

TEMA 9

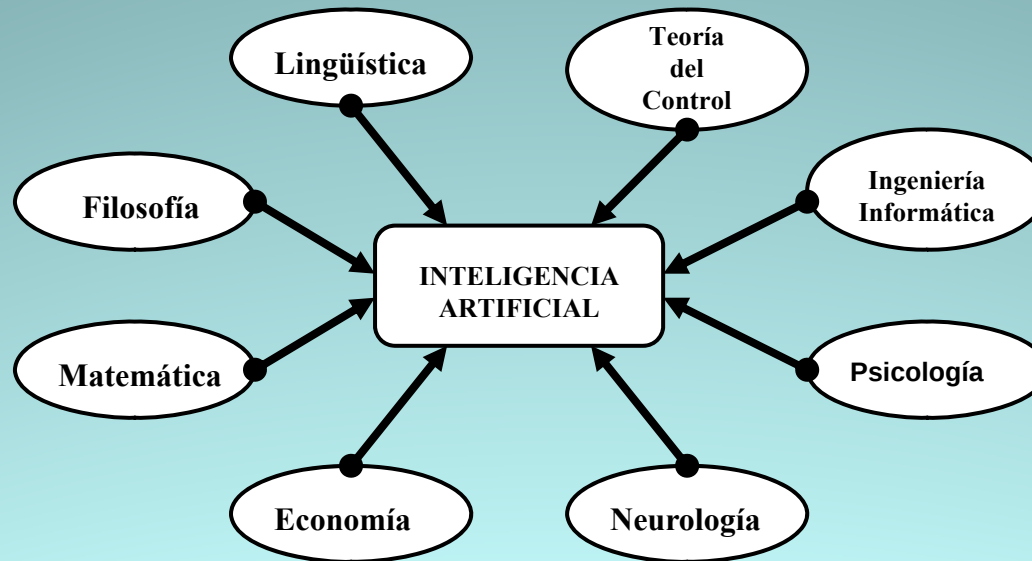
TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CONTABLE

9.1.Los sistemas expertos.

9.2.Las redes neuronales artificiales.

9.3.Sistemas de inducción de reglas y árboles de decisión.

- **La Inteligencia Artificial es una ciencia que tiene como objetivo la construcción de entidades inteligentes.**
- **Nace a mediados del siglo XX.**

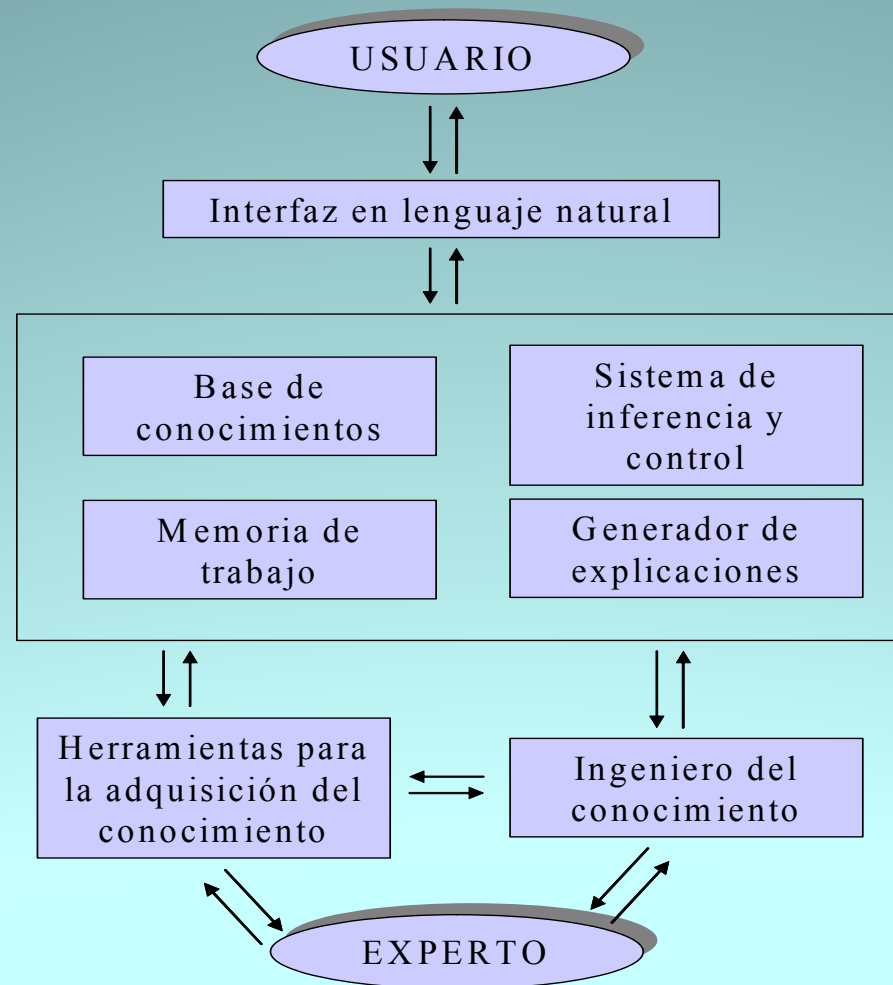


- **En los años 80 pasa del mundo académico a la explotación comercial.**
- **En la actualidad es una rama de negocio que genera elevados ingresos y se aplica a muchos sectores.**

9.1. LOS SISTEMAS EXPERTOS

- **Son programas de ordenador que:**
 - **Capturan el conocimiento de un experto humano.**
 - **Imitan sus procesos de razonamiento.**
- **Existen distintos tipos de sistemas expertos:**
 - **Basados en reglas (IF/THEN):**
 - **Ejemplo: IF ratio < r* THEN no conceder préstamo.**
 - **Sistemas CBR (Case Based Reasoning):**
 - **Se resuelve el problema a través de una analogía con situaciones pasadas.**
 - **Se busca el caso que más se parezca al problema a resolver.**
 - **Se adapta la solución adoptada para ese caso a la situación actual.**

Componentes esenciales de los sistemas expertos



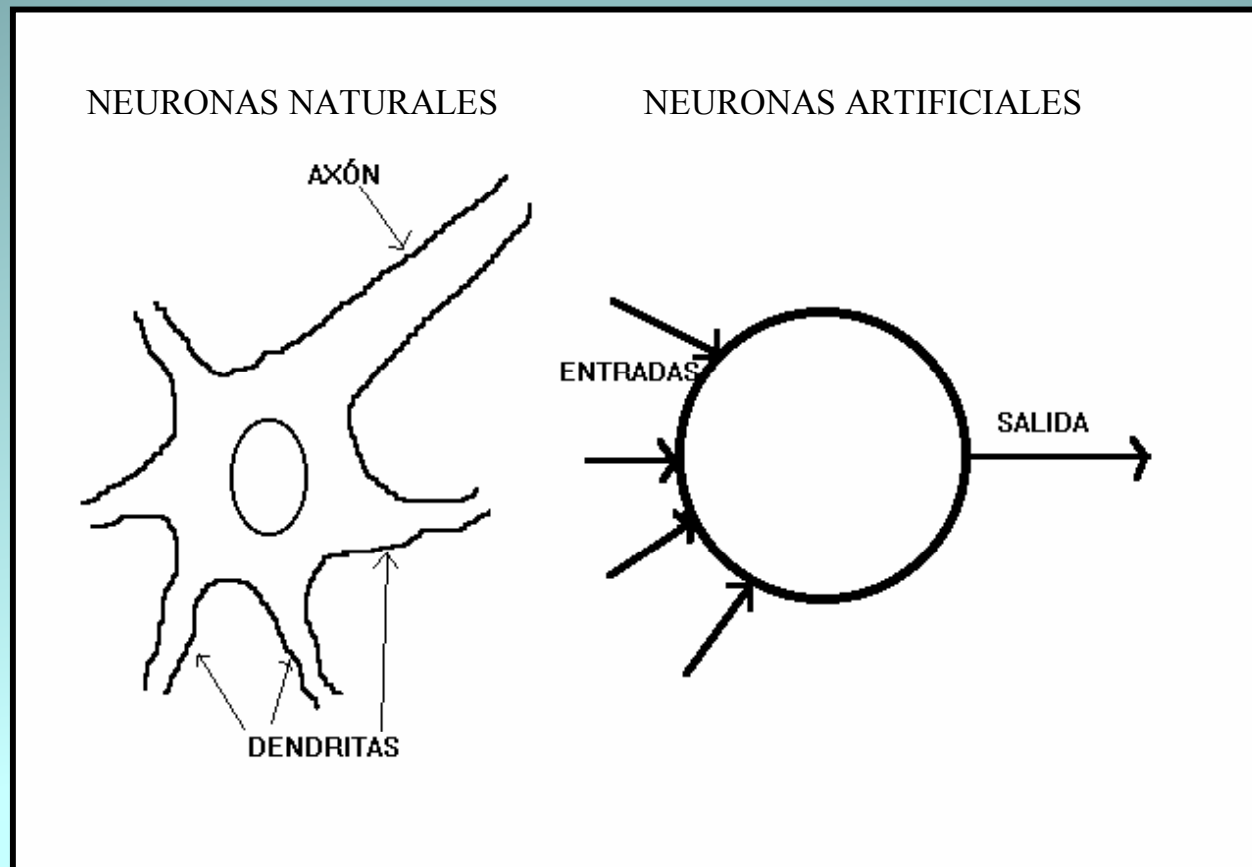
Aplicaciones de los sistemas expertos

- **Análisis de la solvencia (concesión de créditos):** Fue la primera aplicación comercial al campo de la economía de la Inteligencia Artificial.
- **Auditoría:** Sistemas expertos para ayudar en las distintas funciones del auditor de cuentas (evaluación del control interno, elaboración del programa de trabajo, etc.).
- **Valoración de activos:** Especialmente los sistemas CBR.
- **Planificación de las operaciones de inversión/financiación empresarial.**
- **Gestión empresarial: Entre otros:**
 - **Función de compras y aprovisionamiento.**
 - **Análisis de desviaciones en costes.**

9.2. LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES

- Una red neuronal es un conjunto de unidades de proceso relacionadas mediante unas conexiones ponderadas.
- El objetivo es construir un sistema que ante unos estímulos o valores de entrada produzca una respuesta deseada.
- A las unidades se les llama neuronas artificiales, que ante unos valores de entrada producirán una respuesta.
- Las redes neuronales tratan de replicar la estructura del cerebro humano, en el cual las neuronas (unidades) están relacionadas unas con otras a través de diversos filamentos por los cuales circulan impulsos eléctricos.

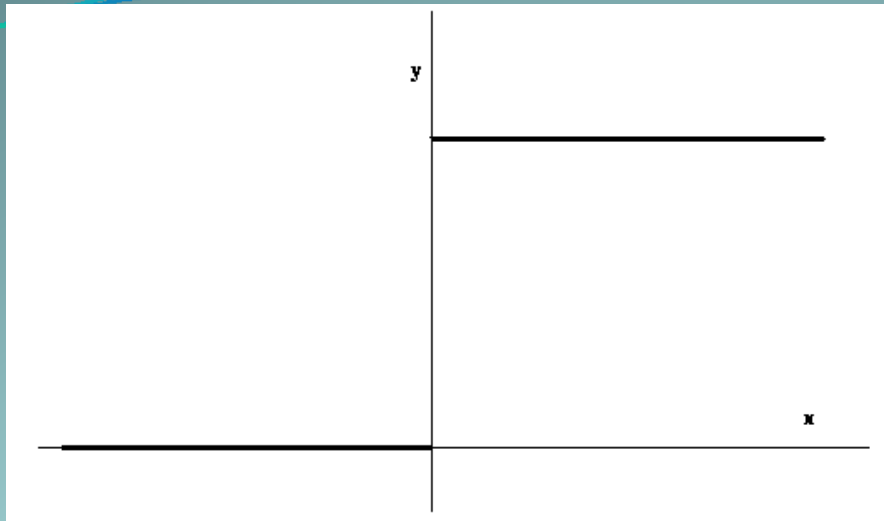
Neuronas naturales vs. neuronas artificiales



Estructura de una neurona artificial

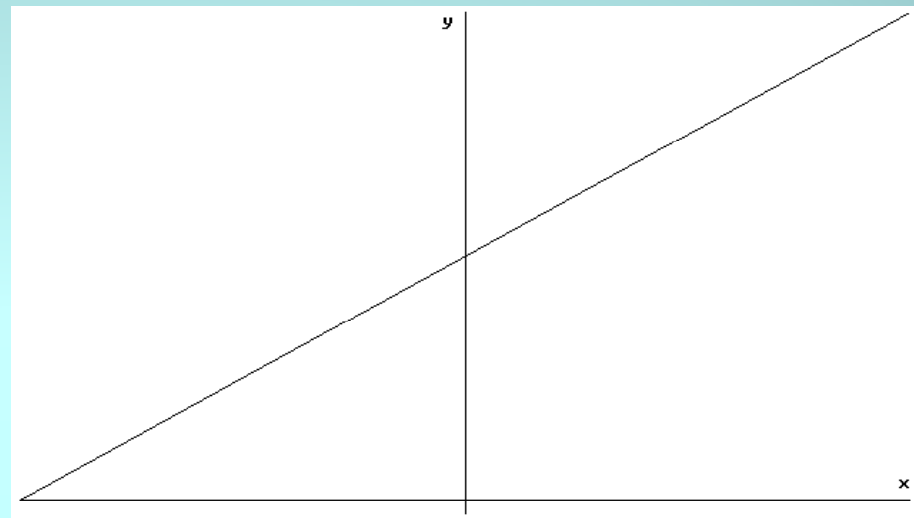
- **Una neurona artificial puede ser formulada matemáticamente como la composición de dos funciones:**
 - **Función de estado:**
 - **Función lineal de las variables de entrada de la neurona, ponderada cada una de ellas por un coeficiente.**
 - **El resultado de esta función es el nivel de estímulo o potencial alcanzado por la neurona.**
 - **Función de transferencia o regla de activación:**
 - **La variable independiente es el potencial.**
 - **La salida es la respuesta de la neurona ante el estímulo proporcionado por las variables de entrada.**

Funciones de transferencia

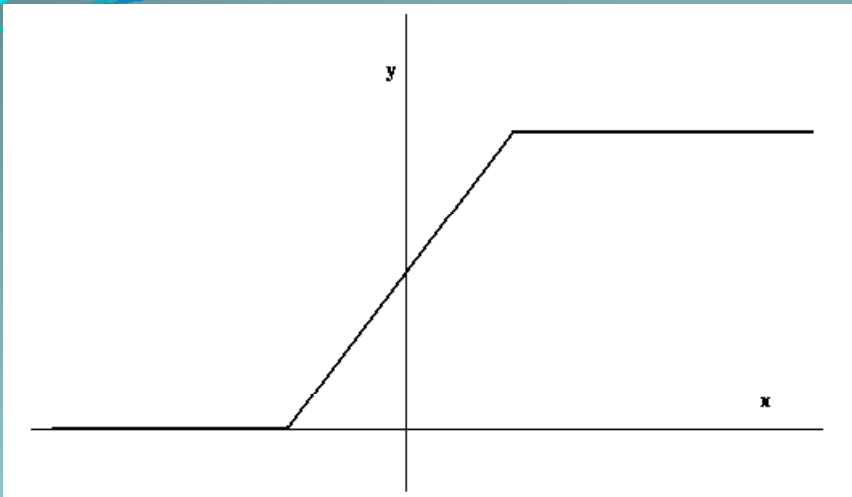


Función escalón

**Función lineal (puede
ser equivalente a un
modelo de análisis
discriminante)**

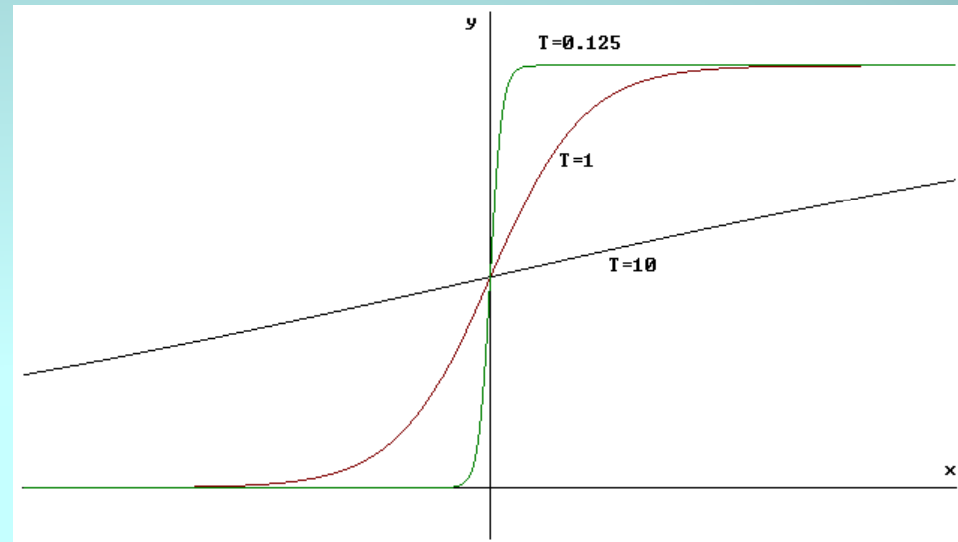


Funciones de transferencia



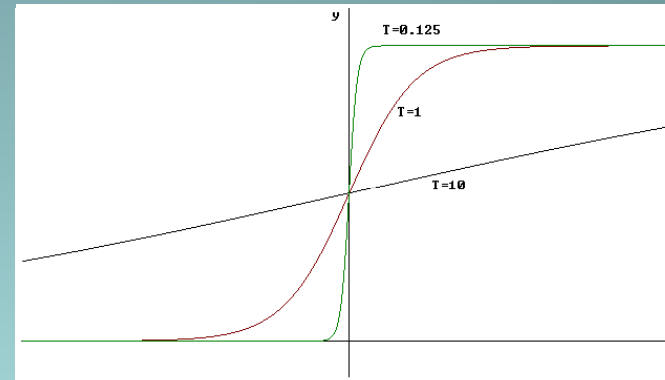
Función lineal por intervalos

Función sigmoideal



La función sigmoidal

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-2x/T}} \quad \Rightarrow$$



- **T (temperatura) es una medida del ruido existente en el sistema:**
 - Para T alto, todos los estados de la neurona son igualmente probables.
 - Si T es cero solo hay dos valores posibles (0 y 1).
 - Si $T=2$ la f. sigmoidal es la f. logística.
- **$\gamma = 1/T$ (ganancia) es una medida de la pendiente en la región de transición:**
 - Cuanto mayor es la ganancia más brusca es la transición.
 - Si tiende a cero la transición es discontinua.

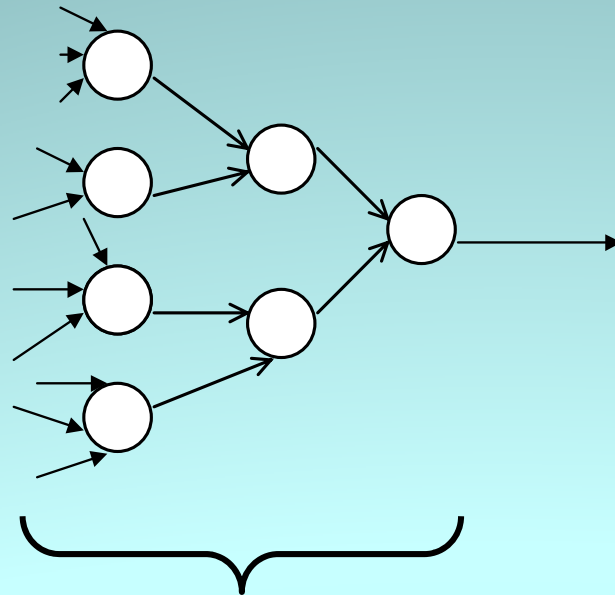
El aprendizaje de una red neuronal

- Los parámetros de la red se determinan mediante los algoritmos de aprendizaje.
- Gran número de parámetros a determinar $\Rightarrow$ Algoritmos complejos.
- Aprendizaje supervisado:
 - A la red se le proporciona la descripción de cada ejemplo y la respuesta deseada que debe experimentar para ese ejemplo.
 - Mediante el algoritmo correspondiente la red aprende a asociarlos.
 - Posteriormente, frente a nuevos casos para los que sólo se conoce la descripción el sistema debe producir la respuesta correcta.

Topologías de red

- La topología de la red es la forma en que se organizan las neuronas.
- Ejemplo de topología de red:

RATIOS CONTABLES



Neuronas artificiales

Respuesta del sistema:

0 = Empresa insolvente

1 = Empresa solvente

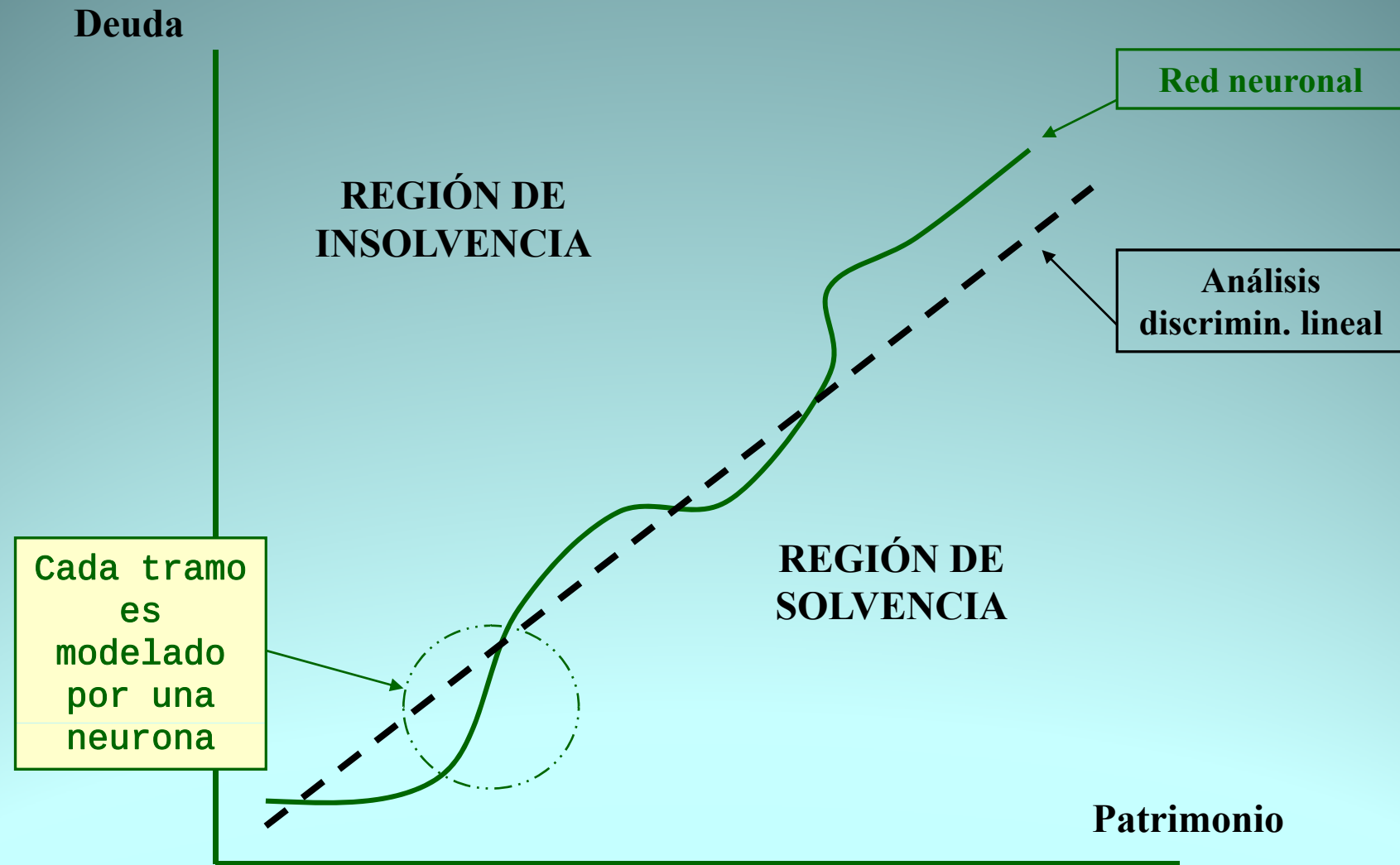
Aplicaciones de las redes neuronales

- **Redes neuronales optimizadoras:**
 - **Tratan de optimizar una función objetivo.**
 - **Se han aplicado a distintos problemas dentro de la economía y las finanzas:**
 - **El problema del transporte.**
 - **La aproximación de funciones de producción.**
 - **La planificación de la producción.**
 - **La modelización de los mercados.**
- **Redes aplicadas a la predicción:**
 - **Predicciones de ventas.**
 - **Análisis técnico: predecir las cotizaciones a partir de la evolución histórica de precios y volúmenes de negociación.**

Aplicaciones de las redes neuronales

- **Redes neuronales clasificadoras:**
 - **Ante un conjunto de patrones de entrada, responden con una clasificación de la entidad que presente esos patrones con arreglo a un conjunto finito de categorías.**
 - **Son las más usadas en Contabilidad y Finanzas.**
 - **Aplicadas a distintos problemas:**
 - **Predicción de crisis empresariales.**
 - **Concesión de préstamos.**
 - **Calificación de obligaciones.**
 - **Algunas aplicaciones están en explotación (bancos, etc.).**
Importancia por el Acuerdo de Basilea II.

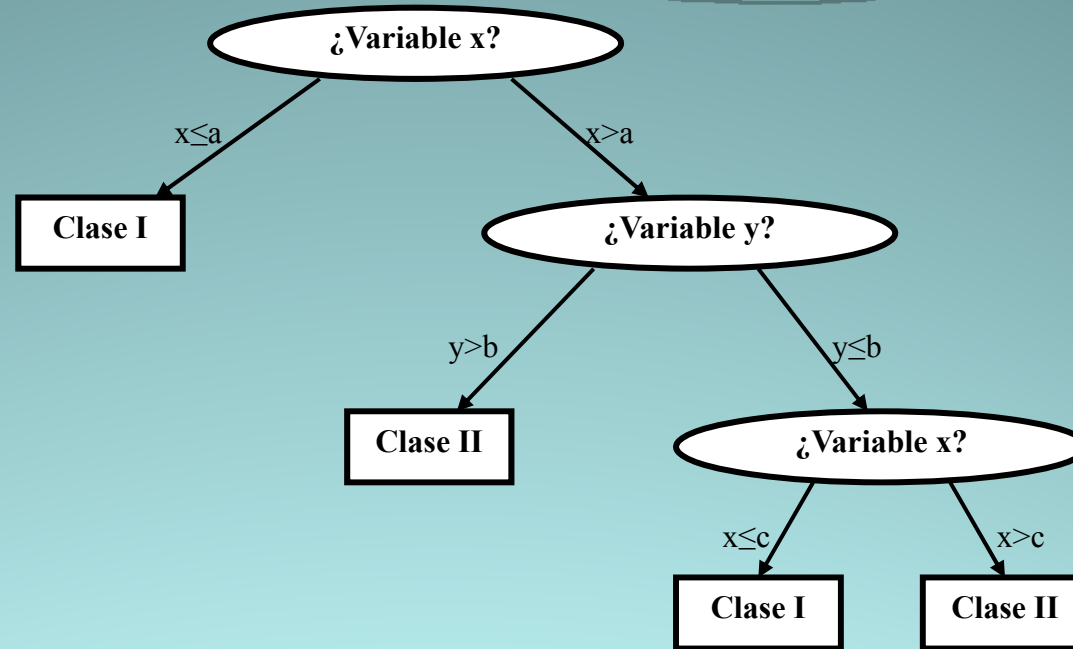
Ejemplo de red neuronal clasificadora



9.3. SISTEMAS DE INDUCCIÓN DE REGLAS Y ÁRBOLES DE DECISIÓN

- **Son algoritmos de Inteligencia Artificial que permiten resolver tareas de clasificación.**
- **Permiten inferir automáticamente un conjunto de reglas clasificadoras a partir de una serie de datos de ejemplo.**
- **Métodos de desarrollo más reciente que los sistemas expertos y las redes neuronales.**
- **Suponen realizar una serie de particiones sucesivas en el espacio que forman las variables de entrada del modelo.**
- **Muchas veces se formalizan en árboles de decisión.**

Ejemplo de árbol de decisión



Puede ser traducido a las siguientes reglas:

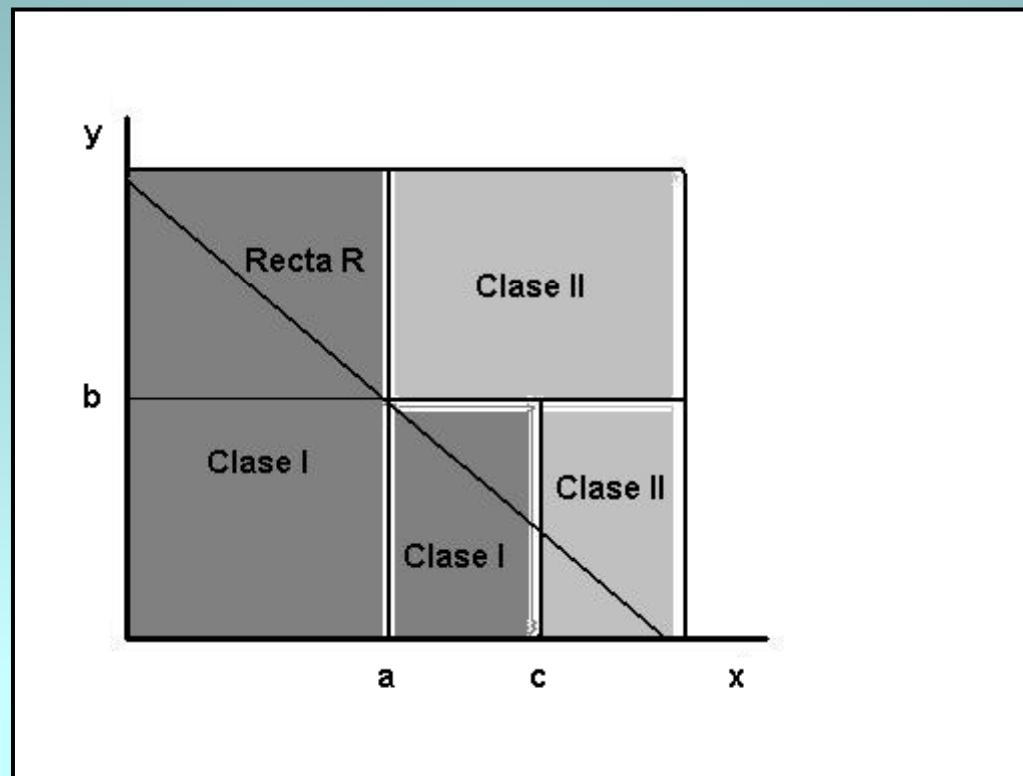
Si $x \leq a$ entonces clasificar como Clase I

Si $x > a$ e $y > b$ entonces clasificar como Clase II

Si $a < x \leq c$ e $y \leq b$ entonces clasificar como Clase I

Si $x > c$ e $y \leq b$ entonces clasificar como Clase II

Representación gráfica de las particiones establecidas por un árbol de decisión



Algoritmos para la inducción

- **Algoritmos de Quinlan (ID3, C4.5, See5):** Las particiones se realizan a través de medidas de entropía o cantidad de información.
- **ChAID (Chi-Squared Automatic Interaction Detector):** Es uno de los módulos del SPSS.
- **CART (Classification and Regression Trees).**
- **Sistemas basados en lógica borrosa.**
- **Sistemas basados en conjuntos aproximados.**
- **Sistemas basados en algoritmos genéticos.**
- **Sistemas híbridos. Pueden ser:**
 - **Un sistema selecciona las variables y otro construye el clasificador.**
 - **Esquemas de votación.**

Aplicaciones de los sistemas de inducción

- **Se pueden utilizar como sustitutivos de las redes neuronales. Presentan la ventaja de que las reglas son entendibles por usuarios humanos.**
- **Se pueden utilizar para inferir automáticamente las reglas que se introducirán después en un sistema experto. Con ello se consiguen ahorros en los costes de desarrollo de este tipo de herramientas.**
- **Se pueden utilizar para sustituir a los sistemas estadísticos. Frente a estos presentan la ventaja de que no parten de ninguna hipótesis (son métodos no paramétricos).**
- **Al igual que las redes neuronales, son importantes a partir de la entrada en vigor de Basilea II.**

Los algoritmos genéticos

- **Métodos de búsqueda de soluciones que reciben este nombre por su analogía con el cambio genético que se produce en las poblaciones naturales.**
- **Colección inicial de estructuras generadas aleatoriamente, representadas como cadenas de caracteres de longitud fija (genes).**
- **Los genes son los parámetros que definen la solución al problema a resolver y se representan mediante notación binaria.**
- **Individuos iniciales van a producir aproximaciones deficientes al problema.**
- **Función de idoneidad: Medida de la bondad de cada solución.**
- **Simulando el proceso de la evolución $\Rightarrow$ sucesivas generaciones de individuos : cruzamiento y las mutaciones.**

Los algoritmos genéticos

- **Cruzamiento:** Se mezclan las características de dos individuos para producir uno nuevo. Tomaremos una parte de la cadena binaria de un individuo y la parte restante de la del otro.
- **Sólo se van a cruzar aquellas estructuras que hayan demostrado estar más adaptadas al medio, es decir, que hayan alcanzado un valor más alto en la función de idoneidad.** Para ello, definiremos un valor mínimo para esta función, y los individuos que no lleguen a él serán eliminados y sus características no se verán representadas en la siguiente generación.
- **La segunda forma de generar individuos en la población son las mutaciones, las cuales consisten en provocar cambios de forma aleatoria en la población.**

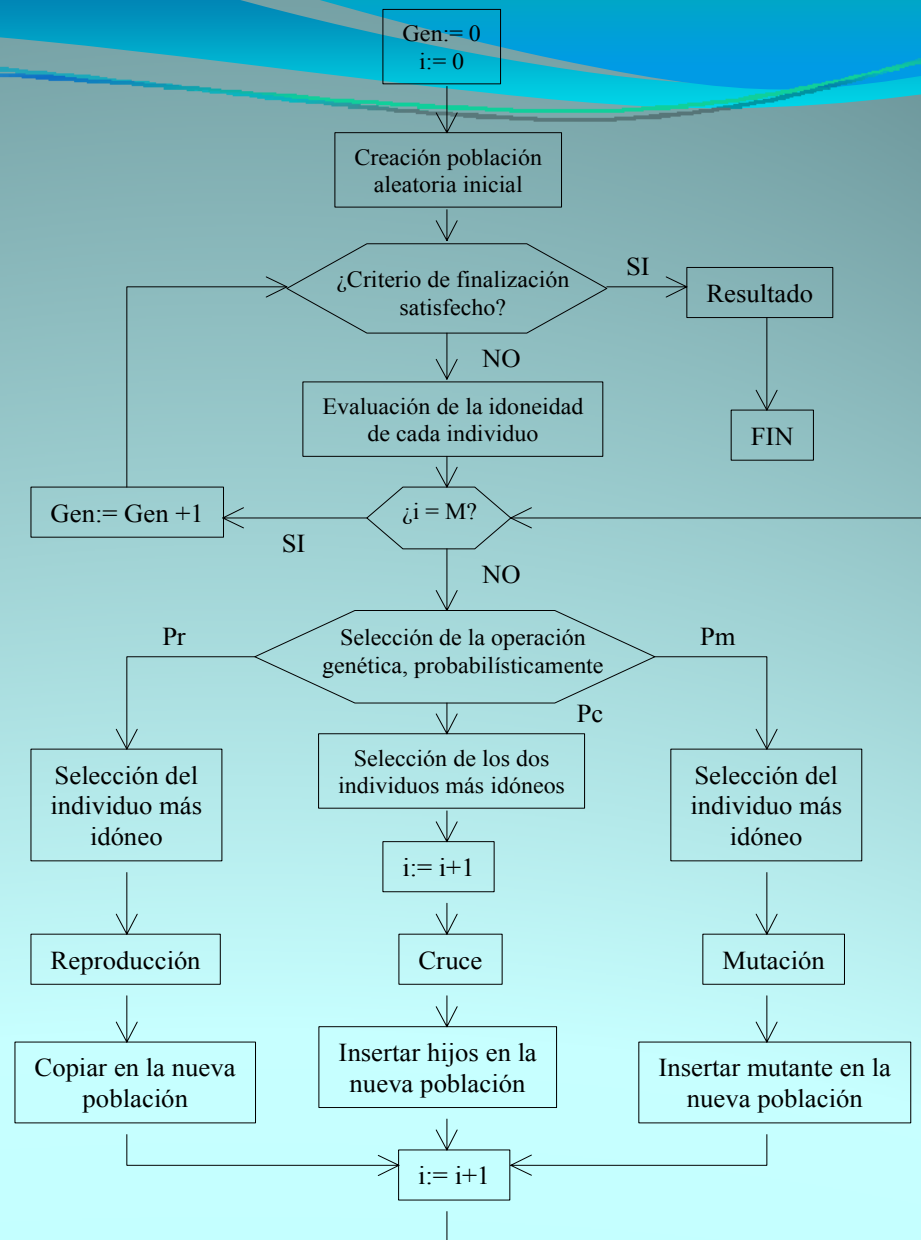
Ejemplo de algoritmo genético

M = Número de individuos de la población

P_c = Probabilidad de cruzamiento

P_m = Probabilidad de mutación

P_r = Probabilidad de reproducción



Aplicaciones de los algoritmos genéticos

- **Clasificación:** Aplicaciones ya vistas para redes y sistemas de inducción (predicción de la insolvencia empresarial, etc.).
- **Optimización:**
 - **Determinación de las rutas óptimas en el transporte.**
 - **Establecimiento de las estrategias óptimas de inversión.**
 - **Cálculo de la cantidad óptima de pedido.**
 - **Planificación de anuncios en televisión.**
 - **Asignación de operarios a distintas tareas.**
 - **Distribución de maquinaria en planta.**

Una aplicación integrada de la Inteligencia Artificial: los agentes inteligentes

- **Son programas informáticos que por encargo de un usuario u otro programa realizan de forma autónoma tareas que requieren cierto grado de inteligencia y aprendizaje.**
- **Poseen las siguientes características:**
 - **Comunicación:** Con los usuarios, con otros agentes y con otros programas. Es importante la existencia de estándares (p. ej. XBRL).
 - **Inteligencia.** Alguno de los sistemas vistos anteriormente.
 - **Autonomía:** No solo hacen sugerencias al usuario sino que actúan.

Algunos agentes inteligentes

- **Asistentes personales:** Monitorización y control interno en auditoría de sistemas (p. ej. quien ha accedido a una base de datos).
- **Representante virtual:** Responde a preguntas de clientes e inversores.
- **Negociador en mercados electrónicos:** A partir de unas instrucciones.
- **Agentes de búsqueda de información o rastreadores:** Parametrizables por el usuario o aprenden de sus hábitos.
- **Agentes secretos o espías:** Monitorizan una página web e informan cuando se producen cambios o aparecen palabras clave.