

[75.50] Introducción a los Sistemas Inteligentes

María Inés Parnisari

19 de diciembre de 2013

Índice

1. Inteligencia Artificial	2
2. Método CRISP (<i>C</i> <i>Ross-Industry Standard Process for Data Mining</i>)	2
3. Algoritmos Genéticos	3
4. Redes Neuronales	4
5. Algoritmos de inducción	6
6. SBC	6

1 Inteligencia Artificial

Inteligencia: habilidad para adquirir, comprender y aplicar conocimiento; aptitud para recordar, pensar y razonar.

Inteligencia Artificial: armar sistemas para resolver problemas que tratan de utilizar métodos similares a los que utilizaría una persona.

1.1 Aplicaciones

- Juegos.
- *General Problem Solving* (GPS).
 - Problema del viajante.

Para n ciudades se desea obtener el camino más corto que recorre las n ciudades. El algoritmo óptimo tiene orden $O(n!)$, es decir, tarda 1 billón de años para resolver el problema para 30 ciudades. Con algoritmos genéticos, se puede obtener una solución buena para 106 ciudades en 1 minuto.
- Procesamiento de Imágenes.
 - Imágenes de Medicina.
 - Fotos Satelitales.
- Procesamiento del Lenguaje Natural.
- Procesamiento del Sonido.
- Demostración de Teoremas.

2 Método CRISP (*C*Ross-*I*ndustry *S*tandard *P*rocess for *D*ata *M*ining)

Fase 1 Entendimiento del negocio

- Comprensión estática del negocio

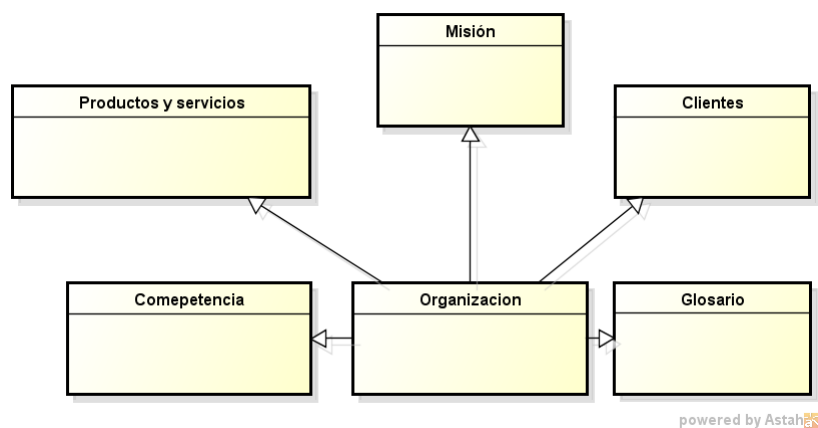


Figura 1: Comprensión estática del negocio

- Evaluación de los objetivos del negocio

Fase 2 Entendimiento de los datos

Fase 3 Preparación de los datos

Fase 4 Modelado

Fase 5 Evaluación

Fase 6 Implementación

3 Algoritmos Genéticos

Los algoritmos genéticos intentan copiar la forma en que evoluciona una población.

- **Individuo / Cromosoma:** solución posible a un problema.

Un individuo se lo representa como una tira de **genes**, cada uno de los cuales pueden tomar varios valores (los **alelos**). La posición de un gen se llama el **locus**.

Genes	X	X	Y	Y	X
Locus	0	1	2	3	4

- **Población:** Conjunto de individuos.

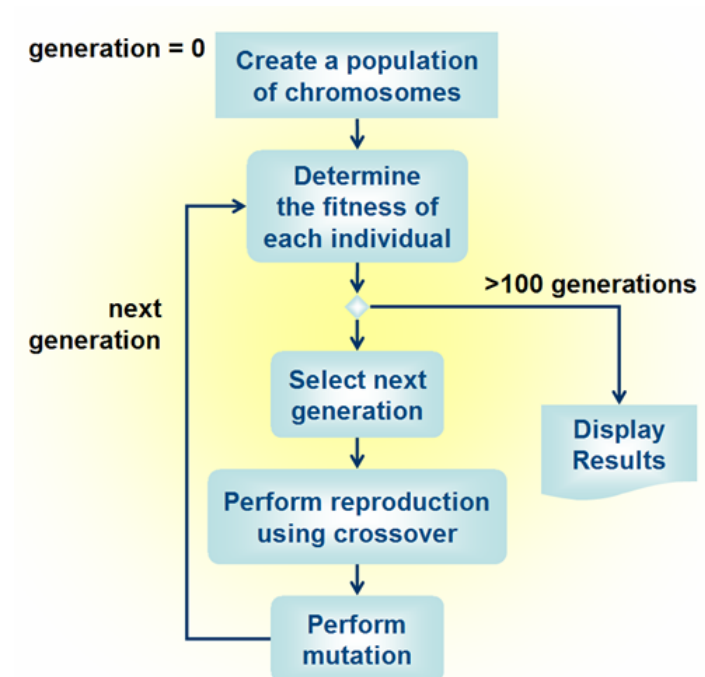


Figura 2: Algoritmo genético.

Todo algoritmo genético debe tener una **función de aptitud** que recibe como parámetro un individuo y devuelve cuán apto es dicho individuo.

3.1 Operadores

- **Selección.** Consiste en elegir a los individuos más aptos de una población.

- **Rueda de ruleta**

Construir una ruleta particionada en ranuras de igual tamaño, las cuales se numeran. A cada individuo de la población se le asigna una cantidad de ranuras proporcional a su aptitud. Este método de selección otorga mayor probabilidad de contribuir a la siguiente generación a los individuos con mayor aptitud.

- **Por torneo**

Dos individuos son elegidos al azar de la población actual y el mejor o más apto de los dos se coloca en la generación siguiente. Esto continúa hasta que se complete la nueva población.

- **Por ranking**

Se coloca toda la población por orden de aptitud, y los n menos aptos son eliminados.

- **Cruza / Reproducción:** combina dos individuos para generar dos nuevos.

- **Simple**

Se elige un único punto de cruce en ambos padres. Cada hijo tendrá datos de ambos padres intercambiados.

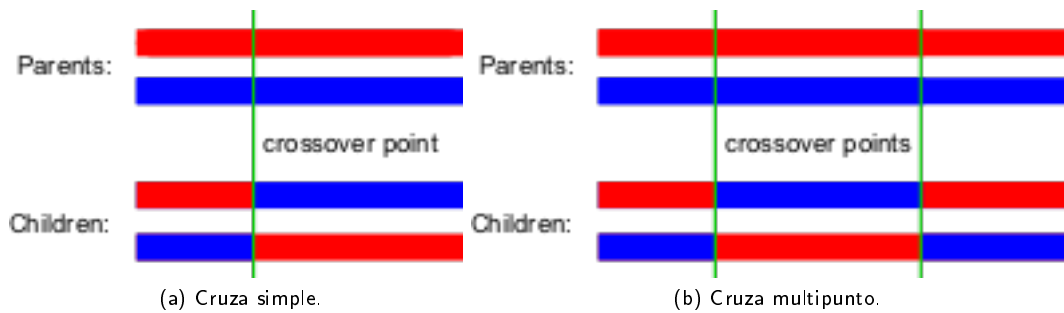


Figura 3: Cruza.

- **Multipunto**

Se eligen dos o más puntos de cruce en ambos padres. Cada hijo tendrá datos de ambos padres intercambiados.

- **Binomial**

Para generar un cromosoma hijo por cruce binomial, se define la probabilidad P_0 como la probabilidad de que el alelo de cualquier posición del descendiente se herede del padre, y $1 - P_0$ como la probabilidad de que lo herede de la madre.

Cuando existe igual probabilidad de heredar del padre como de la madre ($P_0 = 0,5$) la cruce se denomina uniforme.

- **Mutación:** fuerza el cambio en un individuo. En la evolución, una mutación es un suceso bastante poco común (sucede aproximadamente una de cada mil replicaciones), en la mayoría de los casos las mutaciones son letales, pero en promedio, contribuyen a la diversidad genética de la especie. En un algoritmo genético tendrán el mismo papel, y la misma frecuencia (es decir, muy baja).

- **Simple**

Se muta cada n ciclos de ejecución.

```
mutacion_simple(individuo indiv, int umbral):
    generar numero aleatorio
    if (numero aleatorio > umbral):
        mutar(indiv)
```

- **Adaptativa por convergencia**

Si los individuos de una población son muy similares, se mutan algunos para generar diversidad.

- **Adaptativa por temperamento**

```
mutacion_adaptativa_por_temperamento(individuo indiv, int umbral):
    generar numero aleatorio
    if (numero aleatorio > umbral):
        mutar(indiv)
    else:
        bajar umbral
```

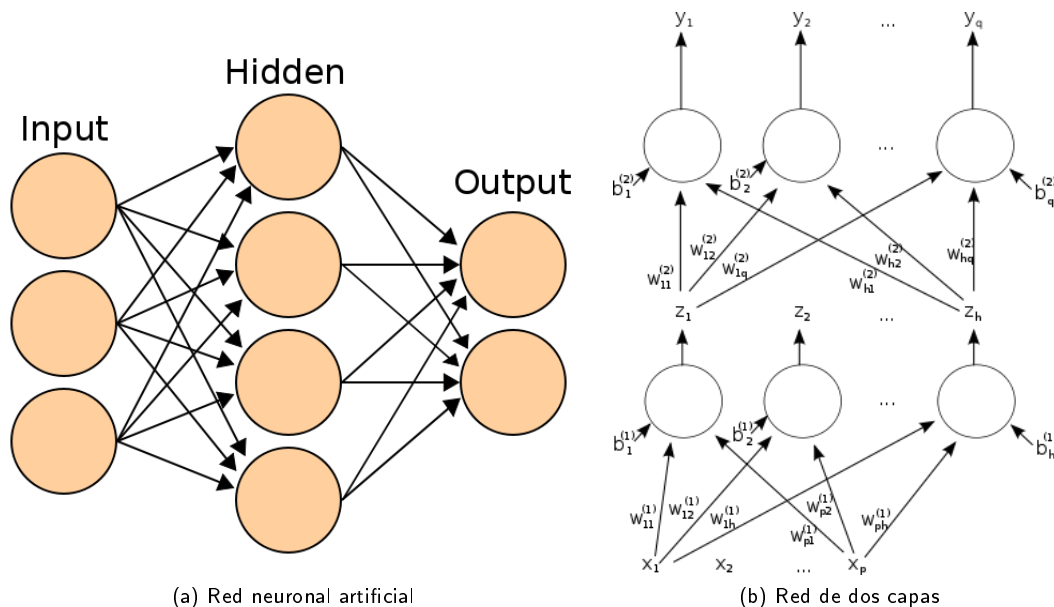
4 Redes Neuronales

Red neuronal: modelo matemático o computacional que está inspirado en la estructura y aspectos funcionales de redes neuronales biológicas. Una red neuronal consiste en un grupo de neuronas interconectadas, que forman “**capas**”, que procesan la información.

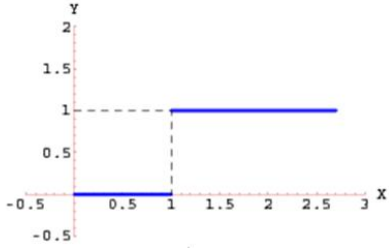
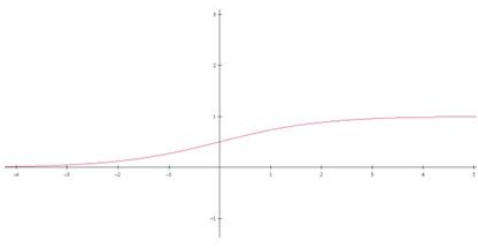
Sinapsis: relaciona la salida de una neurona con la entrada de otra. Estas sinapsis almacenan parámetros o “pesos” que manipulan la información.

4.1 Tipos de parámetros

- El **patrón de interconexión** entre distintas capas de neuronas.
 - Monocapas: una sola capa.
 - Bicapas: dos capas.
 - Multicapas: poseen capas ocultas. Cuantas más tenga, más inteligente será la red, pero tomará más tiempo para entrenarla.



- El **proceso de entrenamiento** para actualizar el peso de la interconexión. Tipos de aprendizaje:
 - Según si tiene un supervisor:
 - **Aprendizaje Supervisado:** Quiere decir que hay una asistente. Se asignan ciertos pesos y se definen pares de entrada - salida, luego se ingresan las entradas y se comparan las salidas con las salidas esperadas, si no coinciden los pesos deberán ser modificados.
 - ◇ Por corrección de error: la red aprende a base de prueba y error.
 - ◇ Por refuerzo: la red aprende a base de recompensas y castigos.
 - ◇ Estocástico: cuando el resultado de la red no es el esperado, los pesos se cambian en forma aleatoria.
 - **Aprendizaje No Supervisado:** Se le da una gran cantidad de datos de entrada y la red intenta realizar asociaciones.
 - ◇ Hebbiano:
 - ◇ Cooperativo: cuando una neurona se activa, trata de activar a sus vecinas.
 - ◇ Competitivo: cuando una neurona se activa, trata de inhibir a sus vecinas.
 - Según el momento de recepción del *feedback*.
 - Online: durante el proceso de entrenamiento.
 - Offline: al finalizar el proceso de entrenamiento.
- La **función de activación** que convierte la entrada de una neurona a su salida. Esta función en general no es lineal y acota los valores de salida.

Función Escalón	Función Sigmoide
$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & \text{si } 1 \leq x \leq \infty \end{cases}$	$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$
	

4.2 Tipos de redes

- Back Propagation: realiza clas
- SOM (Self Organizing Map)

4.3 Perceptrón

Perceptrón: Red más elemental. Consta de una sola neurona con n cantidad de entradas. El perceptrón sirve para resolver problemas que son linealmente separables.

Función de activación: Función escalón.

4.4 Aplicaciones

- Aproximación de funciones o análisis regresivo
- Clasificación (reconocimiento de patrones)
- Procesamiento de datos (filtros, compresión)
- Robótica
- Detección de objetos en imágenes. Cada punto de la imagen es una entrada. Las salidas son los posibles elementos que puede detectar la red.

5 Algoritmos de inducción

Se utilizan en Minería de Datos para **modelar las clasificaciones en los datos** mediante árboles de decisión. Forman parte del grupo de sistemas de aprendizaje **supervisado**. Han tenido muy buena performance en aplicaciones de dominio médico, artificiales y el análisis de juegos de ajedrez. Posee un nivel alto de precisión en la clasificación, pero no hace uso del conocimiento del dominio.

Aprenden **a partir de ejemplos preclasificados**. Se genera un **árbol de decisión** a partir de los datos mediante particiones realizadas recursivamente, aplicando la estrategia de profundidad-primero (*depth-first*).

El algoritmo considera todas las pruebas posibles que pueden dividir el conjunto de datos y selecciona la prueba que resulta en la mayor ganancia de información. Para cada atributo discreto, se considera una prueba con n resultados, siendo n el número de valores posibles que puede tomar el atributo. Para cada atributo continuo, se realiza una prueba binaria sobre cada uno de los valores que toma el atributo en los datos.

6 SBC

Los SBC (**sistemas basados en conocimiento**) en un sentido general y los SE (**sistemas expertos**) mas concretamente.

A Knowledge-based system is a computer program that reasons and uses knowledge to solve complex problems. Knowledge is acquired and represented using various knowledge representation techniques rules, frames and scripts. The basic advantages offered by such system are documentation of knowledge, intelligent decision support, self learning, reasoning and explanation. Knowledge-based systems are systems based on the methods and techniques of Artificial Intelligence. Their core components are:

- knowledge base
- acquisition mechanisms
- inference mechanisms

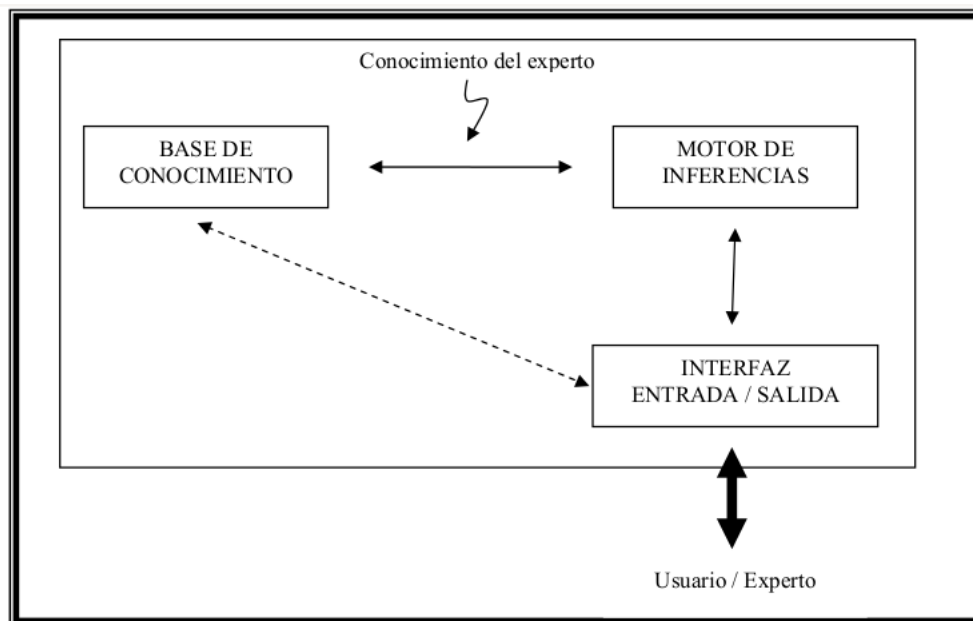


Figura 4: Arquitectura de un Sistema Experto

A la actividad de construir estos sistemas, se la denomina **Ingeniería del Conocimiento**, cuya misión es adquirir, formalizar, representar y usar grandes cantidades de conocimientos de la más alta calidad y específicos de una tarea.

SBC	Sistema convencional
Declarativos	Procedimentales
Se refieren a una tarea	Se refieren a varias tareas
Paralelos	Secuenciales
Flexibles (pueden aprender nuevas reglas)	Rígidos
No deterministas	Deterministas
La solución está en la base de conocimiento	La solución está en el código del programa
Datos, reglas y control	Datos y programas

6.1 Tipos de conocimiento

Se clasifican según diferentes dimensiones:

- Operatividad:
 - Conocimientos descriptivos: qué son las cosas y describen el dominio de la aplicación en términos de conceptos, objetos, atributos, valores y relaciones entre las mismas.
 - Conocimientos procedimentales: describen como funcionan las cosas.
- Privacidad
 - Públicos
 - Privados

- Definición del problema

- Estructurantes: se expresan de manera declarativa. Representa una definición de los objetos del dominio y las reglas o relaciones entre los mismos.
 - Ejemplo: saber jugar al ajedrez.
- Heurísticos: Representan la experiencia bien organizada e indexada en la memoria del experto. Tiene las pautas para enfrentarse y resolver numerosos problemas diarios.
 - Ejemplo: saber ganar al ajedrez.

6.2 Aspectos de la información

1. Sintáctico, técnico o de datos: se refiere a los signos que se emplean en la comunicación.
2. Semántico o de noticias: se refiere a las relaciones entre los signos; el sentido de las palabras.
3. Pragmático o de conocimiento: se refiere a la relación entre los signos y sus usos; la utilidad de la información.

6.3 Expertos

Un experto es reconocido como alguien que es capaz de resolver un tipo de problema que otras personas no pueden resolverla efectiva y eficientemente.

Características de un experto:

1. Pericia: dimensión vinculada a su alta prestación y/o rendimiento. Resolver problemas que son de su competencia o conocimiento, con éxito; y/o en forma veloz.
2. Capacidad para manipular símbolos.
3. Capacidad para resolver problemas de un dominio, complejos y con cierto grado de dificultad: los problemas deben ser lo suficientemente complicados como para necesitar un experto.
4. Capacidad para reformular o reutilizar su conocimiento.
5. Capacidad para razonar sobre sí mismo: sobre sus propios procesos, sus propias decisiones.
6. Realiza una tarea en particular: interpreta, diagnostica, monitoriza, predice, instruye, planifica, diseña, etc.

Tareas de un experto:

1. Clasificación: seleccionar un objeto a partir de un conjunto.
2. Predicción, pronóstico: en base a información actual, prevé uno o múltiples futuros posibles.
3. Diseño y síntesis: diseñar un sistema que satisfaga restricciones pero que alcance objetivos.
4. Catalogación y planificación: organizar tareas con recursos y en el tiempo.
5. Monitorización: observar una situación en curso.
6. Control: a diferencia de la monitorización, tiene un alcance global.

Subyacente al comportamiento de los expertos, está el cuerpo de conocimientos operativos, que se denomina **experiencia**. Cuando se pretende desarrollar un sistema experto, se debe representar la experiencia que hace posible el comportamiento que lleva a cabo un experto para resolver una situación problemática. La transferencia de conocimientos de un experto a un sistema está condicionada y dificultada por una serie de circunstancias.

1. Dependemos del tiempo del experto, su disponibilidad para transferir su conocimiento, y su buena voluntad.
2. Los conocimientos del experto son inconscientes.
3. Los conocimientos del experto se adquieren gradualmente.
4. Los conocimientos del experto suelen estar distribuidos entre varias personas.

5. Los conocimientos del experto son declarativos.

	Sistema experto artificial	Sistema experto natural
Ventajas	Siempre disponible, fácil transferencia. Genera resultados reproducibles más consistentes y completos (no tiene errores). Fácil de documentar. Costo de operación bajo. Independiente de la ubicación.	Creatividad, capacidad de aprender y de adaptarse. Usan sus sentidos y el sentido común (saber generalmente aceptado).
Desventajas	Costo de desarrollo muy caro.	

6.4 Estudio de viabilidad

Características que hacen que un problema sea adecuado para resolverlo mediante un Sistema Experto:

- **Desarrollo es posible:** expertos disponibles, expertos pueden articular sus métodos, hay suficientes casos de prueba, la tarea depende de los conocimientos y no del sentido común.
- **Desarrollo está justificado:** tarea útil y necesaria, se va a usar en territorios hostiles, hay escasez humana, concurrencia de necesidad de información, se espera alta tasa de recuperación de la inversión, los conocimientos pueden perderse.
- **Desarrollo es apropiado:** la tarea requiere experiencia, etc.
- **Desarrollo va a tener éxito:** los directivos apoyan el proyecto, los usuarios lo usarán.

6.5 Conceptualización

Permite modelar el comportamiento del experto en la solución de los problemas de su competencia, en dos modelos:

- el estático (que se corresponde con la estructura del sistema),
- el dinámico (que se corresponde con la funcionalidad del sistema).

La conceptualización establece qué conocimientos maneja el experto, cómo los utiliza, dónde los emplea y cuándo los usa.

6.5.1 Modelo estático

- **Conocimiento fáctico:** conceptos, atributos y valores asociados.

- Diccionario de conceptos

Concepto	Función	Sinónimos	Atributos	Derivados
Pieza dentaria	Masticar	Diente, muela	Coloración, tipo de cavidad, estado de la pulpa, sensibilidad, síntomas de dolor	
Afección dentaria	Dañar piezas dentarias	Infección, enfermedad	Tipo	Características

- Tabla concepto-atributo-valor (TCAV): por cada atributo de cada concepto.

Concepto	Atributo	Valor	Sigla
Pieza dentaria	Coloración	Manchas localizadas	ML
		Manchas difusas	MD
	Tipo de dolor	Fugaz	FU
		Persistente	PER
		Localizado	LOC
		Ninguno	SD
Afección dentaria	Tipo	Atrofia pulpar	AP
		Hiperemia pulpar	HP
		Pulpitis infiltrativa	PI
		Pólipo pulpar	PP

- Mapa de relaciones entre conceptos
Pieza dentaria Tiene una Afección dentaria
Afección dentaria Resulta de Pieza dentaria
- Definición de atributos: por cada uno de los atributos de cada uno de los conceptos identificados.

Información	Descripción
Nombre de atributo	Tipo
Concepto	Afección dentaria
Tipo de valor	Atrofia pulpar, Hiperemia pulpar, Pulpitis infiltrativa, Pólipo pulpar
Rango de valores	(No aplica porque no son numéricos)
Número de valores por caso	1
Fuente	Palabras del experto
Detalle acerca del método para obtener información	Análisis de protocolo
Uso	Inferencia de tipo de afección dentaria que se diagnosticará
Formato de los resultados de salida	String

- **Conocimiento estratégico:** estrategias que sigue el experto para hacer una tarea.

- Árbol de descomposición funcional

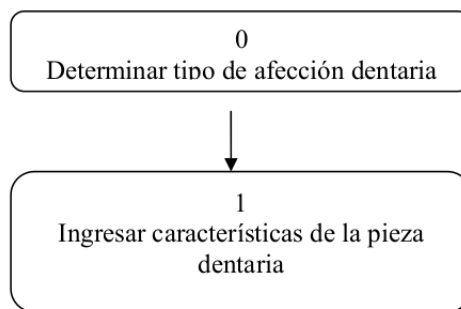


Figura 5: Árbol de descomposición funcional

- **Conocimiento táctico:** pasos seguidos en cada estrategia.

- Tabla de decisión

Condición	Regla 1	Regla 2	Regla 3	Regla 4
Coloración	ML	ML	ML	ML
Tipo de cavidad	DU	DU	-	-
Tipo de dolor	FU	LOC	PER-LOC	LOC
Acción				
Tipo de afección dentaria	AP	HP	PI	PP

- Fórmulas
- Pseudorreglas

Regla	Texto de la regla
1	SI coloracion = manchas localizadas Y tipo de dolor = fugaz ENTONCES tipo = atrofia pulpar
2	
3	
4	

6.5.2 Modelo dinámico

Es la integración de los conocimientos fácticos, estratégicos y tácticos en:

- Árbol de estrategias

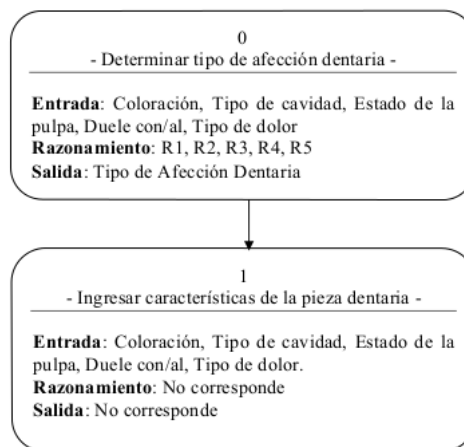


Figura 6: Árbol de estrategias

- Mapa de conocimientos

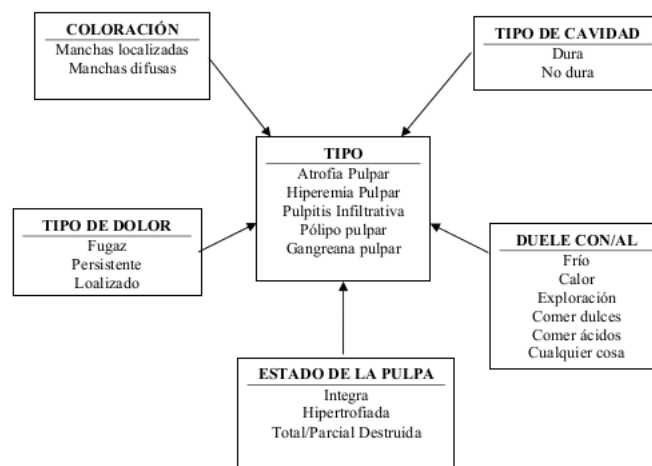


Figura 7: Árbol de estrategias