



Algoritmos Bioinspirados

Unidad I : Introducción algoritmos bioinspirados

Programa: Ingeniería en Inteligencia Artificial

Abril Valeria Uriarte Arcia

auriarte@ipn.mx

Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Cómputo
Laboratorio de Cómputo Inteligente
Edificio CIDETEC, segundo piso

Formación

Ingeniería en Computación (UNI, Managua, Nicaragua)

Maestría en Ciencias de la Computación (CIC, IPN)

Doctorado en Ciencias de la Computación (CIC, IPN)



Propósito de la unidad de aprendizaje

El alumno implementa soluciones a problemas con base en algoritmos bioinspirados.

Intención educativa

Se espera que el alumno desarrolle conocimientos y habilidades técnicas para diseñar, implementar y evaluar soluciones con base en algoritmos bioinspirados a problemas no tratables con algoritmos tradicionales o aquellos en los que se quiera optimizar sus resultados.

Unidades temáticas

- I. Introducción a algoritmos bioinspirados
- II. Cómputo evolutivo 1: Algoritmos genéticos
- III. Cómputo evolutivo 2: Programación genética
- IV. Autómatas celulares
- V. Inteligencia de enjambre

Evaluación

Tareas y laboratorios	30%
Examen escrito	35%
Proyecto	35%



Fechas tentativas

Primer examen	01/10/2025
Segundo examen	12/11/2025
Propuesta proyecto	04/12/2025
Proyecto	05/01/2026

https://correoipn-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/auriarte_ipn_mx/Egtide819QVAohswQO-efHIB1UkA7vVlrzZY5IBukpPnvA?e=1ROx8J



Bibliografía							
Tipo	Autor(es)	Año	Título del documento	Editorial / ISBN	Documento		
					Libro	Antología	Otros
C	Hoeksatra, A. G; Kroc, J. & Slood, P.	2010	<i>Simulating Complex Systems by cellular automata</i>	Springer / 9783642122026	X		
B	Karl-Peter Haderler, KP. & Müller, J.	2017	<i>Cellular Automata: Analysis and applications</i>	Springer / 9783319530420	X		
B	Keller, J. M; Derong L. & Fogel, D.	2016	<i>Fundamentals of Computational intelligence – Neural networks, Fuzzy systems, and evolutionary computation</i>	IEEE / 9781110214342	X		
B	Kennedy, J & Eberhart, R. C.	2001	<i>Swarm intelligence</i>	Morgan Kaufmann / 9781558605954	X		
C	Schiff, J. L.	2008	<i>Cellular Automata – A discrete view of the world</i>	Wiley-Interscience / 9780470168790	X		
B	Sivanandam, SN. & Deepa, S.N.	2008	<i>Introduction to Genetic Algorithms</i>	Springer / 9783540731894	X		
B	Slowik, A.	2020	<i>Swarm intelligence Algorithms- A tutorial</i>	CRC Press / 9781138384491	X		



Computación
bioinspirada

Computación
Natural

Algoritmos
bioinspirados

Biocomputación

Métodos computacionales que se diseñan siguiendo principios que se encuentran en la naturaleza.

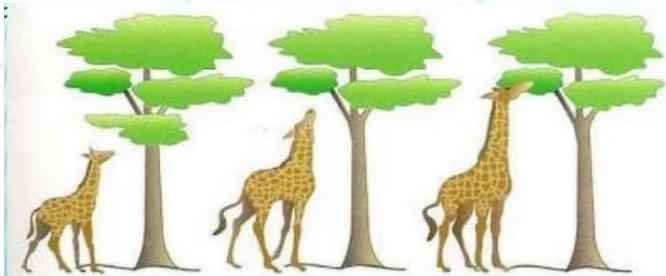
Tratan de emular el comportamiento de sistemas biológicos en su forma de procesar información y resolver problemas.

¿Porqué emular la naturaleza?

La naturaleza es sabia y puede mostrar formas ingeniosas de solucionar problemas !!!!

Ejemplos de inteligencia en la naturaleza

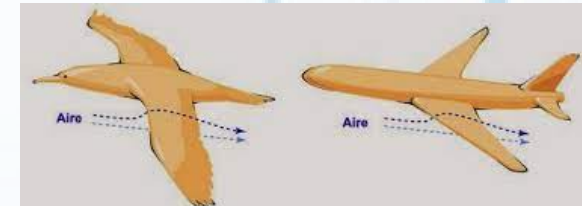
Evolución



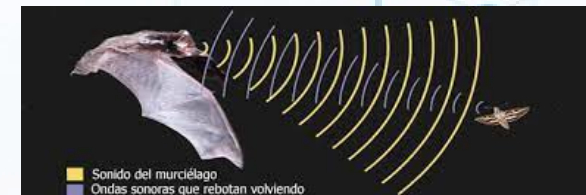
Inteligencia de enjambre



Aerodinámica



Ecolocalización



En que es buena la naturaleza ...

¿Qué pasaría si le cortamos la cola a una salamandra?



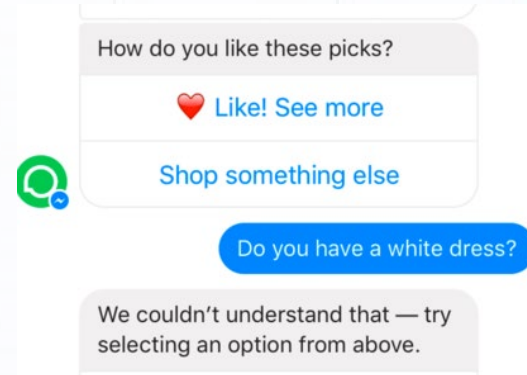
En que son buenas las computadoras...

¿Qué pasaría si le cortamos un pedazo a un CPU?



En que es buenas la naturaleza ...

Comunicación entre humanos



Movimiento

Reconocimiento de patrones



En que son buenas las computadoras...

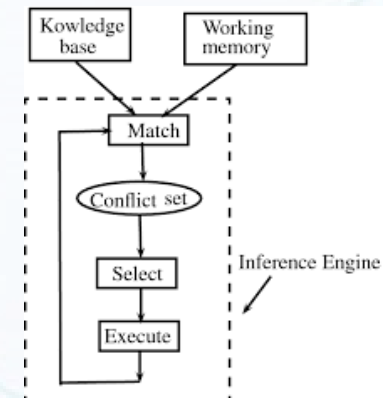
Operaciones matemáticas y lógicas

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial a} \ln f_{a, \sigma^2}(\xi_1) &= \frac{(\xi_1 - a)}{\sigma^2} f_{a, \sigma^2}(\xi_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(\xi_1 - a)^2}{2\sigma^2}\right) \cdot \frac{(\xi_1 - a)}{\sigma^2} \\ \int_{\mathbb{R}^n} T(x) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta) dx &= M\left(T(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(\xi, \theta)\right) \int_{\mathbb{R}^n} \frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta) dx \\ \int T(x) \cdot \left[\frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(x, \theta)\right] \cdot f(x, \theta) dx &= \int T(x) \cdot \left[\frac{\partial}{\partial \theta} \ln f(x, \theta)\right] \cdot f(x, \theta) dx \end{aligned}$$



Juegos de tablero (go, ajedrez,..)

Razonamiento basado en reglas



Estos ejemplos, así como otras tareas comunes, estamos tratando de poder realizarlas de forma eficiente con el cómputo inteligente.

Si reflexionamos estas tareas parecen ser realizadas fácilmente en la naturaleza, por lo que sería inteligente estudiar como la naturaleza lo hace.

¿Qué es deseable?

- Aprender como funciona el cerebro (reconocimiento imágenes, olores y sonidos, habla, ...)
- Diagnósticos de enfermedades.
- Detección de fraudes ...

Principales mecanismos en la naturaleza ...

Evolución: proceso en el que los organismos cambian entre generaciones

Desarrollo/Crecimiento: el desarrollo de un organismo mediante la proliferación celular

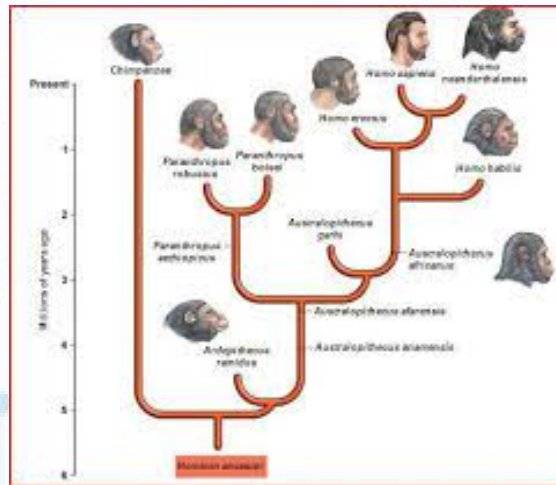
Aprendizaje: la capacidad de adquirir nuevos conocimientos mediante la experiencia

Inteligencia de enjambre: aquella que surge de la colaboración de varios individuos

Movimiento y sensado: olfato, visión, tacto,...

Evolución ...

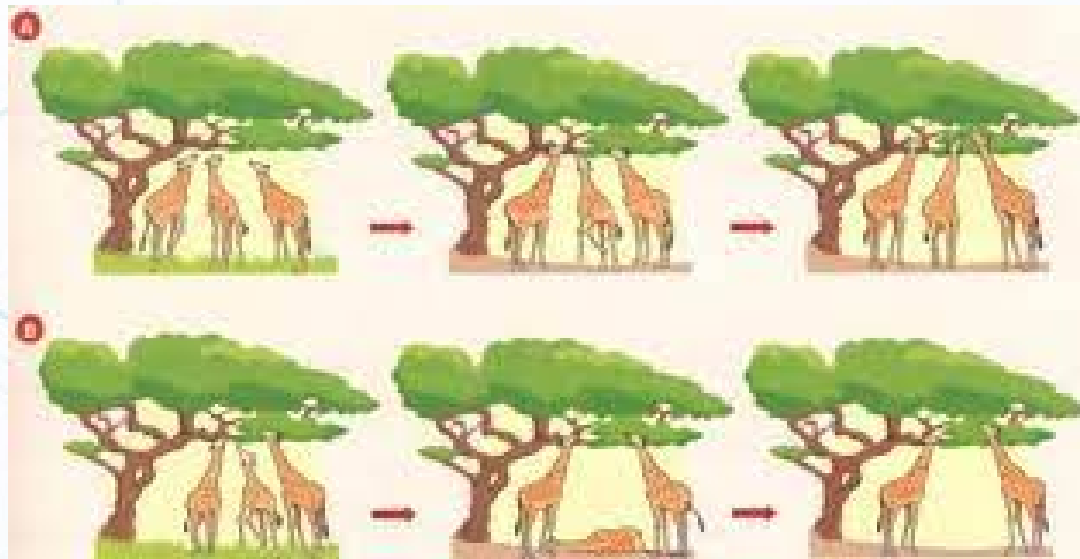
La teoría de la evolución por selección natural fue propuesta por Charles Darwin en el “*Origen de las Especies*” [1]. Esta teoría describe mediante la herencia de rasgos entre individuos de diferentes generaciones.



[1]. Darwin, C. & Keble, L. (1859) On the origin of species by means of natural selection, or, The preservation of favoured races in the struggle for life. London: J. Murray.

Evolución ...

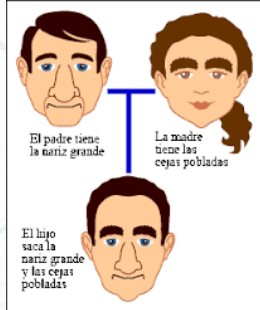
Los individuos con características que los ayudan a adaptarse a su medioambiente, son mas propensos a sobrevivir y tener descendencia.



Evolución ...

Pero, de donde provienen las variaciones en el proceso evolutivo.

Mutación: cambios al azar en el ADN



Recombinación: se produce cuando se combinan genes, se da durante el proceso reproductivo y como resultado la descendencia obtiene una combinación única de ADN.

Selección: un rasgo particular se perpetua de acuerdo con su utilidad para la supervivencia del individuo que lo posea.

Inteligencia de enjambre ...

Es el comportamiento presente en grupos de individuos que actúan en conjunto de forma coordinada. Este comportamiento ha sido observado en diversas especies:

Colonias de hormigas



Bandadas de aves



Banco de peces

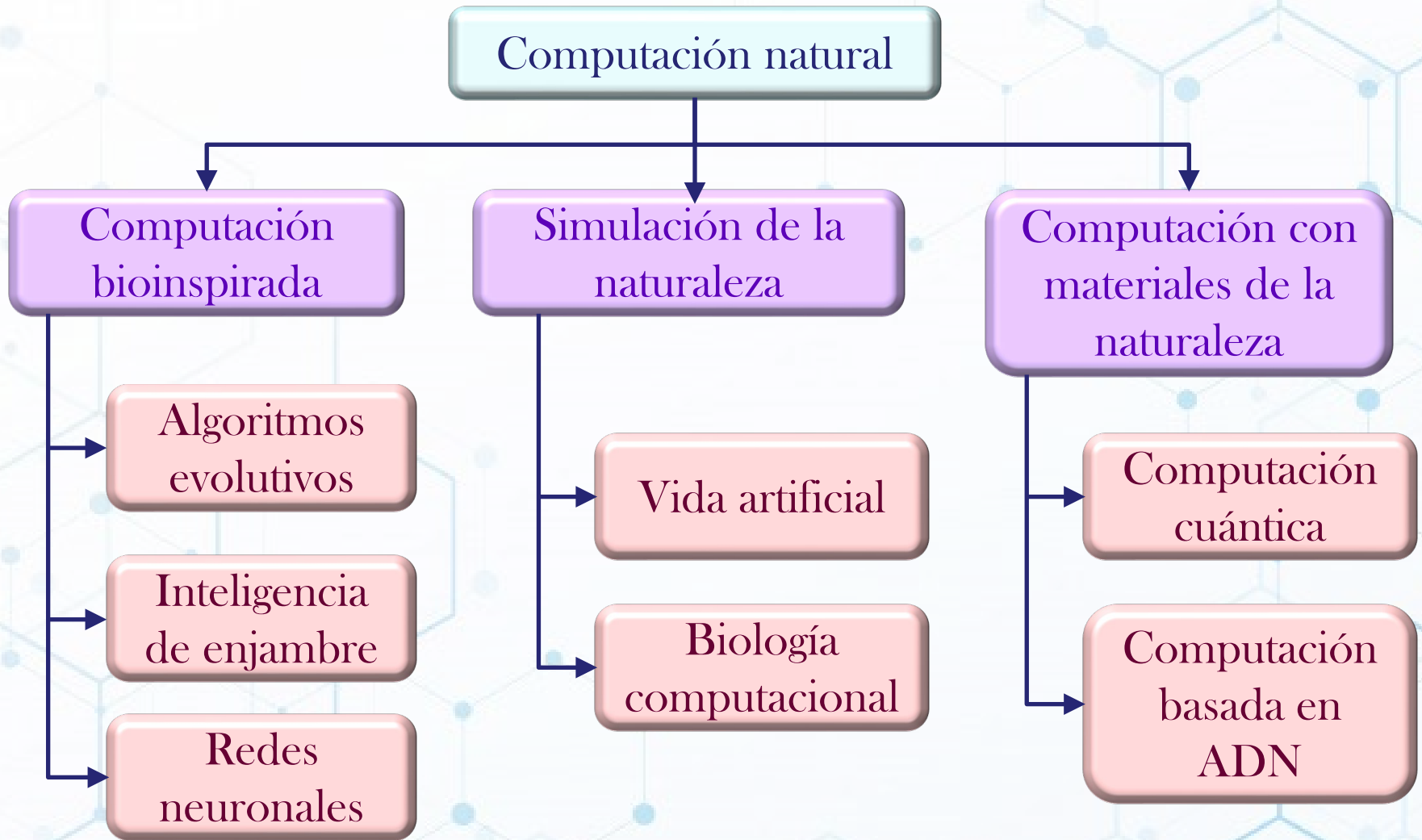


Inteligencia de enjambre ...

¿Porqué se adopta este comportamiento?

- ❖ Protección contra predadores: los predadores tienden a atacar individuos solitarios.
- ❖ Facilitar movimiento: ayuda a vencer la resistencia del agua o aire, lo que permite ahorrar energía.
- ❖ Alimento: conseguir mayor cantidad.





[2]. de Castro, L.N. (2006). Fundamentals of Natural Computing: Basic Concepts, Algorithms, and Applications (1st ed.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781420011449>

¿Cuándo usar estos algoritmos? [2]

- ❖ El problema a resolver es complejo, incluye gran número de parámetros y posibles soluciones, dinámico y no lineal.
- ❖ No se puede garantizar el encontrar una solución óptima, pero es posible encontrar una métrica que permita compara soluciones.
- ❖ No es posible modelar el problema, pero si existen datos que pueden ser usados para que el sistema **aprenda** como solucionar el problema dado.
- ❖ Una única solución no es suficiente ...

[2]. de Castro, L.N. (2006). Fundamentals of Natural Computing: Basic Concepts, Algorithms, and Applications (1st ed.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781420011449>



¿Cuándo usar estos algoritmos? [2]

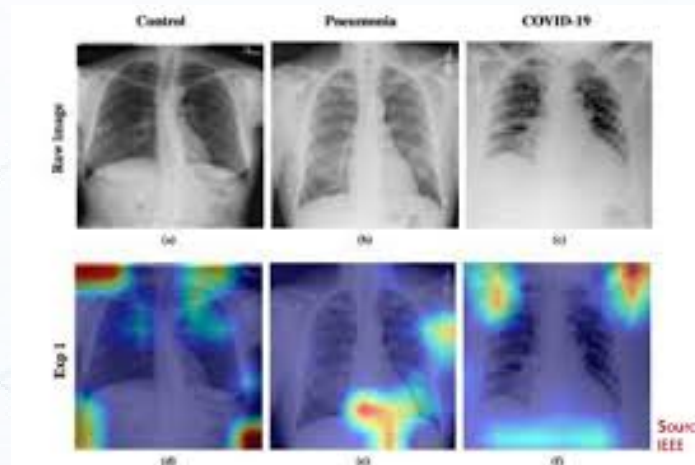
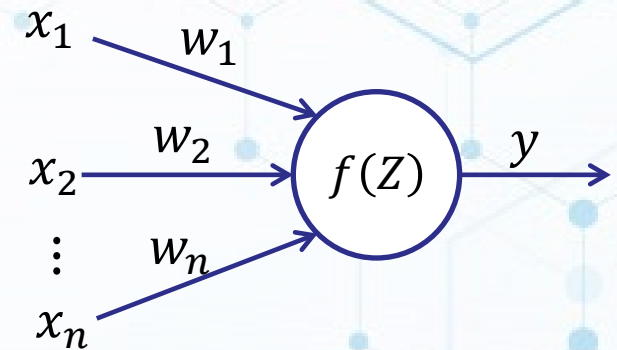
- ❖ Sistemas físicos, biológicos o químicos que necesitan ser emulados.
- ❖ Los límites de la tecnología actual son alcanzados y se deben buscar nuevos paradigmas de cómputo.

[2]. de Castro, L.N. (2006). Fundamentals of Natural Computing: Basic Concepts, Algorithms, and Applications (1st ed.). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781420011449>

Algunos ejemplos de Algoritmos Bioinspirados ...

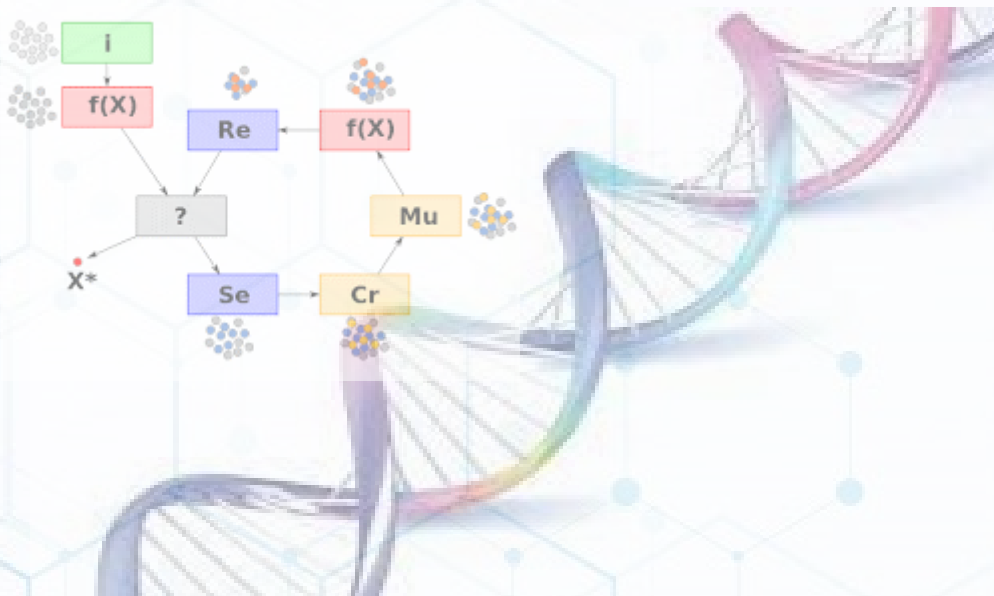
Redes Neuronales: Modelos matemáticos basados en el funcionamiento de las neuronas.

Ampliamente usadas para
clasificación, regresión y
reconocimiento de patrones.



Algunos ejemplos de Algoritmos Bioinspirados ...

Algoritmos evolutivos: basados en los mecanismos de evolución en donde las soluciones a un problema representan la población y los mejores individuos son generados y seleccionados mediante operaciones de cruce, mutación y función *fitness*.



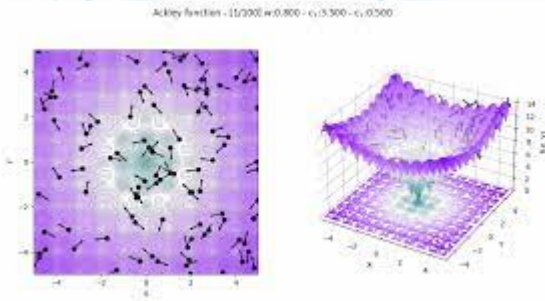
Generalmente usados para resolver problemas de optimización.

Algunos ejemplos de Algoritmos Bioinspirados ...

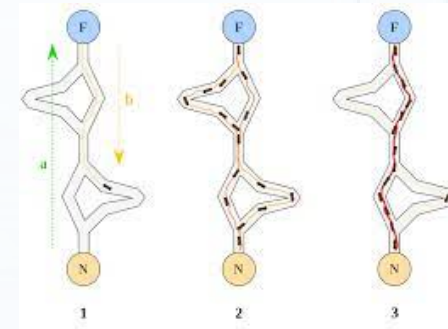
Inteligencia de enjambre: basado en el comportamiento de individuos sociales (hormigas, abejas, aves, ...).

También usados en problemas de optimización.

Enjambre de partículas

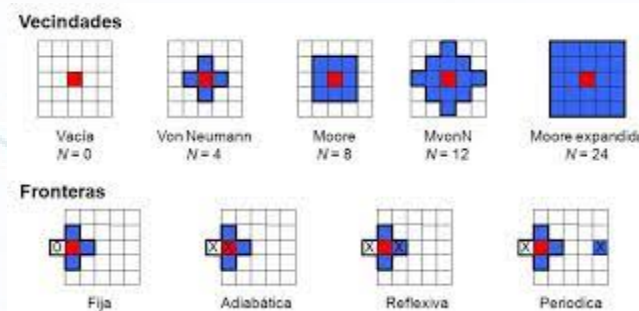


Colonia de hormigas



Algunos ejemplos de Algoritmos Bioinspirados ...

Autómatas celulares: sistemas dinámicos compuestos de celdas o células que adquieren diferentes estados y evolucionan en pasos discretos.



Útiles para simular comportamientos ya sea patrones biológicos como otros comportamientos.



¡ Gracias !

Thanks !

Obrigado

Xie xie ni

Domo arigatou

Спасибо

Merci

Grazie

Alfa Beta

¿En qué es mala la computación clásica?

Reconocer un rostro en una foto

- ❖ Reconocimiento de patrones.

Predecir un terremoto.

- ❖ Manejo de información incompleta o con incertidumbre.

Robots o máquinas inteligentes

- ❖ Hacer una taza de té.

