

# Lua's Conquest (La Conquista de Lua)

Alonso Hernández Tavera  
Actividad bonificable para el Parcial III  
Diseño y Análisis de Algoritmos  
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia  
[f.hernandezt@uniandes.edu.co](mailto:f.hernandezt@uniandes.edu.co)  
Fecha de presentación: junio 5 de 2023

## Tabla de contenido

1 Descripción del juego.....	1
2 Mecánica del juego.....	2
3 Conceptos del curso que se aplican en la lógica del juego.....	6
4 Ejemplos de instancias del juego .....	10
5 Implementación en lenguaje Python.....	24

## 1 Descripción del juego

La Conquista de Lua (o en inglés Lua's Conquest) es el juego que de manera propia he ideado y que utiliza la teoría de Algoritmos Aproximados, específicamente la de la heurística de Algoritmos Genéticos como lógica para su funcionamiento.

A continuación, presentaré una contextualización del juego:

Existe en la galaxia andrómeda, un sistema solar llamado Aetheria y dentro de él, un planeta llamado Lua. Aetheria surgió de una gran cantidad de polvo estelar que quedó como resultado de la explosión de una supernova dentro de esa galaxia y esto fue hace relativamente poco tiempo.

Debido a la caída de un meteorito con formas de vida microscópicas, y a las condiciones favorables para la vida en Lua, este planeta está comenzando a experimentar un rápido poblamiento determinado por el surgimiento continuo de nuevas especies.

Las especies, de manera similar a como ha ocurrido en la tierra, se encuentran todas en una carrera por adaptarse a diferentes condiciones ambientales y sobrevivir.

Dentro de este contexto es donde se sitúa el juego, pues el jugador se hará cargo de una nueva especie que apenas surgió dentro del planeta (como resultado de la mutación de una especie anterior u otra razón).

## 2 Mecánica del juego

El objetivo del juego consiste en tomar el control de una especie dentro del planeta Lua, que está habitado en ese preciso momento por otras 19 especies. A esta especie el jugador le dará un nombre propio y su principal meta será lograr que la especie sobreviva una 'Invasión' que habrá en ese planeta luego de 30 años (se hablará de La Invasión más adelante).

### Manejo del tiempo dentro del juego

Con el objetivo de no hacer una implementación muy compleja del juego, se va a manejar una medida de tiempo dada por años. Un año dentro del planeta Lua equivale a aproximadamente 1 mes en el planeta tierra.

### Modalidad del juego

El juego consiste en una serie de toma de decisiones por parte del jugador para definir qué acciones llevarán a cabo los individuos de su especie. Esta toma de decisiones se ve reflejada en el beneficio o afectación negativa que puede ocasionar un evento como:

- Una catástrofe natural
- La posibilidad de enfrentarse a otra especie
- La obtención de suficientes o no suficientes recursos para toda la especie
- Tomar el riesgo de explorar una zona para conseguir más recursos

Esta toma de decisiones se realizará por períodos de tiempo de un año, es decir, cada año se presentarán nuevos eventos (ya programados desde un inicio y elegidos al azar dentro del juego) sobre los cuales se deberán tomar decisiones y los resultados de esas decisiones se podrán observar al final del año.

**Cada año, podrán haber entre 3 y 6 eventos programados** sobre los cuales el jugador deberá tomar decisiones.

En pocas palabras, el desarrollo de los eventos del juego se estructura en períodos de un año, la toma de decisiones de un jugador se hace al inicio del año y sus consecuencias se observan al finalizar ese mismo año.

Las consecuencias se ven medidas en el aumento o disminución de los atributos de una especie y, por tanto, del aumento o disminución de su puntaje de aptitud (fitness).

## ¿Cuándo termina el juego?

Existen dos maneras en las que la partida de un jugador puede terminar:

1. **Todos los individuos de su especie mueren** por causa de un enfrentamiento, por falta de recursos, por haber cumplido su expectativa de vida, por no haber sido capaz de adaptarse al ambiente o por haber sido sometidos por la especie invasora del final de juego.
2. Luego de que ocurre **La Invasión**, que es el evento decisivo y final del juego, existe la posibilidad de que una especie dentro de Lua se salve o no de la especie invasora. Esta '**salvación**' se determina por el puntaje de fitness final que logra esa especie y si es mayor o menor que el puntaje de fitness de los invasores.

**La invasión ocurre en el año 20** posterior a la aparición de la nueva especie que el jugador nombre y comienza a controlar.

## Caracterización de una especie

El principal sistema dentro del juego que permitirá comparar una especie respecto a otra y determinar su supervivencia es un sistema de **atributos**, que es equivalente a un conjunto de puntos otorgados a diferentes habilidades o aptitudes de una especie.

Los atributos con los que se caracteriza una especie son:

1. **Puntaje de resistencia:** Este puntaje termina por determinar si esa especie podría o no sobrevivir a eventos como el enfrentamiento total contra otra especie, la aparición de un fenómeno natural, la llegada de una enfermedad o la falta de comida por cierto tiempo.
2. **Poder de combate:** También corresponde a un puntaje y determina si es posible o no que una especie pueda entrar en guerra y ganarle a otra. En el caso en que el poder de combate sea mayor a la resistencia de otra especie, podría someterla y sobrevivir.
3. **Cantidad de individuos:** Corresponde al número de seres vivos de esa especie. En el caso de llegar a 0, se considera la especie como extinta.
4. **Suerte:** Es un porcentaje de probabilidad medido desde 0 hasta 1, donde 0 significa que esa especie no cuenta con suerte y 1 es que siempre se verá favorecida por la fortuna en diferentes escenarios.

La suerte puede permitirle a una especie:

- a. Sobrevivir una guerra, aún si su resistencia es menor al poder de combate de la otra especie.
- b. En el caso de que quede un solo individuo de una especie, que este de alguna forma sea capaz de clonarse y formar dos individuos en total.

- c. Sobrevivir un año más, aún cuando la comida no es suficiente para todos los individuos.
- 5. **Puntaje de adaptación:** Este puntaje sirve para determinar si, dado un cambio muy drástico dentro de las condiciones ambientales del planeta, o la aparición de un **Evento Filtro**, una determinada especie podría o no adaptarse y evitar extinguirse por completo.

Con estos 5 atributos, se puede modelar una especie dentro del planeta y representar su aptitud dentro de la competencia por conquistar el planeta Lua.

### **Puntaje de Aptitud o Fitness:**

Teniendo en cuenta los valores que tenga una determinada especie para cada uno de sus 5 atributos característicos, se podrá calcular un puntaje de Aptitud o Fitness, el cual clasificará a esa especie dentro de todo el planeta.

La especie con mayor puntaje de aptitud, es aquella que será considerada como la dominante y podría tener más posibilidades de sobrevivir La Invasión.

### **Cálculo del puntaje de aptitud de una especie**

Teniendo en cuenta las siguientes abreviaciones:

PR: Puntaje de resistencia

PC: Poder de combate

CI: Cantidad de individuos

S: Suerte

PA: Puntaje de adaptación

La fórmula utilizada para calcular el puntaje de fitness de una población en un cierto punto del tiempo es:

$$\textbf{Fitness} = \frac{(PR + PC) PA}{CI}$$

Entre mayor sea este valor de Fitness, mejor situada está una especie respecto a las demás, es decir, este puntaje permite comparar especies dentro de Lua para revisar de manera rápida, qué especies podrían sobrevivir con mayor probabilidad un año más.

La suerte (S) solo aparecerá como medida de probabilidad para ciertos eventos dentro del juego respecto a cada especie.

## **Alimentación de una especie**

Todos los individuos de una especie necesitan alimentarse para sobrevivir, por lo tanto, se asume dentro del juego que cada año se encuentra la suficiente cantidad de comida, a menos que en un evento aparezca de manera explícita un riesgo por falta de recursos y se deba tomar una decisión al respecto.

Por cada año que una especie pase sin alimentarse, **se restarán 10 puntos de su resistencia**.

No existe una cantidad mínima definida que exprese cuánto necesita una especie para considerar que se ha alimentado. Tampoco hay un concepto como 'comida' que se considere un objeto necesario dentro del juego.

## **Crecimiento de la especie**

De manera natural, cada especie duplicará sus individuos cada año. Por su puesto, algunos individuos podrían morir como consecuencia de diferentes eventos o porque su expectativa de vida se cumplió.

La expectativa de vida de todos los individuos es de 15 años.

Es posible obtener más individuos para la especie a partir de eventos que benefician al jugador.

## **Detalles sobre La Invasión**

La Invasión es un evento propuesto en el diseño del juego. Esta consiste en la llegada de otra especie que ya dominó su planeta de origen y ahora busca dominar otros planetas como Lua.

La especie invasora se va a caracterizar por tener un puntaje de fitness específico y no siempre es el mismo. La llegada de la invasión se da en el **año 20** posterior al surgimiento de la nueva especie que controla el jugador.

Dentro del planeta Lua, aquellas especies que logren superar el puntaje de fitness de la especie invasora, asegurarán su supervivencia dentro del planeta. Por otra parte, aquellas que no tengan tanto puntaje como la especie invasora, se verán sometidas y, en escencia, se declara el fin de esa especie.

Aquellas especies que logren un puntaje igual al de la especie invasora, se van a ver sumergidas en una guerra, donde se pondrán en contra los puntajes de Resistencia y Poder de Combate. En caso que sean el mismo puntaje, se decidirá por su porcentaje de suerte.

La comparación de mayor o menor fitness para determinar el destino de la especie invasora o del jugador, se va a dar de la forma descrita en caso que esas especies tengan un porcentaje de suerte de 0. En el caso que tengan una suerte diferente a 0, existe la posibilidad de que aquellas especies que se vean sometidas por su inferior aptitud (puntaje fitness), logren evitar su extinción y entren en guerra en su lugar.

El modo de 'guerra' es aquel en el que se revisan los puntajes de combate y resistencia. En caso que todas estas estadísticas sean iguales, se revisará el porcentaje de suerte de cada una, el que sea mayor va a sobrevivir. Si la suerte es la misma para cada especie, se decidirá al azar cuál sobrevive dentro de Lua.

Las estadísticas (atributos) de la especie invasora se determinarán al azar, pero en la mayoría de partidas, existirá la posibilidad de que al menos una especie en Lua logre sobrevivir.

### **3 Conceptos del curso que se aplican en la lógica del juego**

El concepto principal que se trata dentro de la lógica del juego es el correspondiente a la teoría de los algoritmos genéticos que corresponde a una **heurística de búsqueda** inspirada en la Teoría de la Evolución propuesta por **Charles Darwin** (Mallawaarachchi, 2017).

Es importante aclarar que el juego no utiliza explícitamente un algoritmo aproximado con la heurística de Algoritmos Genéticos (para hablar de una posible implementación), por otra parte, la dinámica del juego está fuertemente inspirada en sus componentes esenciales que se pueden ver de la siguiente forma:

#### **1. Noción de Selección Natural**

El juego en su esencia consiste en una analogía del proceso de selección natural que ha ocurrido en la tierra por millones de años. Todas las especies dentro de Lua se encuentran en una competencia por persistir ante la limitada capacidad de recursos y las adversidades del planeta. Aquellas que logran adaptarse mejor al ambiente y sus problemas, logran un puntaje de fitness o aptitud mayor a las demás y pueden persistir en el tiempo una mayor cantidad de generaciones y años.

En relación al tema de Algoritmos Genéticos: La selección natural se puede ver dentro del proceso de Selección (función de Selección), en la cual se escogen los individuos con mayor o menor fitness (dependiendo de la optimización elegida) para que pasen sus genes a las siguientes generaciones (en la reproducción).

## **2. Fases del proceso de Evolución de la especie**

**Primera fase – Población Inicial:** Dentro de la teoría de la heurística de Algoritmos Genéticos, se comienza el proceso de evolución de las soluciones a partir de un conjunto inicial de individuos, llamado Población Inicial. Cada individuo se compone de una serie de valores con cierto significado dentro del problema que se quiere abordar, a cada valor se le llama Gen. El conjunto de todos los genes forma el Cromosoma, que se considera un mismo individuo.

En el juego de Lua's Conquest, La población inicial corresponde a los individuos con los que comienza cada jugador y que hacen parte de su especie. En el planeta Lua, todas las especies comienzan con una población inicial de 2 individuos.

A pesar de que no tiene mucha utilidad dentro del juego darle atributos a cada individuo, sí se tiene en cuenta que la reunión de todos los individuos dentro de la especie es lo que le da sus 5 atributos significativos. Se podría decir que estos 5 atributos son los Genes pero en lugar de un solo individuo, de toda una población.

Teniendo esto en cuenta, la analogía con los cromosomas dentro de un Algoritmo Genético, se realiza respecto a cada especie como un conjunto y no de forma separada para cada uno de sus individuos.

Para crear la población inicial, se suele definir una función dentro del algoritmo genético, la cual utiliza generadores de valores aleatorios. En el caso del juego, cada especie también comienza con atributos aleatorios pero que no pueden sobrepasar un límite inicial (para no comenzar con mucha ventaja).

Específicamente, se puede iniciar con estos rangos de atributos:

1. Puntaje de Resistencia: Entre 0 y 10
2. Poder de Combate: Entre 0 y 5
3. Cantidad de Individuos: Siempre serán 2 iniciales.
4. Puntaje de Adaptación: 0 a 5
5. Suerte: de 0 a 0,1

### **Segunda fase – Función de Fitness**

La función de fitness dentro de un Algoritmo Genético, se utiliza para evaluar cuantitativamente la aptitud de cierto individuo dentro de una población. Para esto, se adapta una forma matemática de asignar este puntaje según las cualidades o genes del individuo y su pertinencia dentro del problema que se quiere solucionar.

En el caso del juego, la asignación del puntaje de Fitness se realiza mediante la ecuación descrita:

$$Fitness = \frac{(PR + PC) PA}{CI}$$

Y se tomó la decisión de que maximizar el fitness significa una mayor probabilidad para sobrevivir dentro del planeta Lua para una especie dada.

En el caso del juego, el puntaje de Fitness no se le calcula a un individuo, se realiza por cada población debido a la decisión de diseño de considerar a todos los individuos como una unidad.

Como se ha podido notar hasta este punto, la analogía de los individuos dentro de un algoritmo genético se realiza con las diferentes especies dentro de Lua. Por lo tanto, el proceso de Selección Natural, se realiza sobre las especies y, al final, como si se hubiese aplicado un algoritmo sobre todas las especies para buscar la **más apta**, va a destacar sobre todas una o varias con el mismo puntaje de Aptitud que signifique un mejor caso para el **problema de sobrevivir dentro del planeta**.

### Tercera fase – Selección

La selección es un proceso fundamental dentro de un Algoritmo Genético, pues es aquel que permite la evolución a través del tiempo de las poblaciones. Esta evolución siempre tendrá como objetivo filtrar el conjunto que se tiene de soluciones (individuos o cromosomas) según su puntaje de aptitud, para que en cada generación e iteración aparezcan individuos con mejores características que resulten más convenientes para solucionar un problema.

Dentro del juego, la selección se realiza sobre las especies del planeta y siempre se verá como el resultado de procesos que han sucedido en el planeta tierra desde el comienzo de la vida. Esos procesos corresponden a los eventos que con anterioridad se han mencionado, como el caso de los desastres naturales.

En el caso de un desastre natural, una guerra o la eventual invasión de Lua, aquellas especies con mayor puntaje de Fitness serán las ‘seleccionadas’ para seguir sobreviviendo.

En este punto de la descripción del juego propuesto, se puede pensar en el objetivo del juego como la búsqueda a la respuesta: **¿Cuál o cuáles son las especies más aptas dentro del planeta Lua para que logren con mayor probabilidad sobrevivir en 20 años a La Invasión?**



#### Cuarta fase – Crossover

El cruzamiento crossover es un paso fundamental de cualquier algoritmo genético, pues es el proceso que permite variar los genes de los individuos de una población y buscar que se generen nuevos individuos con mejores características.

Para el cruzamiento, se seleccionan (por ejemplo) los mejores 2 individuos de la población según su puntaje de fitness y se intercambian sus genes a partir de una posición del cromosoma. Los individuos originales se llaman **padres** y los resultantes, sus **hijos**. De forma tradicional, a partir de n padres, se generan n hijos cuyos genes se busca que tengan mejor puntaje de fitness.

Los hijos se añaden a la población y pasan a ser parte de una nueva generación dentro del proceso de evolución.

Dentro del juego Lua's Conquest, el crossover se ve plasmado dentro de una mecánica posible. Esta mecánica consiste en el **acuerdo** al que pueden llegar dos especies distintas de cruzar sus individuos y, en lugar de dar lugar a dos nuevas especies, cambiar los atributos que hasta ese momento tenían.

Debido a que no es por ahora un juego multijugador, el acuerdo será aceptado por una especie no controlada por el jugador de manera aleatoria (50% de probabilidad de aceptar, 50% de no hacerlo).

El cruzamiento de atributos es aleatorio y se ve como un intercambio en sus valores. Se podrán cambiar máximo 2 atributos en cada cruzamiento y estos serán elegidos al azar (20% de probabilidad para cada uno). No se realiza cruzamiento sobre el atributo de Cantidad de Individuos.

#### Quinta fase – Mutación

En la teoría de la heurística de algoritmos genéticos, las mutaciones se hacen presentes al generarse nuevos hijos en un proceso de cruzamiento. Las mutaciones ocurren con una probabilidad definida por el diseñador del algoritmo, sin embargo, se recomienda manejar una probabilidad baja para evitar afectar negativamente algunos individuos que de manera natural adquieren genes muy convenientes dentro de la solución del problema.

Las mutaciones ocurren para mantener la diversidad en una población y evitar una 'convergencia prematura' (Mallawaarachchi, 2017).

En La Conquista de Lua, las mutaciones también se verán presentes en el proceso de cruzamiento de dos especies. El porcentaje definido para estas es del 15% y se dan sobre uno de los atributos de cada especie (excepto la Suerte y la cantidad de

individuos) para aumentar o disminuir 10 puntos. Por tanto, corresponde a un riesgo inherente a la decisión de cruzamiento de dos especies.

### **3. Terminación del juego (Convergencia)**

Cuando un algoritmo genético converge, es porque ya no genera individuos con genes o atributos que producen un puntaje de fitness significativamente distinto en cada iteración.

En el caso del juego, la terminación es distinta porque el número de iteraciones ya está definido y es de 20 años (20 rondas de toma de decisiones y eventos). Al llegar a los 20 años transcurridos desde la creación de la especie del jugador, ocurrirá la Invasión y solo las especies más aptas a comparación del puntaje de aptitud de la especie Invasora (recordando que puede ser diferente en cada partida) serán aquellas que no se verán sometidas y podrán continuar habitando Lua.

**Nota importante:** La teoría relacionada a estos conceptos explicados fue tomada comoreferencia del artículo de Mallawaarachchi, V que se encuentra en la sección de referencias de este documento.

## **4 Ejemplo de instancia del juego**

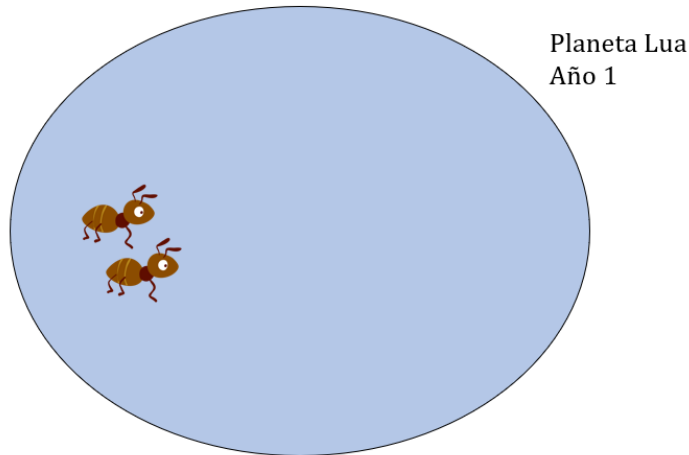
Debido a la longitud del juego (20 rondas hasta el final) y lo extenso que sería mostrar 4 partidas completas explicadas de inicio a fin, se presentará un ejemplo de una partida iniciada por un jugador y se mostrarán 4 rondas que corresponden a 4 años. Durante estas 4 rondas será posible visualizar los aspectos aplicados del curso.

Para el ejemplo de instancia del juego, se analizarán las 5 fases identificadas como principales para la lógica de un Algoritmo Genético junto a otros conceptos clave de la heurística.

### **1. Primera Ronda (Año 1)**

Supongamos que el jugador elige como nombre de su especie: 'Formicidae'.

Este jugador inicia con 2 individuos:



Junto a esa especie, se crean otras 19 cuyos dibujos no se mostrarán para simplificar las ilustraciones.

Los atributos iniciales de Formicidae son:

PR: 1

PC: 1

CI: 2

PA: 5

S: 0

**‘Población’ inicial generada: 20 especies**

Supongamos que para ese primer año (primera ronda del juego), aparecieron los siguientes 3 eventos:

1. Los recursos del planeta se agotarán de forma rápida debido a la presencia de muchos individuos y sus necesidades de alimentarse. Durante este año, no serán suficientes para alimentar a toda tu especie.

¿ Qué decides hacer?

- a. Combatir contra la primera especie que encuentre y robar sus recursos (serían suficientes para el año)
- b. Explorar una nueva zona desconocida para buscar recursos (30% probabilidad de encontrar suficientes)
- c. No buscar nuevos recursos

**El jugador elije la opción c.**

2. Durante este año, ocurrirá un día un tsunami en gran parte del planeta. Es probable (20%) que los individuos de tu especie sean afectados por él. En ese caso, el 60% de los individuos moriría y la resistencia de la especie disminuiría 20 puntos.

¿Qué decides hacer?

- a. Quedarme en el mismo lugar del planeta durante todo el año
- b. Explorar una montaña cercana para no verse afectado por el tsunami
- c. Dividir la especie para que la mitad se quede en un lugar y la otra mitad en otro lugar alejado de la primera

**El jugador elije la opción b.**

3. Al final del año, una especie entrará en guerra con la tuya por recursos. No se conocen sus atributos.

¿Qué decides hacer?

- a. Arriesgarme y luchar
- b. Intentar huir (30% probabilidad de escapar)
- c. Abandonar a la mitad de la especie para salvar la otra mitad

**El jugador elije la opción c.**

Al final del año, pasará lo siguiente con la especie según las probabilidades de ocurrencia de cada evento:

1. Afortunadamente, los individuos de la especie encontraron suficiente comida en su exploración y no encontraron a otra especie que quisiera luchar por quedarse con ellos.
2. Los individuos de la especie exploraron la montaña pero encontraron a otra especie realizando la misma estrategia. Se dio el escenario en el que quisieron luchar por el espacio y la especie Formicidae resultó ganadora:

**Formicidae:**

PR: 1

PC: 1

CI: 2

PA: 5

S: 0

**Chiroptera (especie enfrentada):**

PR: 1

PC: 0

CI: 2

PA: 1

S: 0

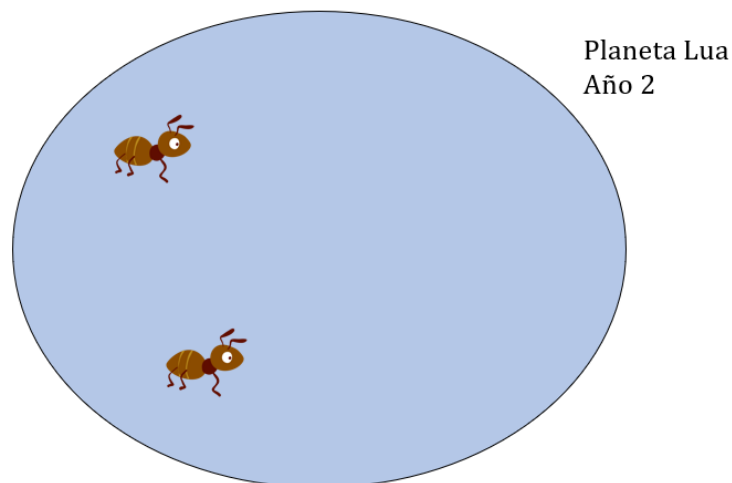
El puntaje de combate de Formicidae es igual a la resistencia de Chiroptera, y el puntaje de combate de Chiroptera es igual a 0. Por lo tanto, luego del combate, Chiroptera queda con 0 puntos de resistencia, lo cual significa que sus individuos han muerto.

Luego de ganar el combate, Formidae suma 2 puntos de combate y 1 de resistencia.

La suerte no influyó en este caso. La especie Chiroptera fue extinta.

3. Esta decisión implica que la especie queda con solo un individuo, el cual también puede reproducirse y formar otro individuo. Debido a que se duplica la población cada año, al principio del año 2 quedarían 2 individuos

Al pasar el año, la población de la especie se duplica y se programan nuevos eventos para el año número 2.



En este momento, el fitness de la población de la especie Formicidae es el siguiente:

$$\text{Fitness} = \frac{(PR + PC) PA}{CI}$$

$$\text{Fitness} = \frac{(2 + 3) 5}{2}$$

$$\text{Fitness} = 12,5$$

## 2. Segunda Ronda (Año 2)

Las especies que quedan hasta este punto son:

1. *Pycnonotidae* – Fitness: 30
2. *Felis catus* – Fitness: 28,2
3. *Cervidae* – Fitness: 27
4. *Vertebrata* – Fitness: 25
5. *Vulpes vulpes* – Fitness: 20,5
6. *Formicidae* – Fitness: 12,5
7. *Mus musculus* – Fitness: 10,2
8. *Naja naja* – Fitness: 10
9. *Rodentia* – Fitness: 10
10. *Araneae* – Fitness: 8
11. *Panthera tigris* – Fitness: 7
12. *Apis* – Fitness: 5
13. *Serpentes* – Fitness: 4,4

En este punto, la especie con mayor fitness es *Pycnonotidae*. De las 20 especies iniciales, 7 fueron extintas. Esto hace parte del proceso de selección, donde de manera progresiva, los individuos (especies en este caso) con peor puntaje de aptitud, van quedando descartados de los posibles mejores resultados.

Para este segundo año, supongamos los siguientes 3 eventos:

1. Uno de los individuos de tu especie ha encontrado un talisman que parece de otro planeta, parece traer suerte!

¿Qué decides hacer?

- a. Recogerlo y llevarlo conmigo
- b. Dejarlo en su sitio

**El jugador elije la opción a.**

2. Se ha encontrado una gran cantidad de recursos en un lugar seguro, tu población tiene recursos para reproducirse y generar 3 individuos más.

¿Qué decides hacer?

- a. Habitar en ese lugar hasta agotar los recursos
- b. Dejar ese lugar atrás y seguir
- c. Esconderse y preparar una emboscada a otra especie que llegue al lugar

**El jugador elije la opción a.**

3. Al final del año, una enfermedad altamente contagiosa se esparcirá por todo el planeta, hay un 80% de probabilidad de que tu especie se contagie y muera en 2 años si no recibe tratamiento. Esta enfermedad solo durará un año.

¿Qué decides hacer?

- a. Buscar un lugar aislado y esperar ahí todo el año
- b. Seguir buscando recursos al aire libre
- c. Dividir la población en dos para que la mitad busque recursos y la otra mitad se quede aislada

**El jugador elije la opción a.**

Al final del año 2, los resultados de los eventos para la especie Formicidae son los siguientes:

1. El talisman ha aumentado la suerte de tu especie, obtienes un 10% adicional

**Actualización de atributo: Suerte: 0,1**

2. Por fortuna, ninguna especie visitó el lugar. Gracias a los recursos, tu especie pudo generar 3 individuos más. Además, el puntaje de resistencia aumentó 15 puntos.

**Actualización de atributo: Cantidad de Individuos: 5**

**Actualización de atributo: Puntaje de Resistencia: 18**

3. La especie pudo encontrar un lugar aislado y evitó la enfermedad, sin embargo, los recursos no serán suficientes para un año más.

**La actualización del puntaje de fitness para la especie Formicidae es el siguiente:**

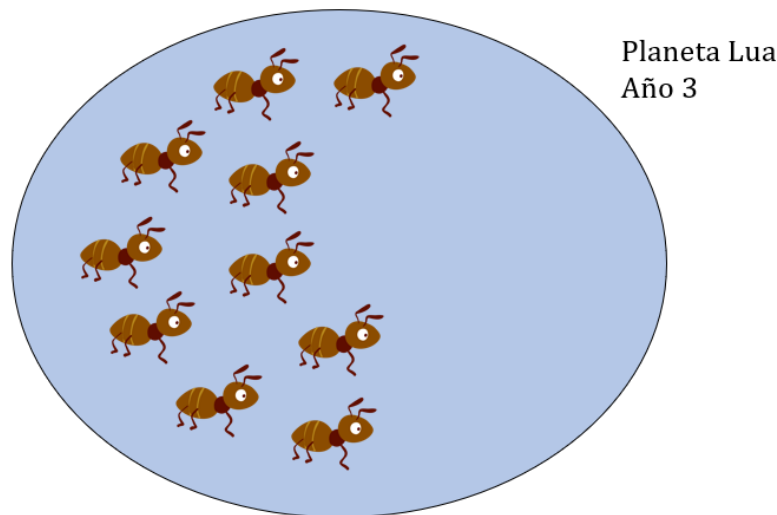
$$Fitness = \frac{(PR + PC) PA}{CI}$$

$$Fitness = \frac{(18 + 3) 5}{5}$$

$$Fitness = 21$$

En este punto, el jugador debería notar que jugar sin tomar riesgos le podría costar la partida, pues las otras especies tienen un puntaje de fitness mucho mayor al de él. Cuando se toman riesgos existe la posibilidad de aumentar los atributos de PR, PC y PA de manera más rápida.

### 3. Tercera Ronda (Año 3)



Todas las especies duplicaron la cantidad de sus individuos. Ahora la especie Formicidae cuenta con 10 individuos.

Las especies que quedan hasta este punto son:

1. *Pycnonotidae* – Fitness: 40
2. *Cervidae* – Fitness: 32,1
3. *Vulpes vulpes* – Fitness: 24,5
4. *Formicidae* – Fitness: 21
5. *Mus musculus* – Fitness: 20,5



6. *Naja naja* – Fitness: 18,2
7. *Rodentia* – Fitness: 16
8. *Araneae* – Fitness: 16
9. *Panthera tigris* – Fitness: 15,2
10. *Apis* – Fitness: 15
11. *Serpentes* – Fitness: 12

Supongamos que aparecieron los siguientes 3 eventos para el año:

1. Durante el año, encontrarás una especie que parece ser amigable. Descubres que estos son sus atributos:

**Vulpes vulpes (especie amigable):**

PR: 16

PC: 10

CI: 18

PA: 20

S: 0,2

¿Qué decides hacer?

- a. Proponer hacer un cruzamiento de los individuos (40% de probabilidad de que acepte la otra especie)
- b. Atacar esa especie y entrar en guerra
- c. Seguir con tu camino y no interactuar

**El jugador elige la opción a.**

2. Encontrarás una especie que quiere cruzarse con los individuos de tu especie para buscar mejorar la aptitud de ambas. Las estadísticas de esa especie son:

**Serpentes (especie amigable):**

PR: 4

PC: 8

CI: 4

PA: 25

S: 0,4

¿Qué decides hacer?

- a. Proponer hacer un cruzamiento de los individuos (70% de probabilidad de que acepte la otra especie)
- b. Atacar esa especie y entrar en guerra
- c. Seguir con tu camino y no interactuar

**El jugador elije la opción b.**

3. Al final del año, las bajas temperaturas sobre toda Lua terminará por someter a tu especie.

¿Qué decides hacer?

- d. Buscar un refugio para el frío (60% de probabilidad de encontrar otra especie)
- e. Intentar soportar el frío en un lugar al aire libre (70% de probabilidad que muera el 40% de tu población)
- f. Atacar el campamento de una especie enemiga para robar su lugar de protección ante la temperatura (fitness de la otra especie: 32,1)

**El jugador elije la opción b.**

Al final del año 3, los resultados de los eventos para la especie Formicidae son los siguientes:

1. El cruzamiento con Vulpes vulpes fue aceptado y este fue el resultado:

**Atributos intercambiados:**

- Suerte y PC

**Mutaciones:**

- Durante el cruzamiento, hubo una mutación sobre el atributo PC que benefició a Formicidae con +10 puntos.

**Nuevos atributos de las especies luego del cambio:**

**Vulpes vulpes:**

PR: 16

PC: 3

CI: 18

PA: 20

S: 0,1

Puntaje de fitness = 21,11

**Formicidae:**

PR: 18

PC: 20

CI: 10

PA: 5

S: 0,2

Puntaje de fitness = 19

2. El resultado de la guerra contra la especie Serpentes es la siguiente:

**Serpentes (especie enfrentada):**

PR: 4

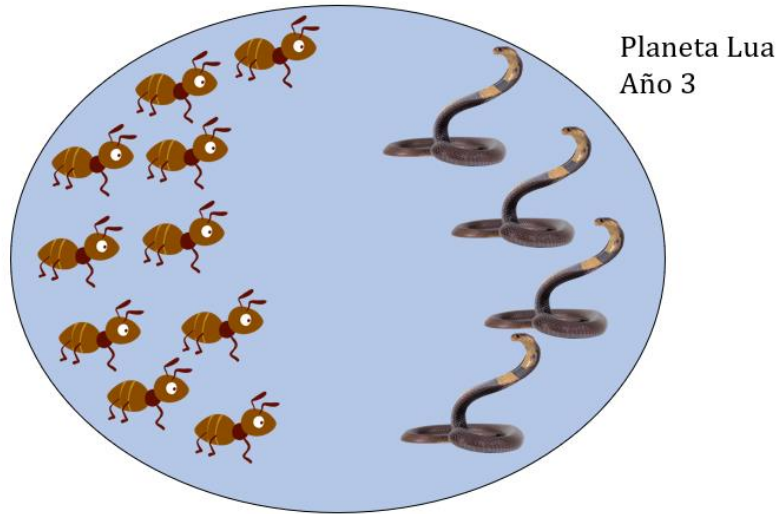
PC: 8

**VS.**

**Formicidae:**

PR: 18

PC: 15



Debido a que  $\text{Serpentes.PR} < \text{Formicidae.PC}$  y  $\text{Serpentes.PC} < \text{Formicidae.PR}$ , la especie Serpentes fue extinta.

Además, la especie Formicidae ganó 16 puntos de resistencia y 14 de combate.

3. Afortunadamente, a pesar de no buscar refugio contra el frío de ese año, la especie Formicidae no perdió a ningún individuo de su especie.

Debido al riesgo tomado, recibe 20 puntos de adaptación y 10 de resistencia.

Los atributos de Formicidae al final del año son:

**Formicidae:**

PR: 44

PC: 34

CI: 10

PA: 25

S: 0,2

Puntaje de fitness = 195

En este ejemplo específico, se traen a colación las fases de **cruzamiento y mutación** de una población. Cuando se tomó la decisión de cruzarse con la especie Vulpes vulpes, se intercambiaron 2 atributos (en este caso de manera aleatoria) y sobre la

especie resultante de Formicidae, ocurrió una mutación con efecto positivo sobre uno de los atributos intercambiados.

Esto tiene gran relación con lo que sucede en un algoritmo genético, donde el cruzamiento tiene el objetivo de mejorar la aptitud de un individuo dado y las mutaciones pueden cambiar para bien o para mal ese cromosoma.

En este caso, **el cruzamiento, la mutación y el riesgo** tomado por la especie le resultaron en un gran aumento de su puntaje de fitness que ahora es de 195.

#### **4. Ronda Final (Año 20)**

Ahora, con el objetivo de ilustrar lo que ocurriría en la última ronda del juego, se realizó un salto hasta el año 20, cuando ocurre La Invasión.

En esta partida, la especie invasora de otro planeta recibe el nombre de: ***Caelifera***

**Esta especie cuenta con los siguientes atributos:**

PR: 4498

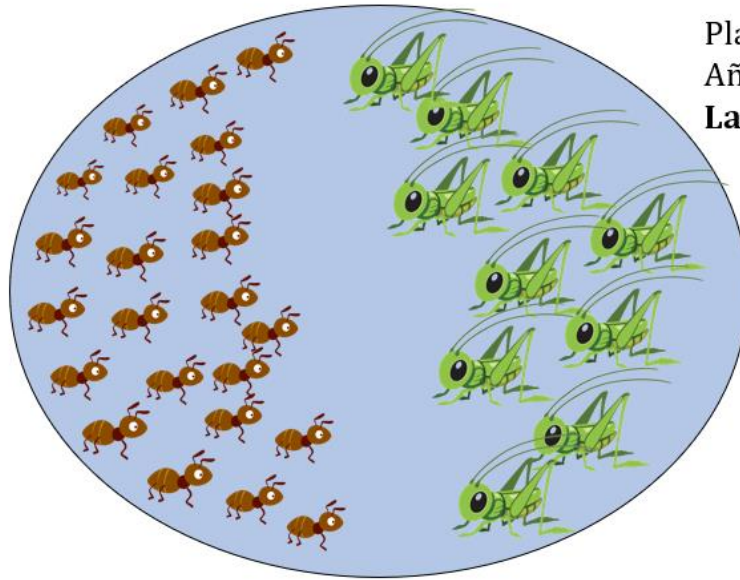
PC: 2000

CI: 78

PA: 900

S: 0,4

**Puntaje de fitness = 74.976,92**



Planeta Lua  
Año 20  
**La Invasión**

Y las especies originarias de Lua que quedan con vida son:

1. *Formicidae* – Fitness: 82.844,44
2. *Cervidae* – Fitness: 59.765
3. *Vulpes vulpes* – Fitness: 44.555,1
4. *Panthera tigris* – Fitness: 39.093
5. *Apis* – Fitness: 28.123

Luego de una serie de eventos transcurridos desde el inicio hasta el año 20, la especie del jugador alcanzó los siguientes atributos:

**Formicidae:**

PR: 2560

PC: 2100

CI: 45

PA: 800

S: 0,6

Puntaje de fitness = 82.844,44

## **Terminación del juego**

La invasión de esta partida la logra resistir, a priori, solo la especie del jugador (Formicidae), sin embargo, existe la posibilidad de que alguna de las otras especies que tienen menor fitness que la invasora, por cuestión de suerte, no se vean sometidas.

Debido a que el puntaje de aptitud de una de las especies de Lua es mayor que la invasora, el planeta termina NO siendo dominado y la especie invasora muere luego de acabar con aquellas especies que tenían menor fitness que ella.

En este caso, se puede asumir el caso en el que las especies que sobreviven son:

1. Formicidae, debido a su puntaje de fitness
2. Vulpes vulpes, debido a la suerte

Esto marcaría el final de la partida.

## **Conclusiones a partir del ejemplo**

La analogía que se puede hacer respecto a los algoritmos genéticos está relacionada con la selección al final, luego de varias iteraciones y generaciones de la población (en este caso, el grupo de especies) de los mejores individuos o cromosomas que representan la solución al problema que se está abordando con ese algoritmo.

En el caso del juego, La Conquista de Lua, las especies que sobreviven la Invasión son aquellas que, entre todas las iniciales, lograron acumular más puntaje de fitness y quedar con las que responden a la pregunta planteada con anterioridad:

**¿Cuál o cuáles son las especies más aptas dentro del planeta Lua para que logren con mayor probabilidad sobrevivir en 20 años a La Invasión?**

Como podría ocurrir en un caso real, el algoritmo puede dar como respuesta un individuo que no corresponde a una respuesta completamente correcta porque no es la mejor opción entre las que tenía con anterioridad (en el ejemplo corresponde a la especie Vulpes vulpes).

Sin embargo, en el ejemplo, la especie Formicidae cuyo fitness fue mayor que el resto sí resultó en la respuesta final luego de un proceso de filtrado realizado por las mecánicas del juego que se asemejan a la lógica de un algoritmo aproximado con la heurística de **Algoritmo Genético**.

## 5 Implementación en código

Debido a la complejidad inherente a este juego, que ha sido creado con muchas opciones que deben ser preconstruidas e implementadas al igual que los escenarios de aleatoriedad, no se va a realizar la entrega de la implementación en código para el caso del bono.

Espero pronto comenzar una implementación del mismo, con el objetivo de llevar a cabo un reto personal.

## 6 Referencia Consultada

Mallawaarachchi, V. (2020, March 1). Introduction to Genetic Algorithms — Including Example Code. *Medium*. <https://towardsdatascience.com/introduction-to-genetic-algorithms-including-example-code-e396e98d8bf3>