Existen muchas funciones de fitness, pero para este trabajo se han usado el MAE, MSE, SSIM y VIF.

#### **5. Índices de calidad de imágenes**

Para comparar los resultados obtenidos tras aplicar estos algoritmos de enjambre se han utilizado diversas medidas de error que se suelen denominar índices de calidad de la imagen (Image Quality Indexes, IQI), también se ha tenido en cuenta los tiempos medios de ejecución de cada algoritmo.

Los índices utilizados para este trabajo han sido: MSE, MAE, FSIM, SSIM y VIF.

## **6. Pruebas y análisis de los resultados**

Después de desarrollar la herramienta que ejecuta los algoritmos de enjambre (PSO, ABC, GWO, FA y WOA), se realizó un script para la ejecución de todos ellos optimizando todas las funciones de fitness (MSE, MAE, FSIM, SSIM y VIF).

Para generar las imágenes cuantizadas se ha utilizado el dataset “CQ-100”, que es un conjunto de 100 imágenes a color RGB en formato ppm.

Se han realizado un total de veinte test independientes sobre cada una de las 100 imágenes de este conjunto para cada algoritmo, para cada función de fitness y para cada tamaño de paleta. Los tamaños de la paleta elegidos son de 32, 64, 128 y 256 colores.

Con estos resultados se ha utilizado la aplicación de análisis estadístico SPSS para realizar diversas pruebas sobre los resultados de cada IQI.

Para cada uno, en la memoria se muestran tablas con la media y desviación típica, la prueba de Friedman, con la cual se puede comprobar si existen diferencias significativas entre alguno de los pares de muestras. Para aquellos que algún par no mostraba diferencias significativas se ha realizado una tabla con el resultado de la prueba post-hoc con la corrección de Bonferroni para mayor claridad.

Además de las tablas y de la prueba de Friedman también hay varios diagramas de caja en los que se puede observar como varían los resultados a medida que aumenta o disminuye el número de la paleta de colores y como varían también de aplicar una función de fitness u otra en cada algoritmo.

## 7. Conclusiones

A modo de conclusión, después de analizar los resultados y los diagramas, se puede ver que el GWO cuenta con ventaja al presentar los mejores resultados con todos los índices obtenidos, también muestra la menor dispersión lo que significa que obtiene los resultados más consistentes entre imágenes.

También se observa que el algoritmo FA es el que peores resultados obtiene, presentando también la mayor dispersión con lo cual también es el menos robusto.

El algoritmo WOA obtiene un término medio interesante ya que mejora al PSO y ABA en error medio y obtiene un buen SSIM. El tiempo medio de ejecución sigue siendo moderado, por lo que podría ser otra buena alternativa.

PSO y ABA quedan en un puesto intermedio ya que ambos obtienen errores similares y aceptables, pero no alcanzan la precisión del GWO ni la robustez del WOA.

Sobre que función objetivo ejecutar se encuentra una decisión clara, debe coincidir la función objetivo con el índice de evaluación, en todos los casos se obtiene la mejor mediana y menor dispersión.

En todos los casos se observa como al aumentar el numero de colores de la paleta se obtienen mejores resultados a costa de aumentar el tiempo de ejecución.

En cuanto al tiempo no hay mucha diferencia entre todos los algoritmos evaluados, a excepción del ABA que es mucho más lento. Según los resultados obtenidos no tiene sentido usarlo ya que tampoco ofrece una mejora de calidad perceptual. En cuanto a la función objetivo en todos los casos se obtiene que los índices SSIM y UQI son los más lentos.