



# Tecnológico de Monterrey

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey  
Campus Guadalajara

Diseño de algoritmos matemáticos bioinspirados (Gpo 201)

## **Evidencia 1. Reporte**

Francelio Uriel Rodriguez Garcia A01352663

Juan Pablo Valenzuela Dorado A00227321

Juan Pablo Bernal Lafarga A01742342

Alfredo Murillo Madrigal A01641791

Docentes:

**Dr. Salvador Hinojosa**

**Dr. Rajesh Roshan Biswal**

21 / Octubre / 2023

## Introducción

Los algoritmos bioinspirados son una rama interesante en el área de la optimización y machine learning que busca resolver problemas complejos a través de la imitación de los procesos y comportamientos observados en la naturaleza. Estos algoritmos toman inspiración de fenómenos biológicos como la evolución, el comportamiento de las colonias de hormigas, el vuelo de las aves, entre otros, para diseñar soluciones eficientes a problemas que son difíciles de resolver con enfoques convencionales.

Uno de estos problemas es el problema de la mochila (Knapsack problem), un problema clásico de optimización combinatoria. El problema puede describirse de la siguiente manera: dado un conjunto de ítems, cada uno con un peso y un valor, debemos determinar la cantidad más valiosa de ítems que podemos colocar en una mochila con una capacidad de peso limitada. La complejidad del problema radica en que no podemos dividir los ítems; es decir, o tomamos un ítem completo o no lo tomamos.

Los algoritmos bioinspirados han demostrado ser particularmente útiles para abordar este tipo de problemas. Por ejemplo, los algoritmos genéticos, inspirados en la teoría de la evolución y la selección natural, pueden explorar una amplia gama de posibles soluciones a través de procesos iterativos de cruce y mutación. De manera similar, los algoritmos basados en colonias de hormigas simulan el comportamiento colectivo de las hormigas para encontrar el camino más corto hacia una fuente de alimento, proporcionando así una estrategia efectiva para resolver el problema de la mochila.

Este reporte se centrará en cómo los algoritmos bioinspirados pueden aplicarse al problema de la mochila (Knapsack) . Exploramos diferentes tipos de algoritmos bioinspirados, cómo funcionan y cómo pueden adaptarse para resolver el problema de la mochila.

## Métodos

Nuestro problema a resolver es un clásico Knapsack, donde tenemos que lograr llenar un acuario con una amplia combinación de diferentes tipos de peces para lograr maximizar las ganancias durante la visita del público hacia el acuario.

Para ello usamos diferentes algoritmos bioinspirados, cómo lo es: Genetic Algorithm, Particle Swarm Optimization (PSO) y DEAP, para determinar mediante estos algoritmos, cual sería el más óptimo y eficaz para la resolución a nuestro problema

### *Algoritmo Genético (DEAP)*

Definición de Parámetros: Se definen los parámetros del problema, como el peso máximo de la mochila y la lista de elementos con sus pesos y valores asociados.

Creación de Tipos de Individuos y Objetos: Se crea un tipo de individuo y se configura una función de aptitud para maximizar el valor total.

Definición de Atributos del Individuo: Se definen los atributos del individuo, que representan la selección de elementos para la mochila.

Creación de la Población Inicial: Se crea una población inicial de individuos.

Función de Evaluación: Se implementa una función de evaluación que calcula el valor total de la mochila respetando el peso máximo.

Algoritmo Genético: Se ejecuta el algoritmo genético, que incluye la evaluación de la población, selección, recombinación y mutación, y se repite durante un número de generaciones predefinido.

Mejor Individuo y Resultados: Se selecciona el mejor individuo encontrado y se muestra el valor máximo de la mochila y la solución.

### *PSO (Optimización por Enjambre de Partículas)*

Definición de la Función de Evaluación: Se define una función de evaluación que calcula el valor total de la mochila y penaliza las soluciones que exceden el peso máximo.

Límites para Variables: Se establecen los límites para las variables de decisión, que indican si un elemento se incluye o no en la mochila.

Resolución del Problema con PSO: Se utiliza el algoritmo PSO para encontrar la solución óptima, maximizando el valor total de la mochila.

Mejor Solución y Resultados: Se muestra la mejor solución encontrada y el valor máximo de la mochila.

### *Algoritmo Genético Personalizado*

Inicialización de la Población: Se crea una población inicial de individuos y se evalúa su aptitud.

Selección: Se seleccionan padres mediante un torneo.

Combinación: Se realiza la combinación de padres para generar descendientes.

Mutación: Se aplica la mutación a los individuos de la población.

Evaluación y Actualización: Se evalúan los individuos y se actualiza la población de acuerdo con las nuevas generaciones.

Mejor Individuo y Resultados: Se muestra el mejor individuo encontrado y el valor máximo de la mochila.

## Discusión

Los tres algoritmos implementados abordan el problema de la mochila 0/1 desde perspectivas diferentes. El Algoritmo Genético utiliza una representación binaria de las soluciones y se basa en la evolución de la población para encontrar la solución óptima. PSO considera el problema como una optimización numérica y utiliza un enjambre de partículas para buscar la solución óptima. El algoritmo de Programación Genética crea programas que representan soluciones al problema y utiliza operadores genéticos para evolucionarlos.

Cada uno de estos algoritmos tiene sus ventajas y desventajas. El Algoritmo Genético es robusto y puede encontrar soluciones de alta calidad, pero puede requerir un número significativo de generaciones para converger. PSO es eficaz para problemas de optimización continua, pero puede no ser tan adecuado para problemas discretos como el de la mochila 0/1. El algoritmo de Programación Genética permite encontrar soluciones expresadas en forma de programas, lo que puede ser útil en ciertos contextos.

## Resultados

Al ejecutar los diferentes algoritmos se obtiene diferentes resultados, que se muestran a continuación:

## Genetic Algorithm

- Peces en la pecera: [5, 6, 8, 6, 5, 6, 41]
- Peces que no están en la pecera: [7, 4, 6, 7, 71]
- Precio conjunto de los peces: \$ 79

Tiempo de ejecución: 0.2 segundos

## Particle Swarm Optimization

- Número máximo de iteraciones alcanzadas: 100
- Mejor solución encontrada: [1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1]
- Beneficio máximo: \$73

Tiempo de ejecución: 2.0 segundos

## DEAP

- Mejor individuo: [0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 1]
- Beneficio máximo: 49

Tiempo de ejecución: 4.6 segundos

En eficiencia para nuestro problema, el algoritmo genético es el más rápido en términos de tiempo de ejecución, mientras que Genetic Algorithm ha encontrado una solución con un beneficio máximo más alto. DEAP, aunque más lento, ha encontrado una solución con un beneficio máximo menor. En término de tiempo de ejecución podemos decir que el algoritmo genético es preferible, pero como estamos buscando maximizar las ganancias para nuestro acuario, Genetic Algorithm parece ser la elección adecuada.

## Conclusión

En conclusión, los algoritmos bioinspirados son herramientas valiosas y efectivas para abordar el problema de la mochila y otros problemas de optimización combinatoria. Su capacidad para explorar ampliamente el espacio de soluciones, resistir óptimos locales y adaptarse a diversas variantes del problema los convierte en una elección sólida para muchas aplicaciones del mundo real. Sin embargo, es importante recordar que el rendimiento de estos algoritmos puede depender de la selección adecuada de parámetros, de una comprensión profunda del problema que se está resolviendo e incluso en cierta medida de la suerte.

## Reflexión:

Francelio Uriel Rodríguez García:

Dentro del contexto de cualquier trabajo, la construcción de acuerdos y relaciones sociales sólidas es esencial. A lo largo de mi experiencia, he aprendido que estas relaciones son la base para un trabajo exitoso, el haber trabajado con mis compañeros fue sumamente valioso ya que previamente se tenía ya establecido un vínculo de confianza entre nosotros, lo que nos permitió tener una muy buena comunicación a lo largo del proceso de nuestro proyecto.

El trabajo colaborativo es una parte fundamental de la mayoría de los proyectos. Este punto se aplicó desde el inicio del proyecto, cada integrante aportó con una simple idea que a medida en el desarrollo del proyecto se iba implementando o modificando para llegar a nuestro producto final, es por ello que en la mayoría de los proyectos que han tenido éxito han sido aquellos en los que todos los miembros del equipo estaban comprometidos y dispuestos a colaborar.

Las discusiones o pequeños desacuerdos es algo común dentro de un proyecto, pero en cómo se maneja este tipo de situaciones es lo que marca la diferencia, por lo que la negociación, el respeto y la disposición al diálogo son fundamentales en la gestión de este tipo de conflictos. Como se mencionó anteriormente, nuestro canal de comunicación entre mis compañeros fue buena, ya que se discutía en cómo se podría mejorar aún más el proyecto o que se podría desechar, ambas partes escuchaban y contribuían en encontrar una mejor solución que beneficiara a todos los integrantes para que nuestro proyecto tuviera éxito.

Juan Pablo Valenzuela Dorado:

El trabajo colaborativo es una sinergia donde se construyen acuerdos sólidos, se forjan relaciones sociales, se generan resultados y compromisos, y se utilizan estrategias de negociación para superar desafíos. La gestión de conflictos se aborda con respeto y disposición, y la toma de decisiones es un proceso conjunto. Cuando todos los miembros se comprometen con estos principios, el trabajo colaborativo se convierte en una fuente poderosa de generación de valor y logro de metas compartidas.

Juan Pablo Bernal Lafarga:

La construcción de acuerdos, interacciones y relaciones sociales desempeñan un papel fundamental en cualquier entorno de trabajo, ya que impacta en la dinámica del equipo y en la consecución de objetivos. Es de esta forma que siendo nosotros, un equipo que ha trabajado en diversos proyectos, ya conocemos nuestras fortalezas y debilidades, llevándonos a un mejor entendimiento del otro y repartiendo las tareas de forma eficiente y equitativa.

Los puntos en los que no estábamos de acuerdo de un principio se discutieron con el debido respeto a las opiniones de los demás, pero dejamos como resultado de dichos argumentos las opiniones más críticas reconocidas por todos los miembros del equipo. La negociación jugó un papel crucial en estas argumentaciones, y las decisiones se tomaron a favor de todos, es decir, hasta que todos estuviéramos de acuerdo aceptamos la propuesta.

Alfredo Murillo Madrigal:

El trabajo en equipo desarrollado fue ameno y fluido gracias a los acuerdos y comunicación entre los miembros del equipo, sumado a la amistad y compañerismo que tenemos dentro del equipo somos capaces de solucionar diversos problemas de forma eficiente.