



# **Sistemas de Inteligencia Artificial**

## **TP3 : Algoritmos Genéticos**

### **Grupo 9**

Marcos Abelenda, 55086

Santiago Manganaro Bello, 56239

Matias Perazzo, 55024

Agustín Ignacio Vázquez, 55354

# Índice

<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Generación de población</b>	<b>2</b>
Población Inicial	2
Selección	2
Elite	2
Ruleta	2
Boltzmann Ruleta	3
Ranking	3
Torneo Determinístico	3
Torneo Probabilístico	3
Universal	3
Cruce	3
De un Punto	4
De dos Puntos	4
Uniforme	4
Anular	4
Mutación	4
Distribución Uniforme	4
Distribución No Uniforme	4
Unigen	4
Multigen	5
Reemplazo	5
Método 1	5
Método 2	5
Método 3	5
<b>Conclusiones</b>	<b>6</b>
<b>Anexo</b>	<b>8</b>

## Introducción

El objetivo de este trabajo es implementar un motor de algoritmos genéticos para obtener las mejores configuraciones de personajes de un juego de rol.

El motor consta de cuatro etapas no necesariamente independientes entre sí, bajo las cuales hay diferentes algoritmos: etapa de selección, de cruce, de mutación y de reemplazo. En base a las distintas combinaciones posibles, se establecieron comparaciones con el fin de determinar cuál de ellas produce en el mejor resultado. Los mismos se presentan a continuación en este informe.

**Clase a evaluar:** Warrior 3

## Generación de población

### Población Inicial

Se recibe como parámetro la cantidad de la población sobre la cual se comienza a ejecutar los algoritmos. La población inicial se genera en base a dicha cantidad (que se mantiene constante independientemente de la generaciones) de manera pseudo-aleatoria, correspondiendo a listas parametrizables de equipamientos. Se realizan los cálculos pertinentes para definir las características de cada personaje de la población.

### Selección

Se establece una cantidad  $K$  de individuos a seleccionar. Dicha cantidad es luego dividida en dos partes no necesariamente iguales (porcentaje de selección parametrizable). Cada una de estas dos nuevas cantidades serán seleccionadas de la población total utilizando dos métodos de selección diferentes. Esto ocurre siempre y cuando el método de reemplazo no sea el que reemplaza a toda una generación por sus hijos (método 1).

Hay que considerar que la idea principal de un método de selección es que dados dos individuos el que tenga una mayor aptitud tenga una mayor probabilidad de ser elegido. A continuación se mostrarán los algoritmos implementados.

#### *Elite*

Consiste en tomar los individuos con mejor fitness de una población. Carece de aleatoriedad, por lo tanto, luego de varias generaciones, la población se puede “estancar” o converger prematuramente.

#### *Ruleta*

Si bien implícitamente resulta bastante elitista, introduce cierta aleatoriedad que permite salir de mínimos locales al conseguir individuos con un fitness mejor que el fitness de ambos padres.

## *Boltzmann Ruleta*

Utiliza el método de ruleta combinado con Boltzmann que es análogo a *Simulated Annealing*. Se implementó una presión de selección sobre la población que depende de una temperatura, la cual varía de forma exponencial negativa  $e^{-i * factor}$  y depende de un contador de generación y un factor que multiplica al mismo. A mayor valor del factor menor temperatura, por lo tanto mayor presión o convergencia. Si se disminuye el mismo se obtiene un fenómeno conocido como *Random Walk*.

## *Ranking*

Se ordenan los individuos ascendentemente de acuerdo a su aptitud y se les asigna una clasificación equivalente a su orden de aparición. Esto logra que individuos que estén consecutivos tengan una probabilidad casi igual de ser elegidos a pesar de que tengan una diferencia de aptitud considerable.

## *Torneo Determinístico*

Se toman una cierta cantidad de individuos y se selecciona al más apto de ellos. Difiere de Elite ya que en este último se toman los N individuos más aptos mientras que en el primero se itera seleccionando una menor cantidad de individuos y de ellos el más apto hasta obtener N (es decir, se realizan N iteraciones de torneo para obtener N individuos).

## *Torneo Probabilístico*

Similar al anterior pero el torneo se realiza entre dos individuos incluyendo una mayor aleatoriedad ya que se toma el mejor de ellos en base a un random.

## *Universal*

Similar a ruleta pero los valores se calculan a partir de un mismo número aleatorio y se obtiene una distribución más uniforme en [0, 1). Si se lo compara con ruleta, es preferente utilizarlo si un pequeño porcentaje de la población contiene gran parte del fitness (ruleta fallaría notablemente en este caso).

## **Cruce**

La recombinación es un operador genético utilizado para generar variación en la programación de los "cromosomas" de una generación a la siguiente.

En este trabajo, la cruce consiste en intercambiar cierta cantidad de genes entre dos individuos.

Los elementos considerados genes son aquellos elementos que resultan materia prima para la generación de un individuo. En este trabajo: equipamiento (armadura, botas, guantes, casco y arma) y altura. En base a estos seis elementos, es posible determinar todas las características de un personaje.

Si se selecciona una cantidad k impar de hijos a generar, el primer padre se reproduce dos veces.

Cada cruce de dos padres genera dos hijos con las características opuestas.

Existe un valor porcentual que indica si la cruce se realiza o no. En caso de que no suceda, ambos padres pasan directamente a la siguiente generación.

### *De un Punto*

Se selecciona un punto aleatorio en la lista de genes. Todos los genes antes del punto, son tomados del primer padre; todos los genes después, del segundo.

### *De dos Puntos*

Similar al cruce de un punto, pero en este caso se seleccionan dos puntos aleatorios. La diferencia principal con el anterior radica en que la cantidad de combinaciones distintas posibles es mucho mayor, aportando entonces, mayor diversidad genética a la población.

### *Uniforme*

En este método, se recorren ambos genes de los padres. Para cada gen, se analiza un número aleatorio y se verifica si es mayor o menor a 0.5. En el primer caso, el gen es tomado del primer padre; caso contrario, del segundo. La mayor ventaja en relación a estrategias previas es que permite cruzar genes no consecutivos.

### *Anular*

Método un poco más complejo de implementar, pero cuyos resultados son equivalentes a los del método de dos puntos.

## **Mutación**

La mutación le aporta al algoritmo una aleatoriedad extra, aumentando la diversidad de la población y generando más margen de evolución. Consiste en una alteración en cierta información genética, que puede provocar que el individuo pase a ser más o menos apto.

Existe un valor porcentual que indica si la mutación se realiza o no.

Hay dos tipos de mutación: uniforme y no uniforme. Hay dos métodos de mutación: unigen y multigen.

### *Distribución Uniforme*

En esta distribución, todos los genes en cualquier generación tienen las mismas posibilidades de mutar. Si la probabilidad es alta, entonces cuanto más cerca se está de la solución, más riesgo de realizar una mutación perjudicial hay, pero si la probabilidad es baja, entonces es probable que el algoritmo no llegue ni siquiera a encaminarse a la solución y nunca converge.

### *Distribución No Uniforme*

En este caso, se le otorga una probabilidad de mutar inicial al algoritmo y a medida que pasan las generaciones, va descendiendo levemente. De esta manera, se solucionan los problemas que posee el anterior tipo de distribución.

### *Unigen*

Consiste en la alteración de un solo gen por individuo. Aporta diversidad, pero de manera muy controlada. Aporta lentamente progreso si se parte de una población mala genéticamente y lentamente retroceso si se tiene una población lejos de la solución.

### *Multigen*

Es una variación del método de mutación anterior. Pueden ser alterados entre uno y la cantidad máxima de genes con una probabilidad de 0,5 cada uno. Aporta una diversidad mayor al anterior, por lo que, si la población es mala, progresa más rápido. Si la población es buena, se aleja más rápido de la solución.

## **Reemplazo**

Para poder hacer evolucionar la población, entonces hay que escoger cuáles de los individuos pasan a la próxima generación. En este punto del algoritmo, están disponibles para seleccionar los  $N$  individuos que habían antes sumados a los  $K$  hijos que fueron cruzados (a partir de ciertos individuos de los  $N$ ) y mutados.

Para los métodos 2 y 3, se realizan dos nuevas selecciones parametrizables de la misma manera que se explicó al inicio del algoritmo.

### *Método 1*

En este método, se renueva totalmente la población. No existe selección en ningún punto del algoritmo pues todos los individuos son sometidos a cruce.

### *Método 2*

En este método, sí existe selección en los dos puntos del algoritmo. La nueva generación se forma a partir de todos los hijos que se generaron, en combinación con una selección de la generación anterior (se seleccionan  $N - k$  individuos de la generación anterior).

### *Método 3*

En este método, sí existe selección en los dos puntos del algoritmo. La nueva generación se forma a partir de  $N$  individuos de una lista que contiene  $N+k$  individuos (generación anterior + hijos). De esta manera, puede suceder que dos generaciones sean casi o exactamente iguales. Esto resulta provechoso cuando la generación de individuos empeora la calidad genética de la población.

## Conclusiones

- Al utilizar el método de Boltzmann se pudo observar como influyó la temperatura en la presión de selección. Como la ecuación que describe a la primera tiene la forma  $e^{-i * factor}$  cuando se decrementó el factor la elección se asemejaba más a un *Random Walk* (es decir, las generaciones no logran mejorar). Cuando se probó incrementando el factor se obtuvieron generaciones cuyo fitness variaba crecientemente. Lo mismo ocurre con la variable “i” que representa la iteración actual, a medida que aumentan las iteraciones el fitness converge. (Ver figuras 1 y 2).
- La utilización del método 1 de reemplazo dio resultados bastante pobres en comparación a los otros dos métodos. Esta estrategia no tiene en cuenta a los individuos más aptos para seleccionar y en cada generación renueva la población en su totalidad. Por esta razón no hay garantía que progrese la población. (Ver figura 3).
- La mutación es un factor que debe tratarse con cuidado. Existe una relación directa entre tamaño de la población y probabilidad de mutar. Si la población es muy chica, la variedad genética es acotada y la mutación resulta un factor clave para la evolución. El conjunto de individuos se moverá más rápidamente entre el espectro genético y será capaz de llegar a una solución de otra manera inalcanzable. Si la población es muy grande, la variedad genética es extensa y la mutación no es en principio necesaria (a menos que la población en general sea mala genéticamente). Si la población actual está muy cerca de la solución, entonces la mutación podría llegar a impactar negativamente, debido a la pérdida de genes óptimos.
- A mayor cantidad de población y selección se requiere más computo. Esto tiene sentido ya que se realizan una mayor cantidad de operaciones.
- La mutación unigen resultó, por lo general, más efectiva que la mutación multigen. El aumento de mutación no necesariamente implica mayor progreso. Más aún, puede llevar a la evolución por un camino erróneo. (Ver figuras 4 y 5).
- Tanto la mutación uniforme como la no uniforme resultaron efectivas. En el caso de la primera, su efectividad se vio principalmente en la salida de máximos locales alcanzados en las etapas avanzadas de la evolución. A su vez, produce un avance más rápido que la no uniforme. Esta última, por su parte, es un poco más controlada, por lo que su efectividad se ve principalmente cuando se alcanza un valor cercano al óptimo en etapas avanzadas de la evolución. En este caso, dado que la tasa de mutaciones es relativamente baja, los valores encontrados se mantienen.
- Aumentar la probabilidad de mutación, influye directamente en la posibilidad de obtener un mejor personaje. Sin embargo, el promedio empeora. (Ver figuras 6 y 7).
- El método 2 resulta el más efectivo en relación al método 3. Esto se debe a que prioriza el avance de la población con los nuevos individuos generados. En menos cantidad de generaciones, llega a un fitness mayor. Sin embargo, en situaciones de empeoramiento, es decir, cuando ya se alcanzó un valor cercano al máximo y se sigue iterando, el método 2 impacta negativamente en mayor medida que el método 3. (Ver figuras 8 y 9).
- En los métodos de reemplazo generacional 2 y 3, es preferible tener un k mayor al 50% de N. De esta manera, una gran cantidad de nuevos individuos se generan, por lo cual hay mayor probabilidad de que surjan buenos candidatos para reemplazar a la próxima generación. Sin

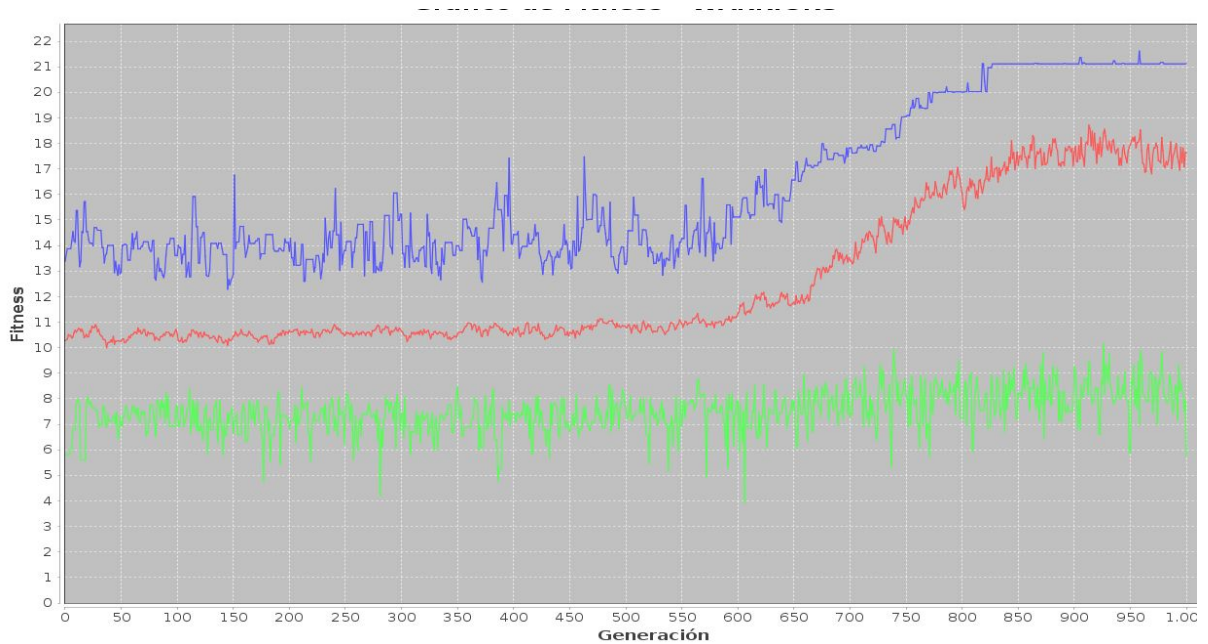
embargo, cuanto mayor es el  $k$ , mayor es el tiempo que lleva el algoritmo, pues más tarda en realizar la selección.

- Se trabajaron con distintas semillas visualizando el impacto de las mismas sobre los resultados y se eligió la más óptima para nuestra clase *Warrior3*.

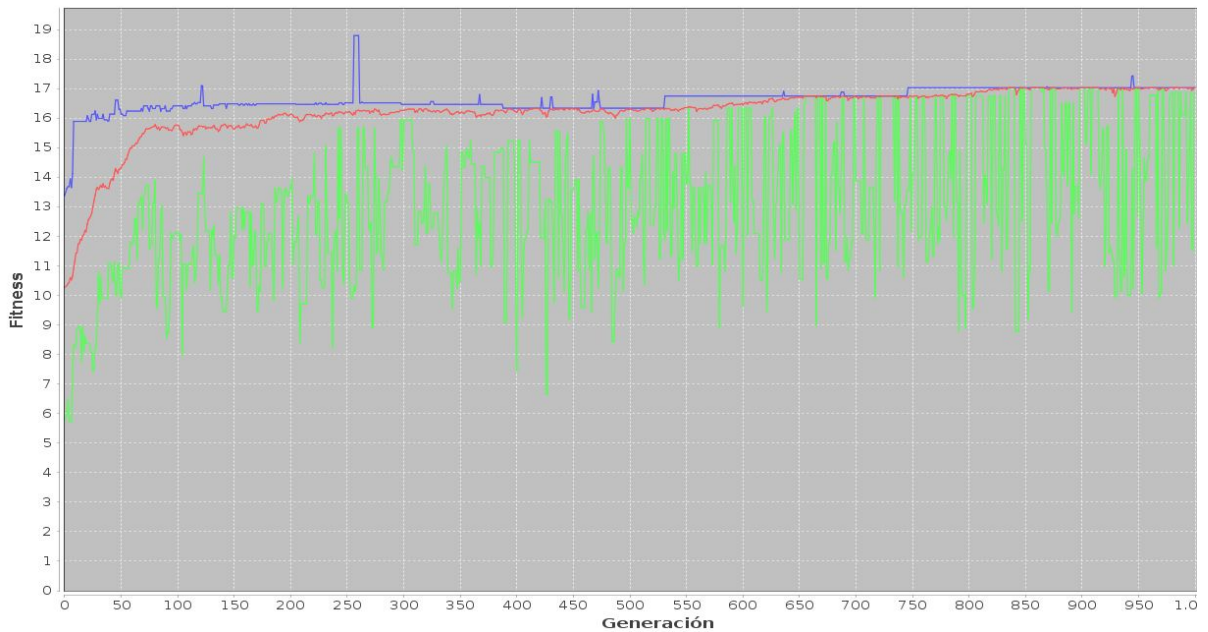


## Anexo

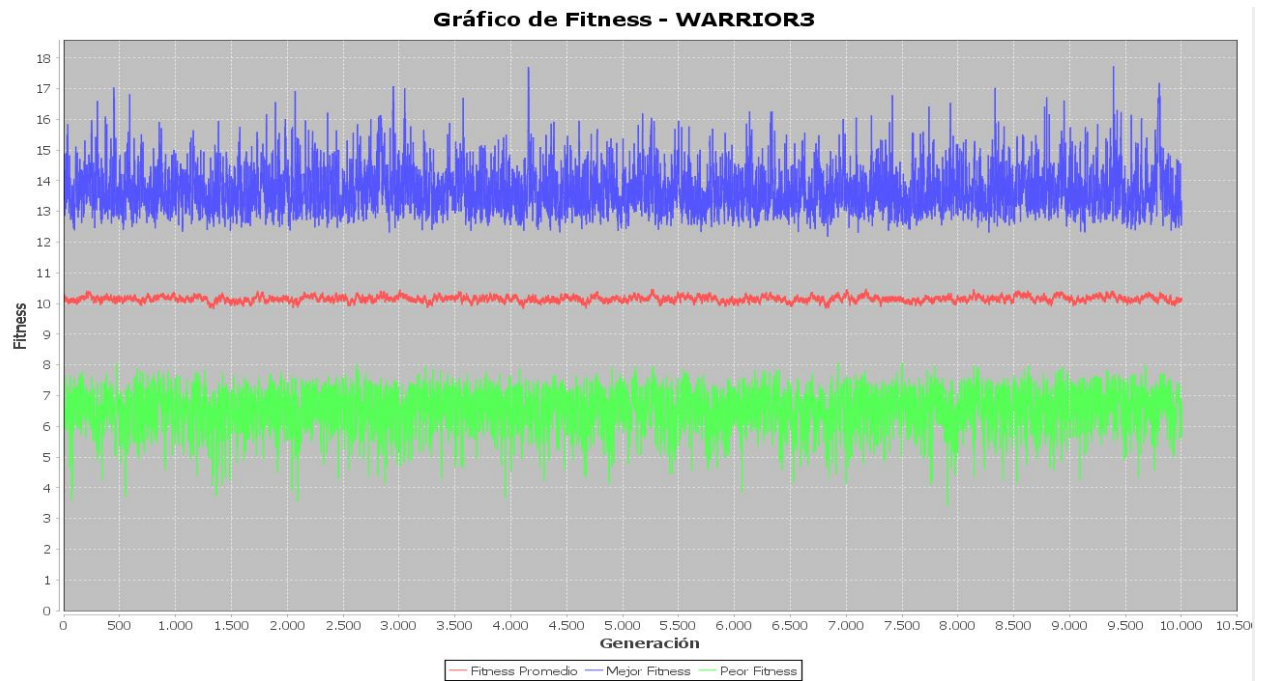
**Figura 1 (Factor = 0.5). Best Fitness: 21.6. Best Avg Fitness: 18.7.**



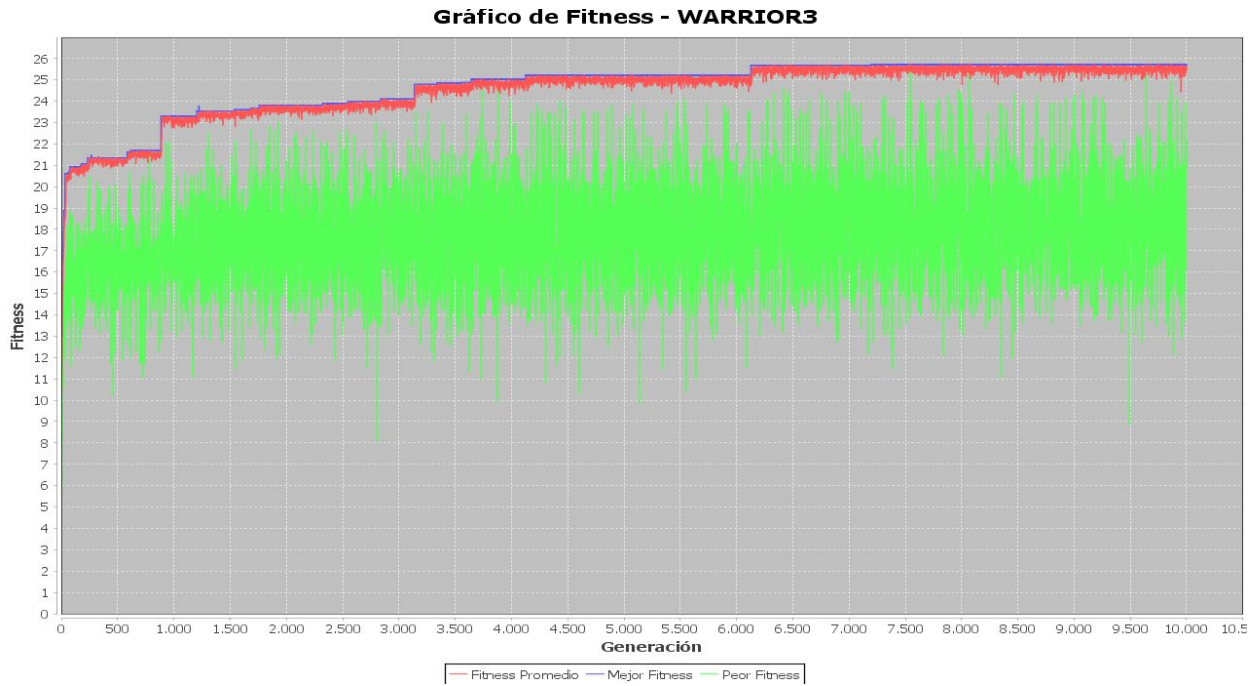
**Figura 2 (Factor = 0.005). Best Fitness: 18.8. Best Avg Fitness: 17 .**



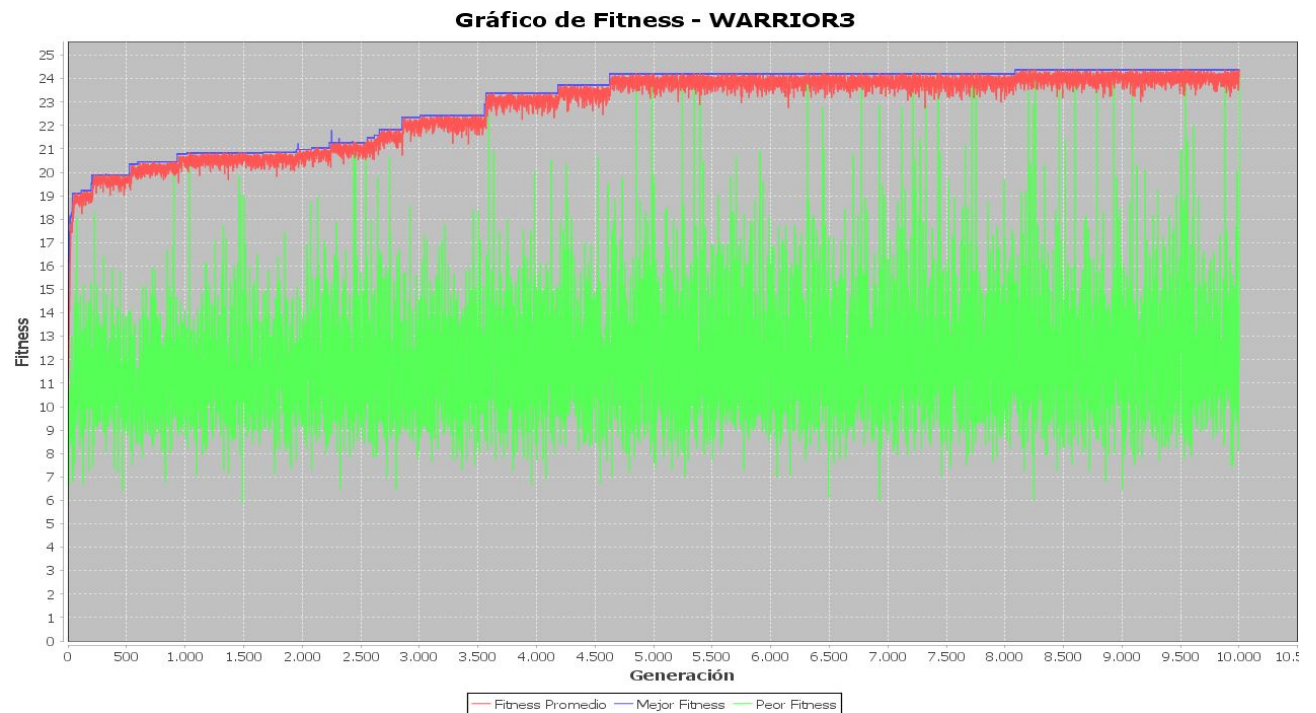
**Figura 3** (Método de Reemplazo 1). **Best Fitness:** 10.70. **Best Avg Fitness:** 10.46



**Figura 4** (Mutación unigen). **Best Fitness: 25.70. Best Avg Fitness: 25.50.**

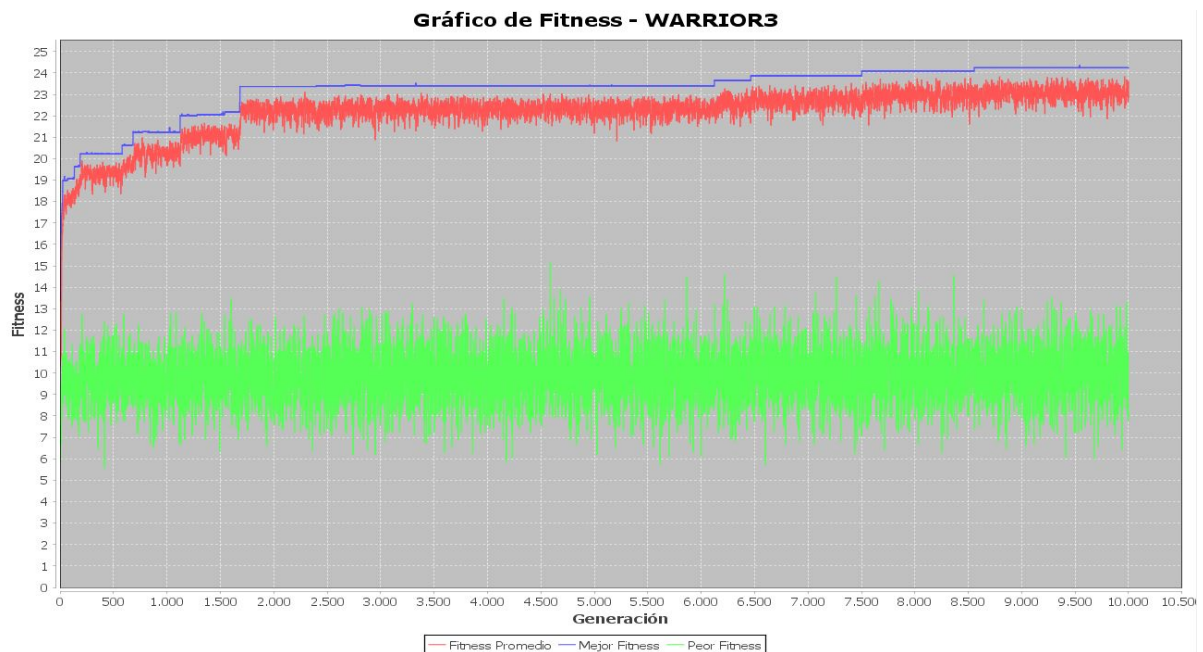


**Figura 5** (Mutación multigen). **Best Fitness: 24.36. Best Avg Fitness: 24.23.**





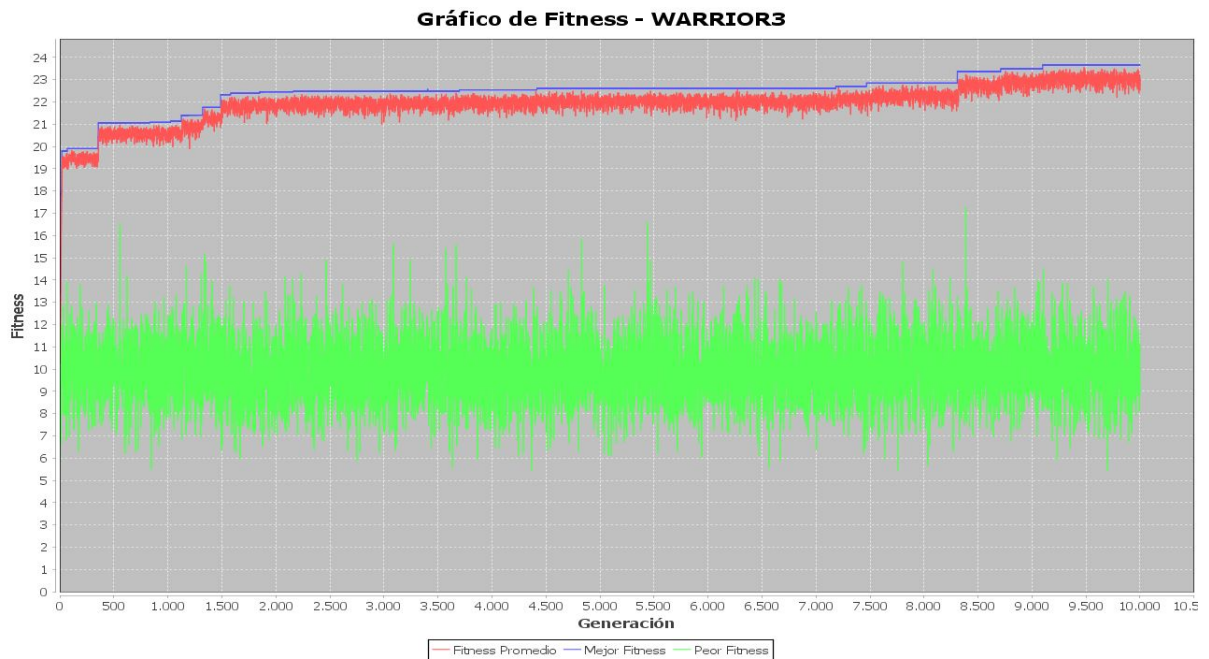
**Figura 6** (Probabilidad de mutación 0.5, uniforme). **Best Fitness: 25.29. Best Avg Fitness: 24.96.**



**Figura 7** (Probabilidad de mutación 0.1, uniforme). **Best Fitness: 25.61. Best Avg Fitness: 20.94.**



**Figura 8 (Método de Reemplazo 2). Best Fitness: 23.65. Best Avg Fitness: 23.53.**



**Figura 9 (Método de Reemplazo 3). Best Fitness: 23.04. Best Avg Fitness: 23.04.**

