



# ***Algoritmos Bioinspirados***

## ***Unidad II : Cómputo Evolutivo - Algoritmos Genéticos***

***Programa: Ingeniería en Inteligencia Artificial***

## ¿Por qué funciona?

Se ha invertido una gran cantidad de esfuerzo en analizar y modelar el comportamiento de los AG, pero estos algoritmos son sistemas altamente complejos que incluyen muchos factores aleatorios.

“The Holy Grail of these efforts is the formulation of predictive models describing the behaviour of an EA on arbitrary problems and permitting the specification of the most efficient form of optimiser for any given problem. However, (at least in the authors’ opinions) this is unlikely ever to be realised, and most researchers will currently happily settle for techniques that provide any verifiable insights into EA behaviour, even on simple test problems.” [1]

[1]. A. E. Eiben and James E. Smith. 2015. Introduction to Evolutionary Computing (2nd. ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.

“Full descriptions and analysis of the various techniques currently used to develop EA theory would require both an amount of space and an assumption of prior knowledge of mathematics and statistics that are unsuitable here.” [1]

Desde el análisis inicial de Holland, dos conceptos relacionados han dominado gran parte del análisis teórico sobre los AG. Estos son los conceptos de esquema y bloques de construcción.

[1]. A. E. Eiben and James E. Smith. 2015. Introduction to Evolutionary Computing (2nd. ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.



## ¿Qué es un esquema?

Un esquema se define como plantillas para describir un subconjunto de cromosomas con secciones similares.

La representación común para alfabetos binarios es usar un tercer símbolo "**no importa**". Alfabeto:  $\{0,1,\#\}$ ,  $\{0,1,*\}$ , ...

Ejemplos: 11#0#1    110001  
                  110011  
                  111001  
                  111011

Todas las cadenas que cumplen este criterio son instancias o ejemplos de este esquema (en este caso hay  $2^2$  de ellas).

- (1). Un individuo de tamaño  $l$  puede encajar en  $2^l$  esquemas.
- (2). Para individuos de tamaño  $l$  en una población de  $N$  individuos el número de esquemas presentes puede estar entre  $2^l$  y  $N * 2^l$ .

A esto se le denomina Paralelismo Implícito.

### Ejemplo (1)

10110    Esquema 1: 1#110  
          Esquema 2: 10#10  
          Esquema 3: 10##0  
          Esquema 4: 10###

### Ejemplo (2)

110100  
010100  
110010  
001100

Esquema 1: 11####

Esquema 2: 110###

Esquema 3: ####100

Esquema 4: ####00

Esquema 5: #####0

Esquema 6: #####0#

Dos características son usadas para describir un esquema:

1. **Orden:** el número de posiciones en el individuo diferentes a #. Es decir, el número de posiciones fijas (0 ó 1). Para un esquema  $H$  se denota como  $o(H)$ .
2. **Longitud característica:** la distancia entre la primera y la última posición fija. Para un esquema  $H$  se denota como  $d(H)$ .

### Ejemplo (1)

$H = 011\#1\#$

$$o(H) = 4$$

### Ejemplo (2)

$H = 011\#1\#$

$$d(H) = 5 - 1 = 4$$

### Ejemplo (3)

$H = 0\#\#\#\#$

$$d(H) = 1 - 1 = 0$$

- i. Los cromosomas similares tienen un valor de actitud similar, por tanto, tienden a ser seleccionados en igual medida.
- ii. Individuos similares con valor de aptitud alto tenderán a guiar la búsqueda.

	Individuo	Aptitud
1	11001010	4
2	11011110	6
3	00101010	3
4	01111110	6

## Teorema Fundamental (Teorema del Esquema)

La proporción de los individuos de un esquema  $H$  en un instante  $t + 1$  esta representada por a siguiente ecuación:

$$m(H, t + 1) \geq m(H, t) \cdot \frac{f(H)}{\langle f \rangle} \cdot \left[ 1 - \left( p_c \cdot \frac{d(H)}{l - 1} \right) \right] \cdot [1 - p_m \cdot o(H)]$$

Esta fórmula indica que los esquemas “buenos”, que tienen una longitud de definición corta y un orden bajo con valor de aptitud sobre la media, tienden a crecer muy rápidamente en la población. Estos esquemas particulares se denominan **bloques de construcción**.



## Críticas al Teorema

- ❖ Sólo es una cota inferior, es decir, no es exacto.
- ❖ Sólo considera los efectos destructivos de los operadores genéticos y no los efectos constructivos.
- ❖ Es muy particular. Está hecho para un AGS con selección proporcional (de ruleta), cruzamiento de un punto y probabilidad de mutación uniforme.

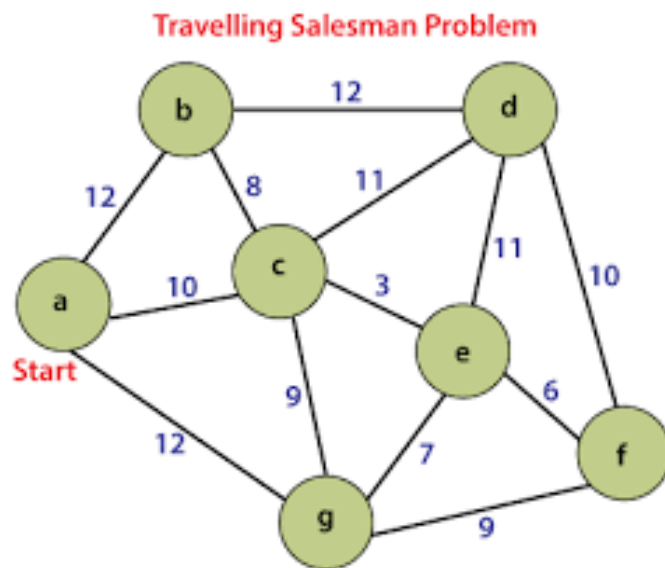
## Hipótesis del Bloque de Construcción

Un algoritmo genético busca un rendimiento óptimo a través de la yuxtaposición de esquemas cortos, de bajo orden y alto rendimiento, llamados bloques de construcción.

- ❖ Solo es una hipótesis, varios autores ha mostrado contraejemplos.
- ❖ En poblaciones de tamaño realista, la aptitud observada de un esquema puede estar arbitrariamente lejos de la aptitud media de la población.
- ❖ La superposición de esquemas aptos no garantiza esquemas más grandes que sean más aptos y estos tienen menos probabilidades de sobrevivir

## El problema del agente viajero (TSP)

Se responde a la siguiente pregunta: dada una lista de ciudades y las distancias entre cada par de ellas, ¿cuál es la ruta más corta posible que visita cada ciudad exactamente una vez y al finalizar regresa a la ciudad origen?



En [1] hay una explicación de la implementación para este problema.

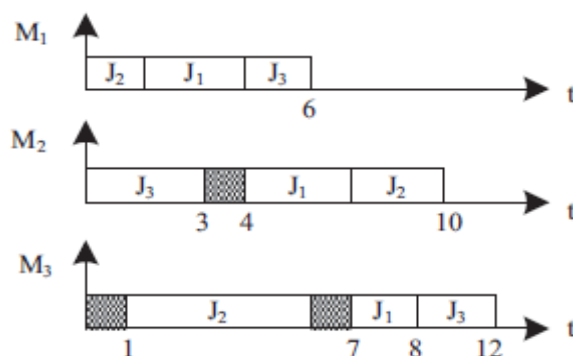
[1]. S. N. Sivanandam and S. N. Deepa. 2010. Introduction to Genetic Algorithms (1st. ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.

## Planificación de Tareas

El conjunto de tareas  $\{t_1, \dots, t_n\}$  debe programarse para ejecutarse en un sistema de  $m$  procesadores  $\{p_1, \dots, p_m\}$

Example of  $3 \times 3$  job shop scheduling problem.

Job	Time			Machine		
	1	2	3	M1	M2	M3
J1	3	3	2	1	2	3
J2	1	5	3	1	3	2
J3	3	2	3	2	1	3



En [2] hay una explicación de la implementación para este problema.

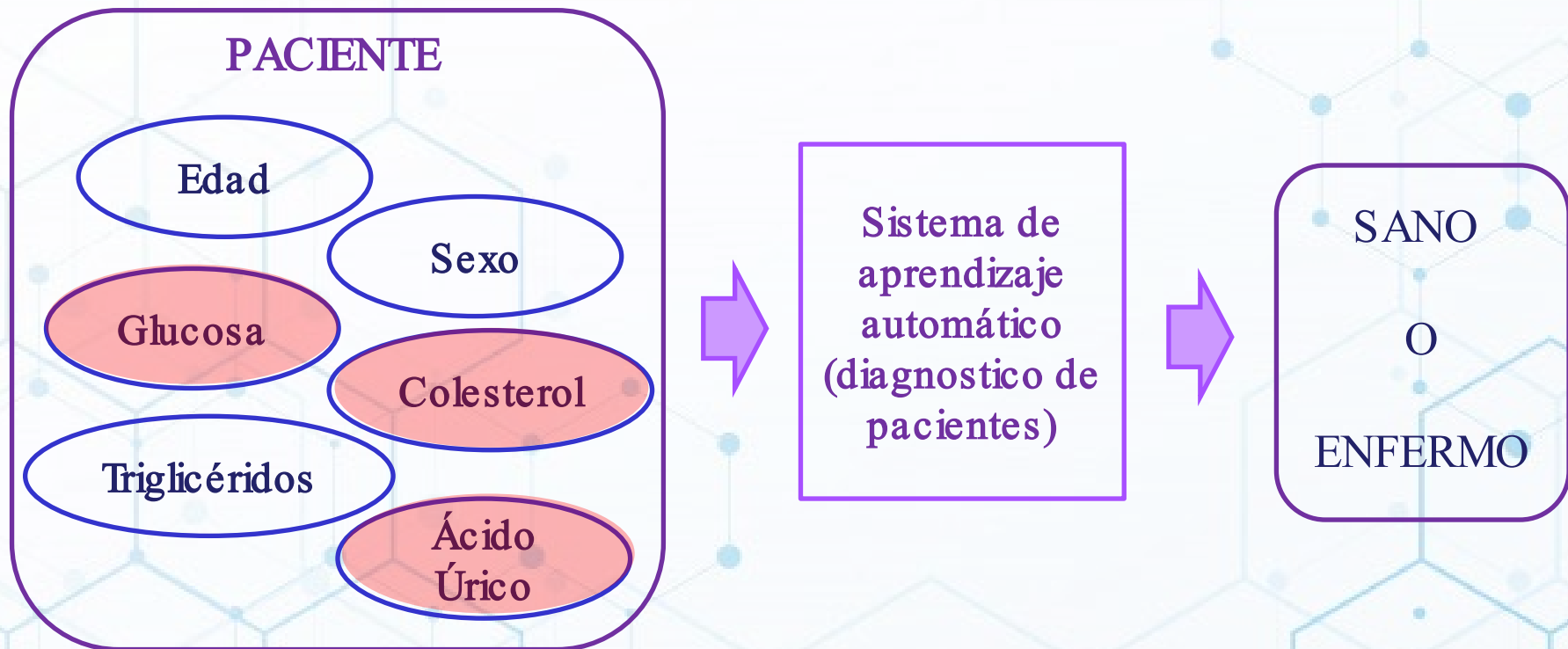
[2] S. Olariu, A. Y. Zomaya. 2006. Handbook of Bioinspired Algorithms and Applications. Chapman and Hall/CRC, ISBN 978-1-58488-475-0.

En ese mismo libro:

1. Genetic Algorithms for Scheduling in Grid Computing Environments: A Case Study, pag.193.
2. Minimization of SADMs in Unidirectional SONET/WDM Rings Using Genetic Algorithms, pag.209
3. Solving Optimization Problems in Wireless Networks Using Genetic Algorithms, pag. 219.
4. Medical Imaging and Diagnosis Using Genetic Algorithms, pag. 235.

## Selección de Características

Es una forma de seleccionar el subconjunto de los rasgos más relevantes de un conjunto de rasgos original eliminando aquellos redundantes o irrelevantes.



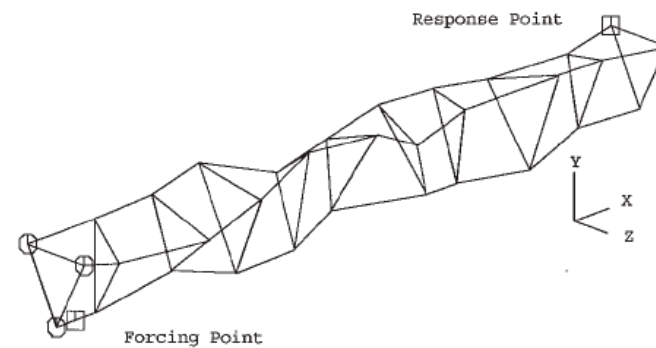
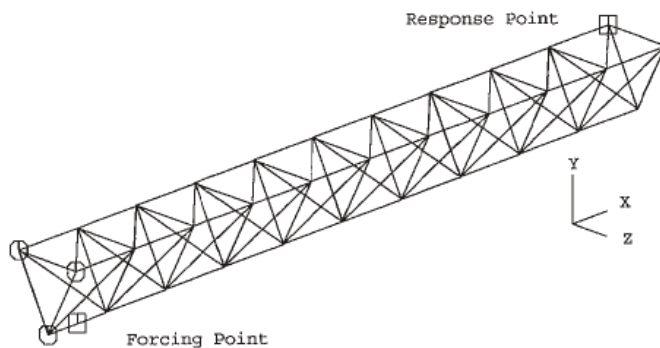
En el sitio <https://archive-beta.ics.uci.edu/> se pueden encontrar varios bancos de datos con los que se podría trabajar este problema. Algunos ejemplos se muestran en la siguiente tabla:

Banco de datos	Atributos
Human Activity Recognition Using Smartphones	561
Parkinson's Disease Classification	754
Epileptic Seizure Recognition	179
Internet Advertisements	1559



Otros ejemplos:

1. Scheduling Earth Observing Satellites with Evolutionary Algorithms  
<http://alglabus.net/NASAwork/papers/SMCIT03/SMCIT02paper3.pdf>
2. Design of Reinforced Concrete Frames using a Genetic Algorithm  
[http://http://www.ce.memphis.edu/pezeshk/PDFs/camp\\_pezeshk\\_hakan.pdf](http://http://www.ce.memphis.edu/pezeshk/PDFs/camp_pezeshk_hakan.pdf)
3. The design of a satellite boom with enhanced vibration performance using genetic algorithm techniques <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.415300>





## Bibliografía

1. S. N. Sivanandam and S. N. Deepa. 2008. Introduction to Genetic Algorithms (1st. ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.
2. S. Olariu, A. Y. Zomaya. 2006. Handbook of Bioinspired Algorithms and Applications. Chapman and Hall/CRC, ISBN 978-1-58488-475-0.



¡ Gracias !

Thanks !

Obrigado

Xie xie ni

Domo arigatou

Спасибо

Merci

Grazie

Alfa Beta