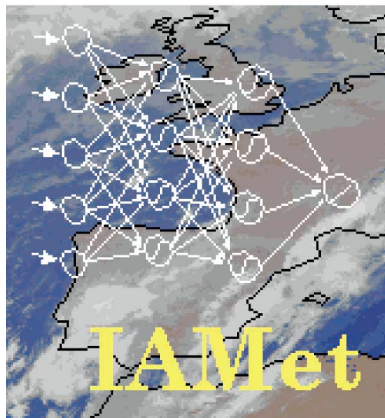
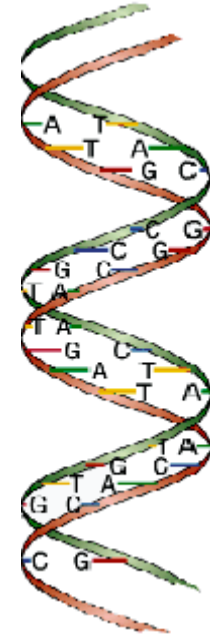


Introducción a la Inteligencia Artificial. Aplicaciones.

*Redes Probabilísticas
Redes Neuronales
Algoritmos Genéticos*



UC



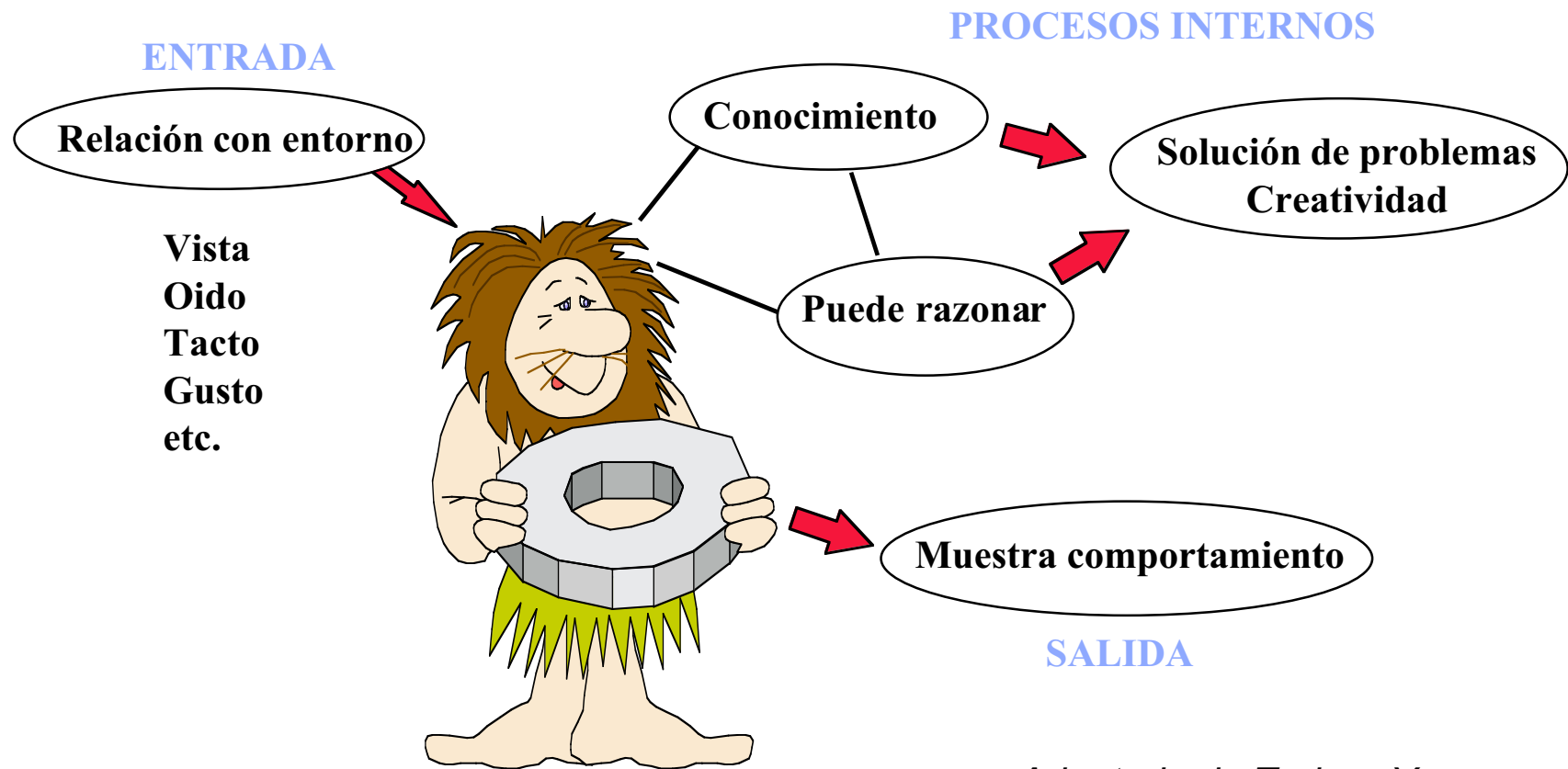
INM

Dr. José Manuel Gutiérrez
*Dpto. de Matemática Aplicada y
Ciencias de la Computación*
Universidad de Cantabria

<http://personales.unican.es/gutierjm>

¿Qué es la Inteligencia?

*No es sencillo dar una definición del concepto “**inteligencia**”, pero sí puede entenderse de forma cualitativa mediante el siguiente ejemplo:*



*Adaptado de Tralvex Yeap,
University of Leeds*

¿Qué es la Inteligencia Artificial?

Todas las definiciones de Inteligencia Artificial están relacionadas con la siguiente idea:

Desarrollo de métodos y algoritmos que permitan comportarse a las computadoras de modo inteligente.

Dogma central de la IA:

Los procesos que se llevan a cabo en el cerebro pueden ser analizados, a un nivel de abstracción dado, como procesos computacionales de algún tipo.

- " ... the science of making machines do things that would require intelligence if **done by humans**"
- **Marvin Minsky**
- AI is the part of computer science concerned with **designing** intelligent computer systems
- **E. Feigenbaum**
- Systems that can demonstrate **human-like reasoning capability** to enhance the quality of life and improve business competitiveness
- **Japan-S'pore AI Centre**

Controversia

Durante el desarrollo de la IA siempre ha existido una controversia sobre los límites de esta Ciencia

Hubert L. Dreyfus, What Computers Can't Do

"Great artists have always sensed the truth, stubbornly denied by both philosophers and technologists, that the basis of human intelligence cannot be isolated and explicitly understood."

Donald Michie,

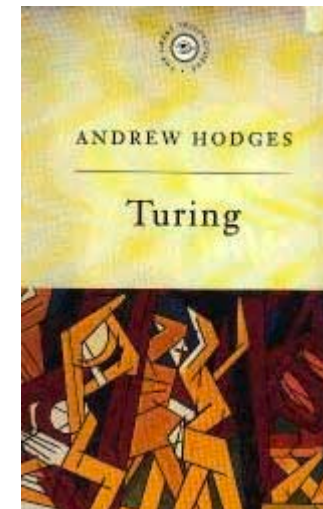
"It is a mistake to take up too much time asking,

- Can computers think?"
- Can they be really creative?"

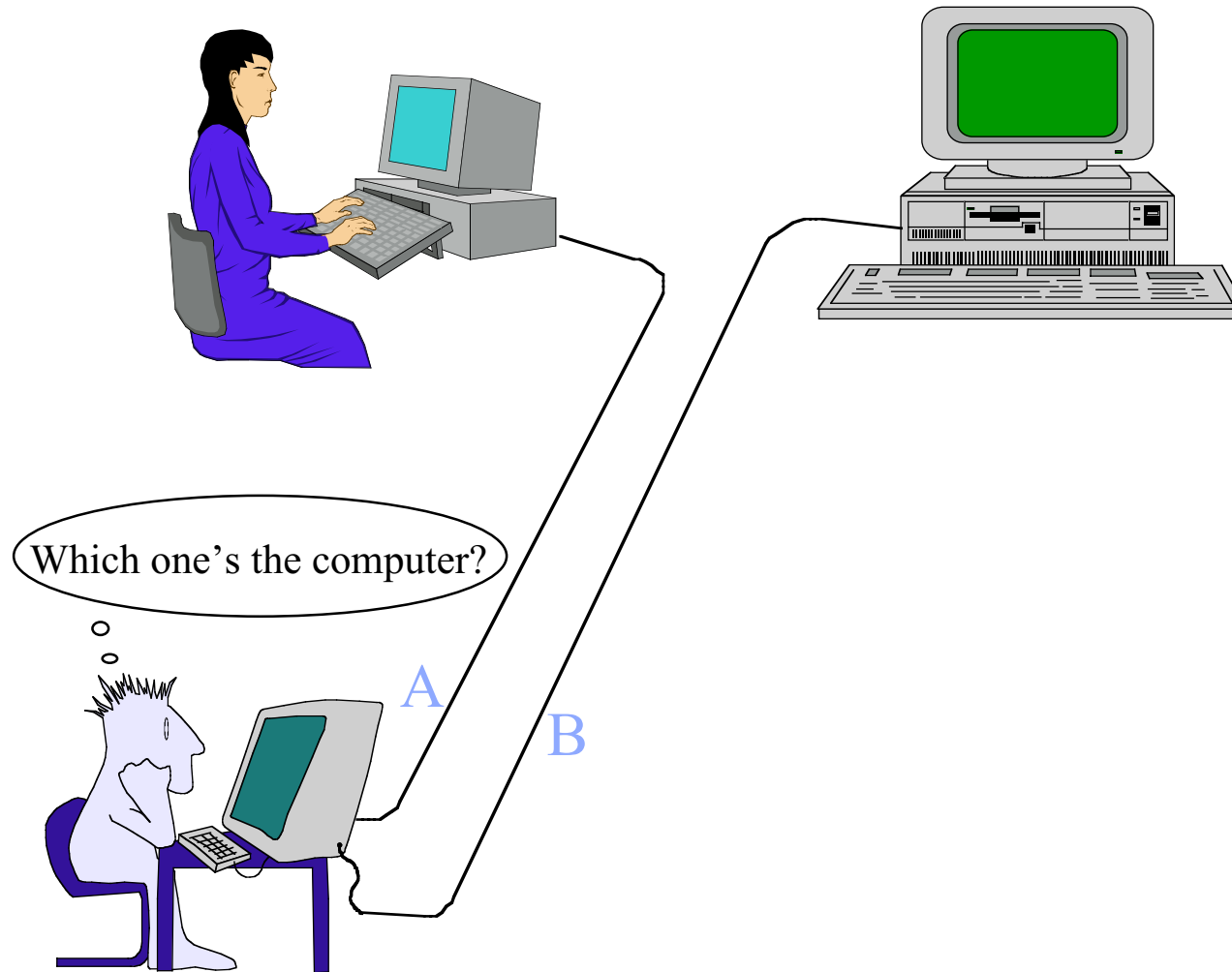
For all practical purposes they can. The best course for us is to leave the philosophers in their dark room and get on with using the creative computer to the full."

Test de Turing

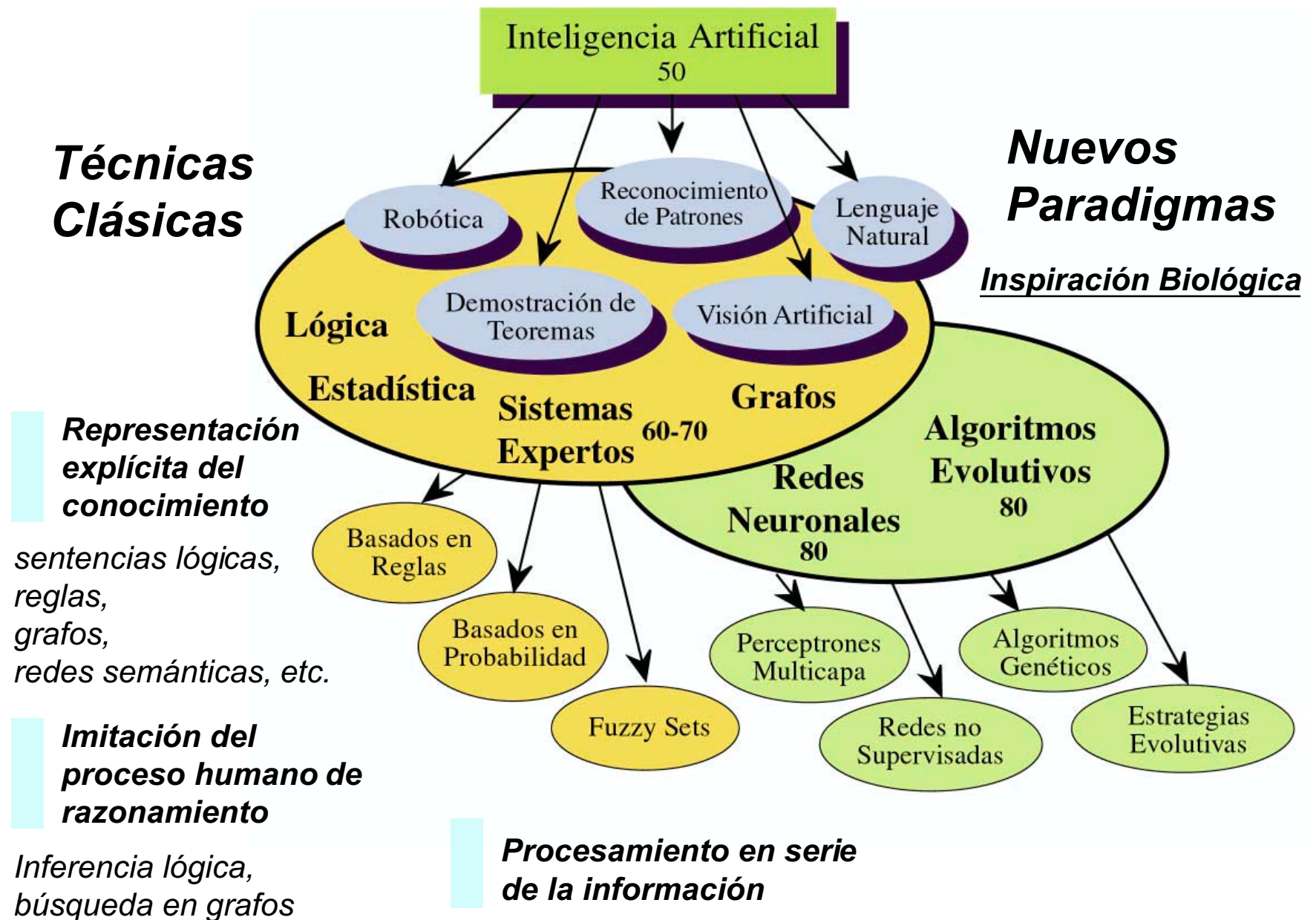
- In 1950 Alan Turing published his now famous paper "**Computing Machinery and Intelligence.**" In that paper he describes **a method for humans to test AI programs.**
- In its most basic form, a human judge sits at a computer terminal and interacts with the subject by written communication only. The judge must then decide if the subject on the other end of the computer link is a human or an AI program imitating a human.
- <http://www.turing.org.uk/turing/>



Test de Turing



Paradigmas en Inteligencia Artificial



Bibliografía General



- **Artificial Intelligence** by P.H. Winston
- **Artificial Intelligence: A Modern Approach** by S.J. Russell, P. Norvig
- **Artificial Intelligence** by E. Rich, K. Knight.

Redes Probabilísticas y Neuronales

- **Expert Systems and Probabilistic Network Models**, by E. Castillo, J.M. Gutiérrez y A.S. Hadi.
- **Artificial Neural Networks** by R. Friedman.

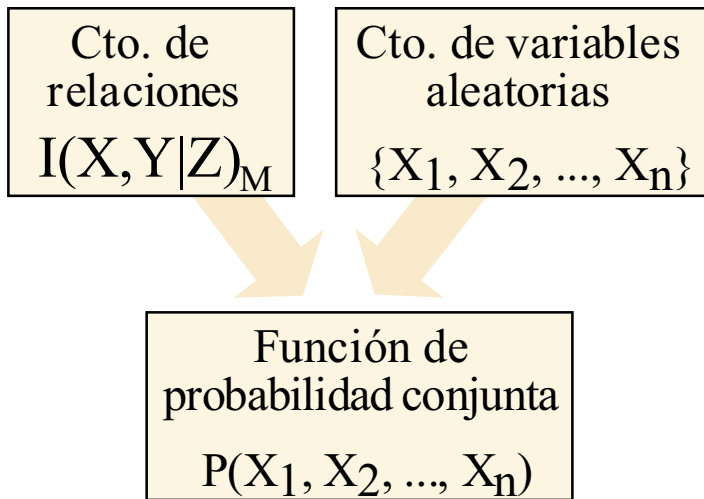
Algoritmos Evolutivos

- **Data Structures + algorithms = Evolutionary Computation**, by S. Michalewicz

Redes Probabilísticas. Redes Bayesianas

Algunos problemas involucran gran número de variables y se conocen ciertas relaciones de independencia entre ellas.

Obtener un modelo probabilístico



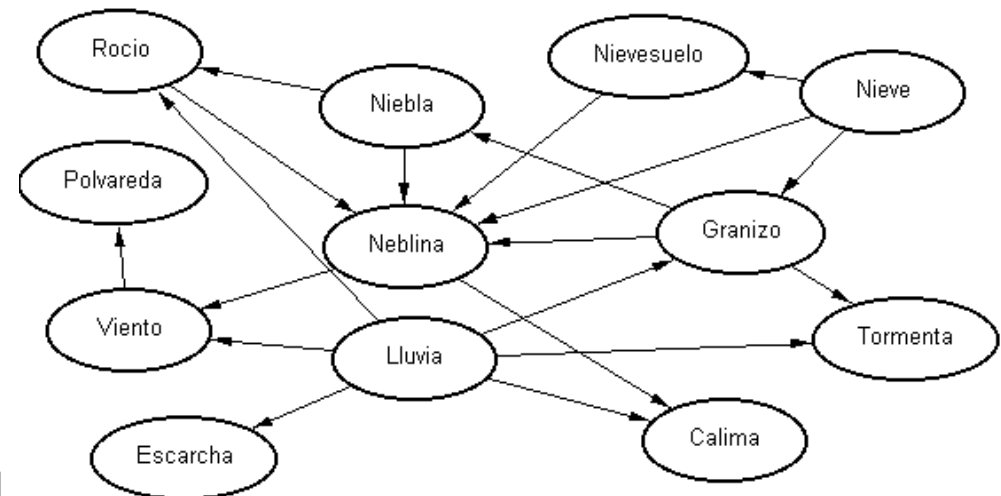
Factorización de la probabilidad

$$P(x_1 \dots x_n) = \prod_{i=1}^n P_i(x_i | \text{antecedentes}_i)$$

Lluvia	Nieve	Granizo	Tormenta	Niebla ...
5	0	0	0	0 ...
1	0	0	0	0 ...
5	0	0	1	0 ...

Relaciones de dependencia

Mediante un grafo dirigido donde cada variable tiene sus antecedentes.



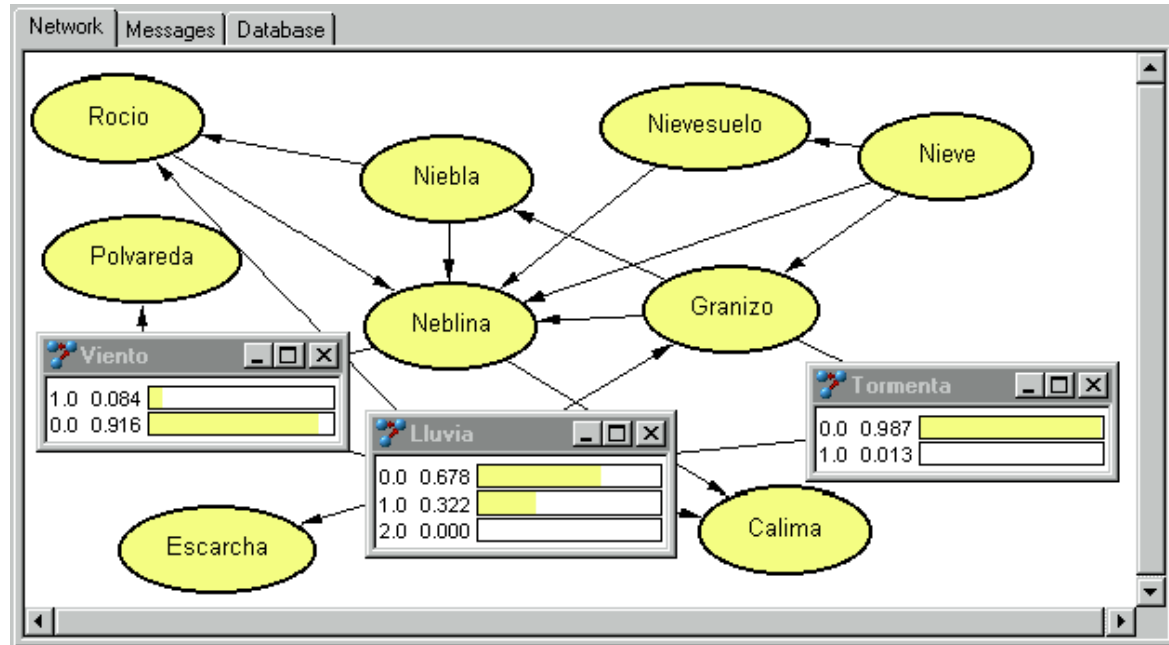
Escarcha		
Lluvia	0.0	1.0
5.0	0.998	0.002
1.0	0.996	0.004
3.0	0.990	0.010
0.0	0.963	0.037
4.0	0.917	0.083

Cuantificación

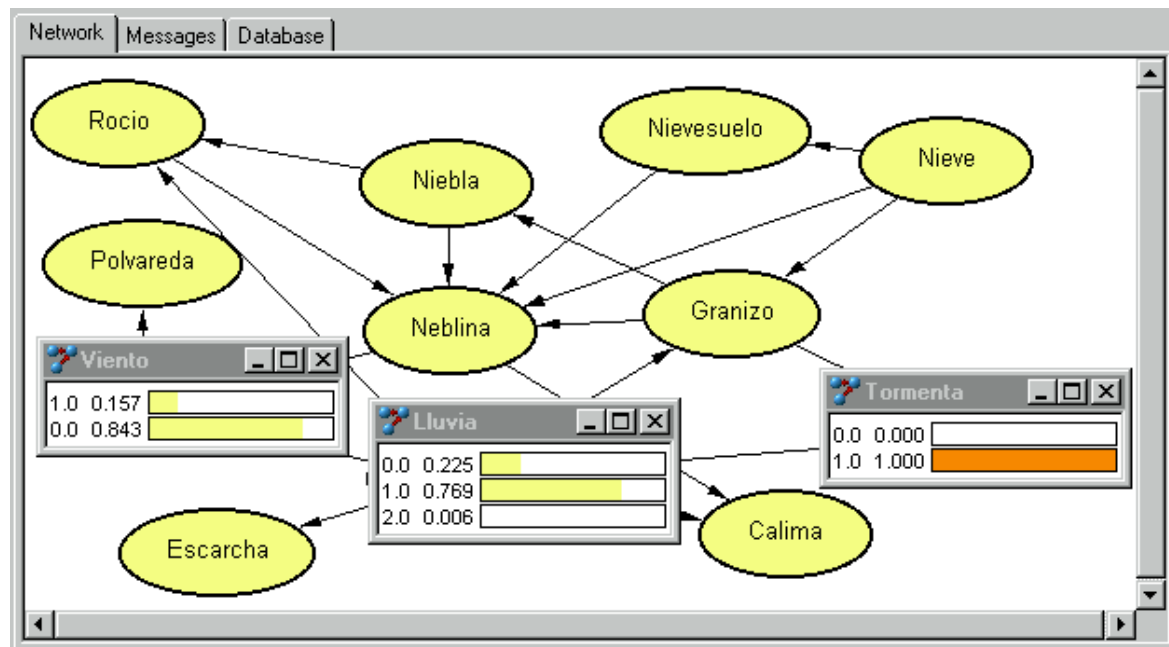
Funciones de prob. condicionada.

Cálculo de probabilidades

Inicialmente los distintos estados de las variables de la red tienen probabilidades que corresponden al estado de conocimiento inicial (**sin evidencia**).



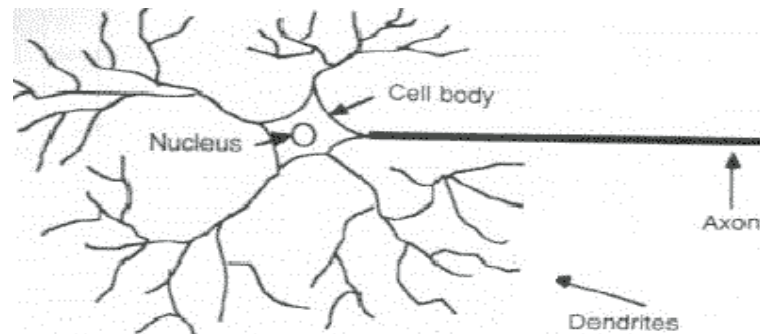
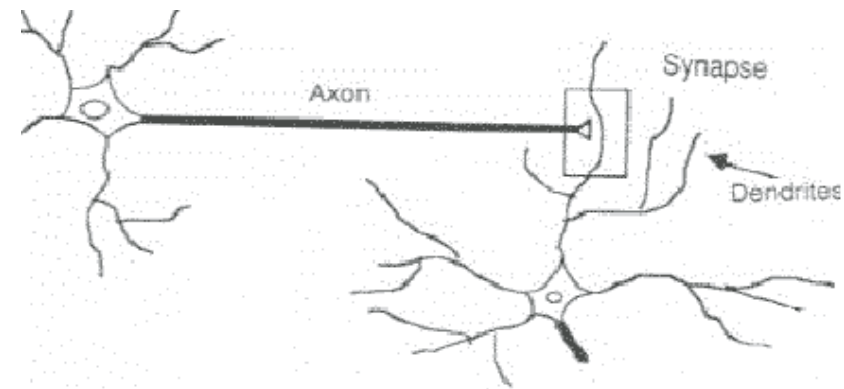
Cuando se tiene alguna evidencia, las nuevas probabilidades condicionadas dan la influencia de esta información en el resto de variables
Tormenta = 1



Inspiración en la Neurofisiología

El cerebro humano está formado por un gran número de neuronas (más de 100000 millones) conectadas entre sí de forma masivamente paralela

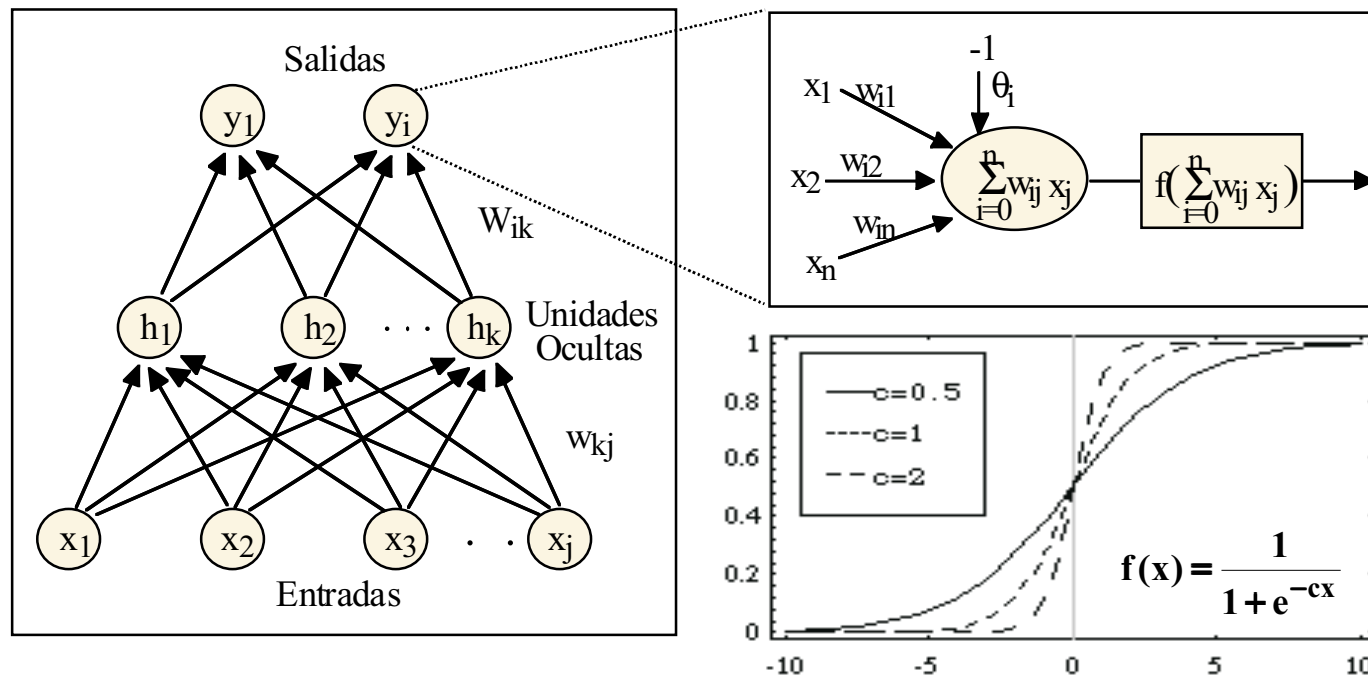
La actividad de cada neurona se basa en descargas electroquímicas, a partir de los estímulos recibidos por neuronas vecinas a las que esté conectada.



Neural Network Study (1988, AFCEA International Press, p. 60):
... a neural network is a system composed of many simple processing elements operating in parallel whose function is determined by network structure, connection strengths, and the processing performed at computing elements or

Redes Multicapa (Perceptrones)

Las **redes neuronales** permiten obtener una aproximación funcional de un modelo dado en base a un conjunto de datos y a operadores sigmoidales.



Cada procesador realiza una actividad muy simple: combinación lineal de las actividades recibidas por la neurona.

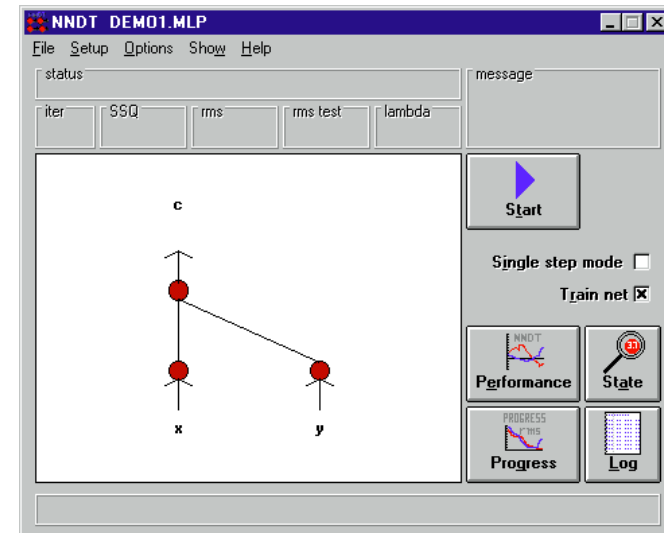
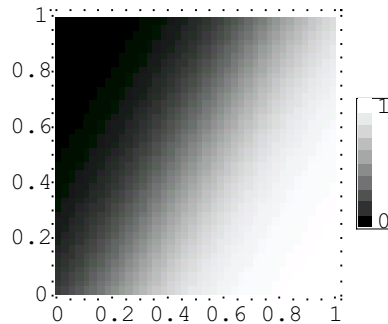
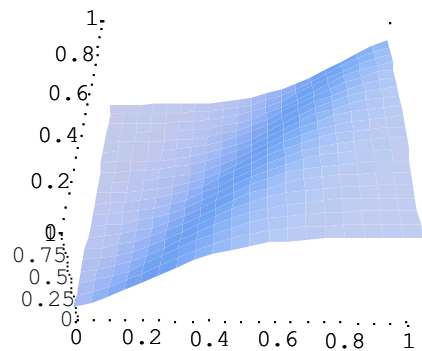
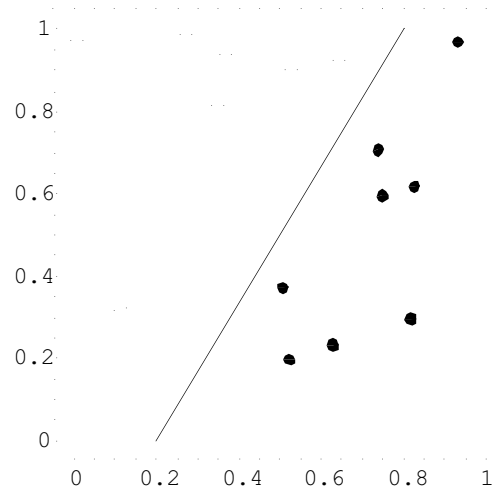
A continuación, se calcula su actividad aplicando una función de activación al valor obtenido (simula el potencial de membrana de una neurona).

Finalmente, dados los valores de entrada, se obtienen las salidas de la red:

$$y_i = f\left(\sum_k W_{ik} f\left(\sum_j w_{kj} x_j\right)\right)$$

Ejemplo: Clasificación de puntos en el plano

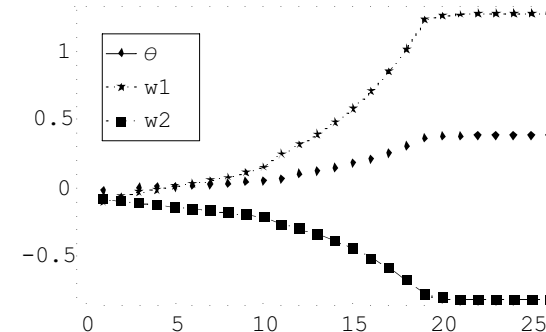
Dada una nube de puntos en el plano correspondientes a dos clases distintas, se quiere obtener un criterio de clasificación automático, que extrapole la información de estos puntos.



ERROR



PESOS



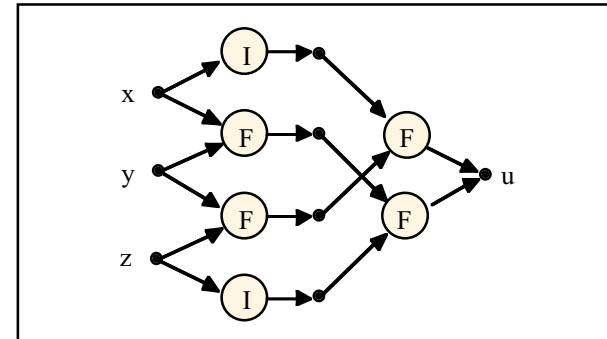
Redes Funcionales. Ejemplo

Las **redes redes funcionales** son una generalización de las redes neuronales que **combinan conocimiento cualitativo y cuantitativo**.

Conjunto de datos (x_1, x_2, x_3) obtenidos de una función $x_3 = F(x_1, x_2)$, y se sabe que es asociativa;

$$F(F(x_1, x_2), x_3) = F(x_1, F(x_2, x_3))$$

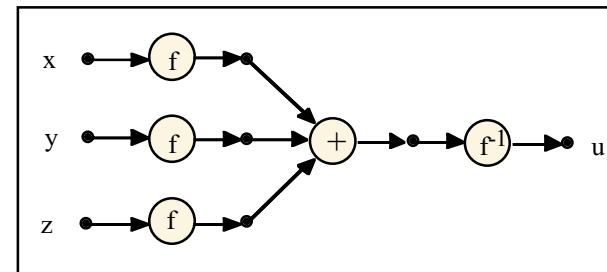
Topología inicial



Ecuaciones funcionales (simplificación):

$$F(x_1, x_2) = f^{-1} [f(x_1) + f(x_2)]$$

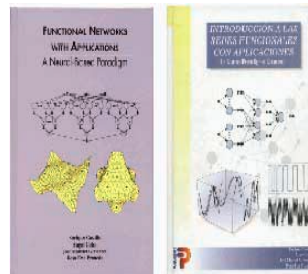
Topología simplificada



Aprendizaje:

Mínimos cuadrados.

Minimax.



An Introduction to Functional Networks

J.M. Gutiérrez y otros

Kluwer Academic Publishers (1999).

Paraninfo/International Thomson Publishing.

Inspiración en la Teoría de la Evolución

Las ideas básicas de la teoría de la evolución:

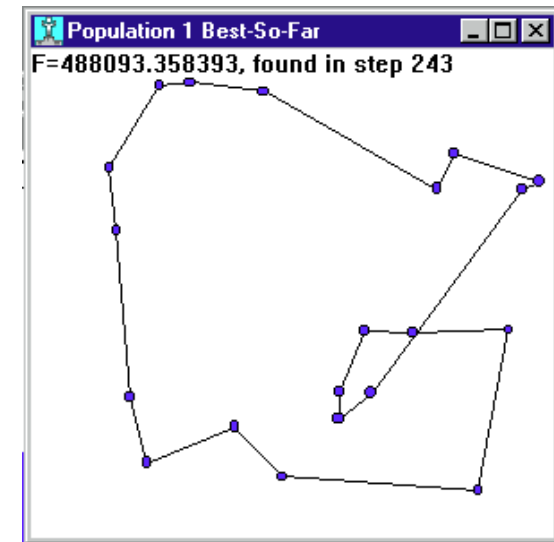
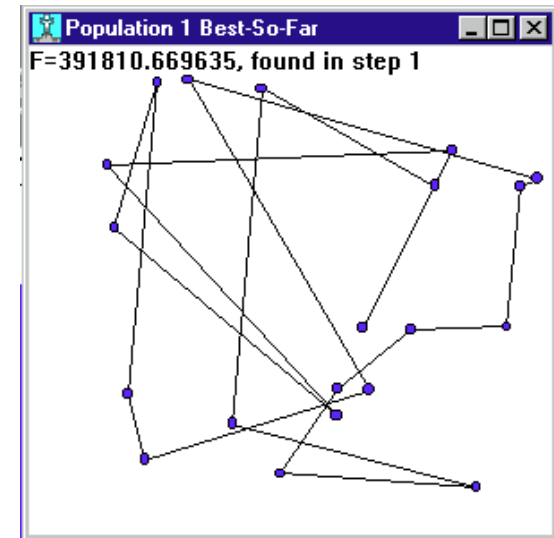
- **cruzamiento y mutación** de individuos y
- **selección** de los mejor adaptados

*ha sido aplicada en nuevas técnicas de optimización conocidas por “**Algoritmos evolutivos**”.*

- J. Holland 1962 (Ann Arbor, MI):
Algoritmos genéticos
- I. Rechenberg & H.-P. Schwefel 1965 (Berlin):
Estrategias evolutivas
- J. Koza 1989 (Palo Alto, CA):
Programación genética
- L. Fogel 1962 (San Diego, CA):
Programación evolutiva.

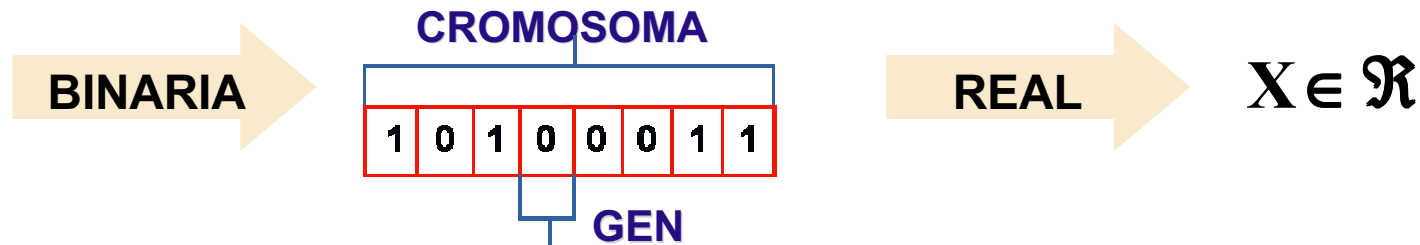
Curso Online de Goldberg

<http://www.engr.uiuc.edu/OCEE/webcourses/ge485/intro.html#>



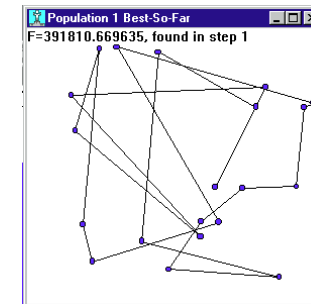
Elementos de un Algoritmo Genético (I)

Una codificación de la población del problema a tratar, ya sea binaria, o mediante números reales.



Cada elemento de la población es una ruta entre ciudades.

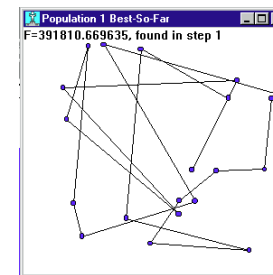
Codificación mediante una matriz binaria de adyacencias.



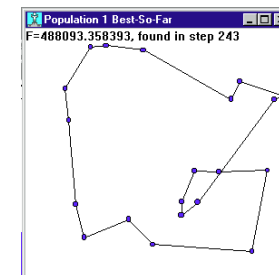
$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots \\ 1 & 0 & 1 & \\ 0 & 1 & 0 & \\ \dots & & & \dots \end{pmatrix}$$

Una función de fitness (adaptación) que cuantifique la optimalidad de cada elemento de la población.

Por ejemplo, podemos tomar la longitud total del recorrido como función de adaptación de un recorrido dado.



F=391810



F=121442

Elementos de un Algoritmo Genético (II)

Operadores genéticos de cruzamiento y mutación, mediante los cuales se introducirá diversidad en la población.

La **mutación** se lleva a cabo variando aleatoriamente el valor de algún bit, o introduciendo un valor aleatorio en los números reales.

antes

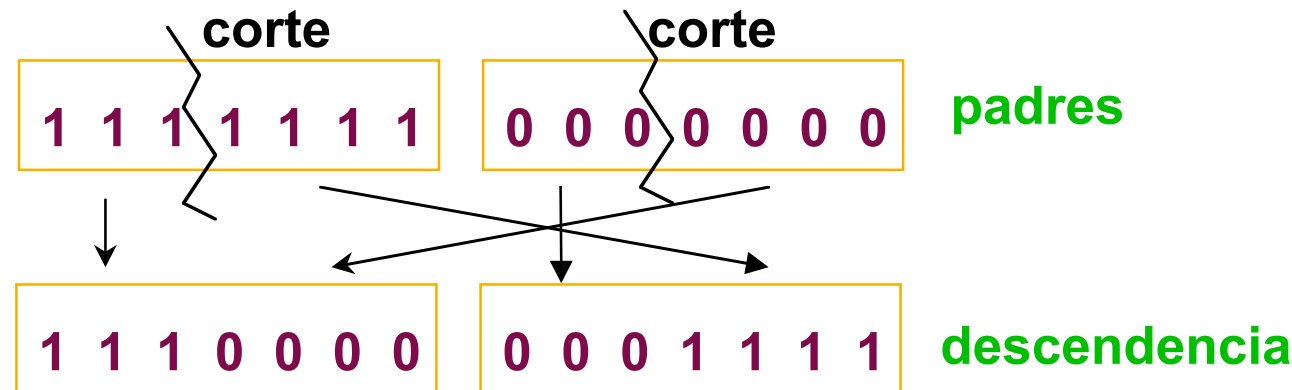
1 1 1 1 1 1 1

después

1 1 1 0 1 1 1

$$x'_i = x_i + N(0, \sigma_i)$$

El **cruzamiento** trata de combinar elementos de la población para combinar las mejores características.



Implementación de un Algoritmo Genético

Un mecanismo de selección para tomar una subpoblación con los individuos mejor adaptados de la población.

Un mecanismo de **ruleta** permite obtener una subpoblación donde cada individuo tendrá una **probabilidad proporcional a su función de adaptación** de ser seleccionado en la subpoblación.

