



CONTENIDO

MÓDULO II. ESTRATEGIAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA IA	2
UNIDAD II. PROBLEMAS Y ESPACIOS DE ESTADOS	2
2.1 Definición del problema mediante una búsqueda en espacio de estados	4
2.2 Los sistemas de producción	4
2.3 Características del problema	12
2.4 Características de los sistemas de producción	19



MÓDULO II. ESTRATEGIAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA IA

UNIDAD II. PROBLEMAS Y ESPACIOS DE ESTADOS



Ilustración 1. Problemas y espacios de estados / [Pixabay](#)

En la **Unidad II** se explicarán aspectos generales sobre la búsqueda de soluciones para problemas descritos sobre un espacio de estados. Estos tipos de problemas son de gran importancia dentro del estudio de la Inteligencia Artificial, por lo que se describirán los pasos para resolverlos y cuáles son las características de un problema descrito sobre un espacio de estados.

Posteriormente, se tratará el tema de los sistemas de producción: qué son, sus componentes, su estructura y los tipos de controles de búsqueda clasificados según el tipo de razonamiento que utilice el sistema para encontrar la solución de un problema.



En Inteligencia Artificial, muchos de los problemas deben encontrar soluciones a través de un proceso de búsqueda en un espacio de estados. Estos problemas del mundo real generalmente son complejos, por lo que se requiere de una representación del conocimiento, la cual permite definir de manera formal el problema. En resumen, la Inteligencia Artificial es una combinación de dos factores: representación del conocimiento y búsqueda.

Los agentes utilizan información del estado, el cual contiene la información necesaria para predecir los efectos de una acción y determinar cuál es el estado objetivo. Para resolver problemas los agentes siguen tres grandes pasos que se detallan en la **ilustración 2**:



Ilustración 2. Pasos que siguen los agentes para resolver problemas. Cano, Elia. 2020.

- 1. Formulación del objetivo:** Especifica los objetivos a alcanzar. Se basa en la situación actual y en la medida del rendimiento del agente. El objetivo es un conjunto de estados y la tarea del agente es determinar cuál es la secuencia de acciones que lo llevarán al estado objetivo.
- 2. Formulación del problema:** Consiste en decidir a partir de un objetivo, qué acciones y estados se van a considerar.
- 3. Búsqueda:** El agente tiene varias opciones inmediatas de valor desconocido y para decidir qué hacer primero, examina diferentes secuencias de acciones posibles que puedan llevar a estados de valor conocido.
- 4. Solución:** Corresponde a la mejor secuencia de acciones desde el estado inicial hasta el estado objetivo.
- 5. Ejecución:** Consiste en realizar las acciones recomendadas por el agente.



Un agente basado en metas percibe su entorno a través sensores, lo cual le permite formular el objetivo y esforzarse por alcanzarlo. Conocer el objetivo le permite al agente organizar su comportamiento limitando los objetivos que busca satisfacer. Posteriormente, formulará el problema dependiendo de la información obtenida sobre el estado actual y buscará un conjunto de acciones que lo lleven hasta el objetivo.

2.1 Definición del problema mediante una búsqueda en espacio de estados

Un problema de búsqueda definido mediante una búsqueda en espacio de estados se caracteriza por tener:

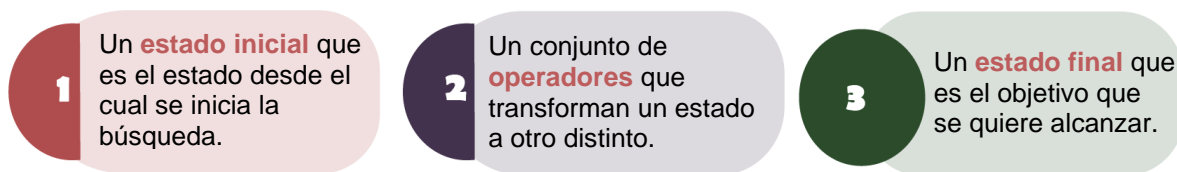


Ilustración 3. Búsqueda en espacio de estado. DiGITED

El objetivo del proceso es llevar al sistema de su estado inicial a un estado final utilizando una secuencia de operadores. Además, el problema cuenta con algunos criterios que permiten especificar la calidad de una solución aceptable. Por ejemplo, en el caso de un agente, una secuencia de acciones que lo lleven a un estado objetivo puede ser una solución aceptable o bien puede tener costos asociados con las acciones y el agente puede requerir encontrar una secuencia de acciones con un costo mínimo. De esta manera, se asegura que el agente encuentre una solución óptima.

2.2 Los sistemas de producción

Muchos sistemas en Inteligencia Artificial tienen una arquitectura que hace una clara separación entre sus componentes. Los sistemas de producción son parte de esta generalización formal y estos proveen pasos para resolver problemas a través de la descripción de una cadena de deducciones.



El formalismo de los sistemas de producción se basa en dos elementos:

- **Hechos:** son proposiciones o predicados.
- **Reglas:** que son expresiones condicionales donde el consecuente es usualmente un predicado atómico o una acción.

Haciendo la analogía con la búsqueda en un espacio de estados, los hechos son el estado en el problema y las reglas son los operadores.

Componentes de un sistema de producción

Un sistema de producción tiene tres componentes básicos:

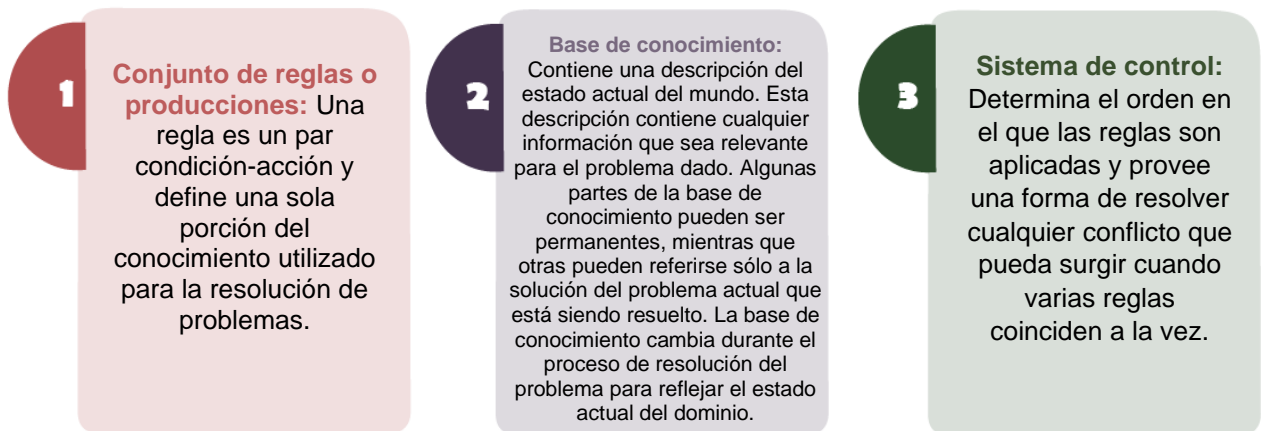


Ilustración 4. Componentes básicos. DiGITED

– Estructura de una regla de producción

Una regla de producción permite representar un elemento mínimo de conocimiento a través de un modelo formal y se presenta de la forma: Si una cierta condición es satisfecha ENTONCES se hace lo siguiente. Así mismo, la condición o premisa de la regla puede tener conectivos lógicos como AND y OR.



En la ilustración 5, se muestra la forma básica en que se presenta una regla de producción:

SI <condición> ENTONCES <acción/conclusión>

Ilustración 5. Forma básica en la que se presenta una regla de producción. Cano, Elia. 2020.

La estructura de una regla de producción consta de dos partes:

<ul style="list-style-type: none">• Antecedente: Es la parte izquierda y determina la aplicabilidad de la regla. Son las cláusulas que se deben cumplir para que la regla sea evaluada o ejecutada.	<ul style="list-style-type: none">• Consecuente: Es la parte derecha y describe la conclusión que se deduce de la premisa o la acción que debe realizarse si la regla es aplicada.
--	---

Ilustración 6. Regla de producción. DiGITED

SI <condición> ENTONCES <acción/conclusión>

ANTECEDENTE

CONSECUENTE

Ilustración 7. Estructura de una regla de producción. Cano, Elia. 2020.

– Tipos de controles de búsqueda en un sistema de producción

Las reglas de producción son comparadas con el estado del problema en la base de conocimiento. Este proceso puede hacerse a través de dos tipos de razonamiento: deductivo e inductivo.

De acuerdo con el tipo de razonamiento se pueden distinguir dos tipos de controles de búsqueda, también conocidos como tipos de encadenamiento, como se muestra en la Ilustración 8.





Ilustración 8. Tipos de controles de búsqueda según el tipo de razonamiento. Cano, Elia. 2020.

- **Encadenamiento progresivo o basado en datos**

Se da cuando el lado izquierdo de una regla coincide con la información en la base de conocimiento, la regla se ejecuta y la conclusión obtenida permite que se ejecuten otras reglas.

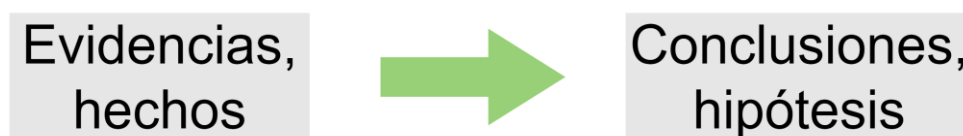


Ilustración 9. Encadenamiento progresivo. Cano, Elia. 2020

Pasos del intérprete:

1. Reconocer las reglas que pueden ser aplicadas. Estas son las que los hechos cumplen con la **condición** de la regla que se está evaluando.
2. Descartar aquellas reglas que no añaden hechos nuevos.
3. Ejecutar la **acción o conclusión** de la regla aplicable con **menor número**. Si no hay reglas que se puedan aplicar se detiene el intérprete.
4. Vacía la lista de reglas aplicables y vuelve al paso 1.



Ejemplo:

Utilizando el siguiente sistema de reglas:

REGLAS PARA IDENTIFICAR FRUTAS TROPICALES

Regla 1: **SI** Forma = alargada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = planta

Regla 2: **SI** Forma = redonda u ovalada y Diámetro > 1.6
ENTONCES TipoPlanta = planta

Regla 3: **SI** Forma = ovalada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = árbol

Regla 4: **SI** Forma = redonda y Diámetro < 1.6
ENTONCES TipoPlanta = árbol

Regla 5: **SI** numSemillas = 1
ENTONCES TipoSemilla = hueso

Regla 6: **SI** numSemillas > 1
ENTONCES TipoSemilla = múltiple

Regla 7: **SI** TipoPlanta = planta y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = sandía

Regla 8: **SI** TipoPlanta = planta y Color = amarillo y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = melón

Regla 9: **SI** TipoPlanta = planta y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = papaya

Regla 10: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = amarillo o verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = limón

Regla 11: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = naranja

Regla 12: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = amarillo pálido o
Rojo intenso y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = mango

Regla 13: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = aguacate

Regla 14: **SI** TipoPlanta = planta y Color = verde o amarillo
ENTONCES Fruta = banana

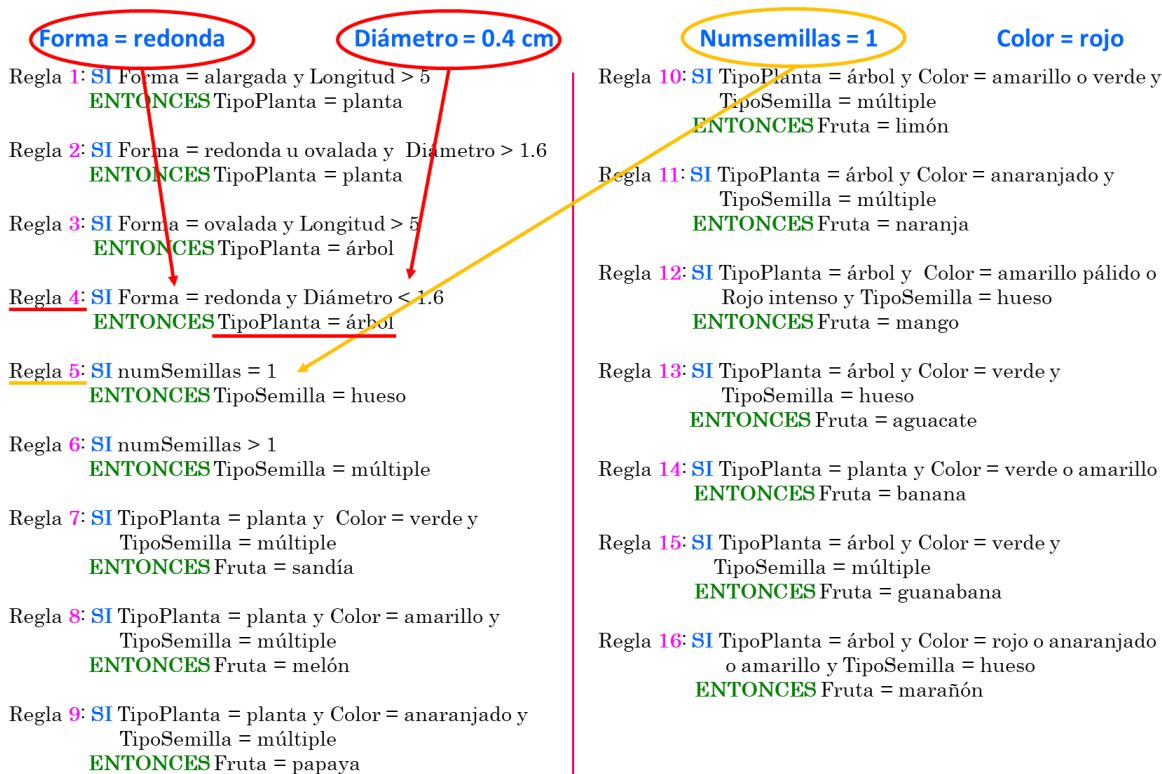
Regla 15: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = guanabana

Regla 16: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = rojo o anaranjado
o amarillo y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = marañón

Ilustración 10. Reglas para identificar frutas tropicales. Cano, Elia. 2020.

Realizar un encadenamiento progresivo para identificar la fruta tropical con los siguientes hechos iniciales:

Forma = redonda, Diámetro = 0.4 cm, Numsemillas = 1, Color = rojo

**Solución:****Paso 1****Ilustración 11.** Paso 1 de la solución progresiva del problema. Cano, Elia. 2020.*Reglas que pueden ser aplicadas: 4, 5**Regla seleccionada: 4 (menor número)**Hecho derivado: TipoPlanta = árbol*



Paso 2

Forma = redonda	Diámetro = 0.4 cm	Numsemillas = 1	Color = rojo	TipoPlanta = árbol
Regla 1: SI Forma = alargada y Longitud > 5 ENTONCES TipoPlanta = planta			Regla 10: SI TipoPlanta = árbol y Color = amarillo o verde y TipoSemilla = múltiple ENTONCES Fruta = limón	
Regla 2: SI Forma = redonda u ovalada y Diámetro > 1.6 ENTONCES TipoPlanta = planta			Regla 11: SI TipoPlanta = árbol y Color = anaranjado y TipoSemilla = múltiple ENTONCES Fruta = naranja	
Regla 3: SI Forma = ovalada y Longitud > 5 ENTONCES TipoPlanta = árbol			Regla 12: SI TipoPlanta = árbol y Color = amarillo pálido o Rojo intenso y TipoSemilla = hueso ENTONCES Fruta = mango	
Regla 4: SI Forma = redonda y Diámetro < 1.6 ENTONCES TipoPlanta = árbol			Regla 13: SI TipoPlanta = árbol y Color = verde y TipoSemilla = hueso ENTONCES Fruta = aguacate	
Regla 5: SI numSemillas = 1 ENTONCES TipoSemilla = hueso			Regla 14: SI TipoPlanta = planta y Color = verde o amarillo ENTONCES Fruta = banana	
Regla 6: SI numSemillas > 1 ENTONCES TipoSemilla = múltiple			Regla 15: SI TipoPlanta = árbol y Color = verde y TipoSemilla = múltiple ENTONCES Fruta = guanabana	
Regla 7: SI TipoPlanta = planta y Color = verde y TipoSemilla = múltiple ENTONCES Fruta = sandía			Regla 16: SI TipoPlanta = árbol y Color = rojo o anaranjado o amarillo y TipoSemilla = hueso ENTONCES Fruta = marañón	
Regla 8: SI TipoPlanta = planta y Color = amarillo y TipoSemilla = múltiple ENTONCES Fruta = melón				
Regla 9: SI TipoPlanta = planta y Color = anaranjado y TipoSemilla = múltiple ENTONCES Fruta = papaya				

Ilustración 12. Paso 2 de la solución progresiva del problema. Cano, Elia. 2020.

Reglas que pueden ser aplicadas: 5

Regla seleccionada: 5

Hecho derivado: TipoSemilla = hueso



Paso 3

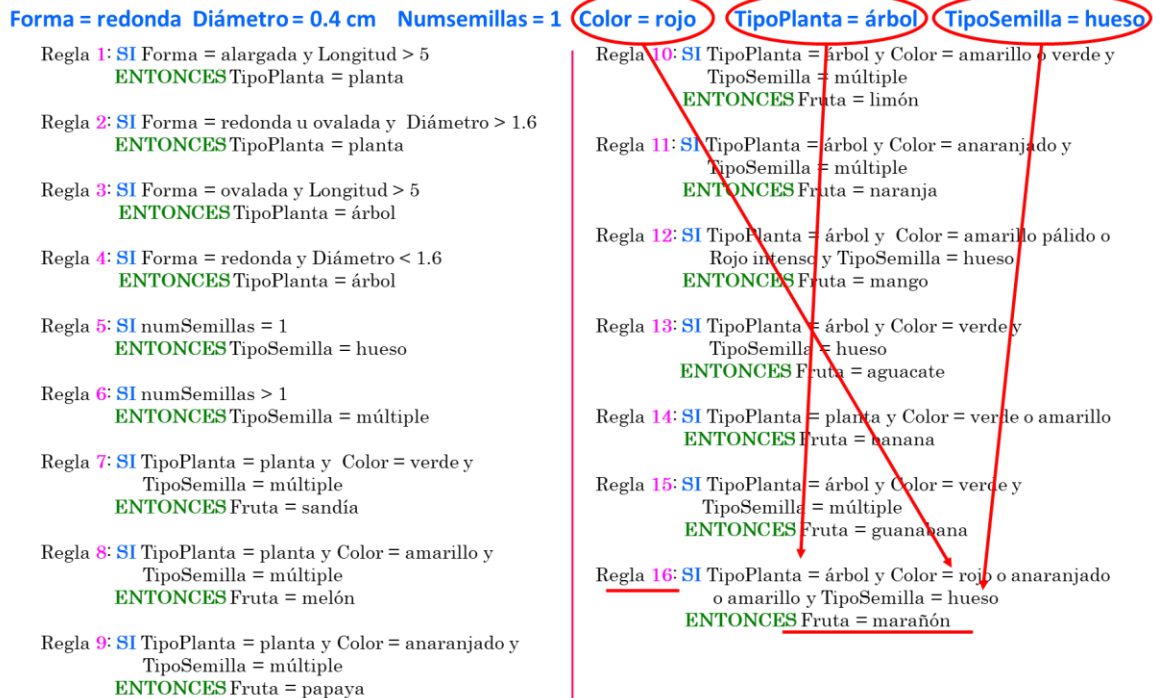


Ilustración 13. Paso 3 de la solución progresiva del problema. Cano, Elia. 2020.

Reglas que pueden ser aplicadas: 16

Regla seleccionada: 16

Hecho derivado: **Fruta = marañón**



- **Encadenamiento regresivo o basado en objetivos**

Se intenta hacer coincidir el lado derecho de la regla (**acción o conclusión**) con la información en la base de conocimiento para establecer una conclusión. Si no se encuentra una afirmación que permite establecer la conclusión, dicha afirmación se puede establecer como un objetivo intermedio (**objetivo derivado**) y se busca una regla que lleve a esta conclusión, y así sucesivamente.



Ilustración 14. Encadenamiento regresivo. Cano, Elia. 2020.

2.3 Características del problema

Los sistemas de producción proveen las técnicas ideales para la representación de heurísticas, que son específicas del dominio, a través de reglas de la forma SI-ENTONCES. Algunas heurísticas son usadas para definir la estructura de control que guía el proceso de búsqueda, pero también pueden ser usadas para codificar las reglas que representan el conocimiento del dominio.

Pasos del intérprete:

1. Se comienza por un objetivo (conclusión que se desea probar) y se decide si los hechos (**condición o condiciones de la regla**) conducen al objetivo.
2. Se forma una pila con el objetivo inicial.
3. Se reúnen todas las reglas que satisfacen el primer objetivo en la pila.
4. Para cada una de estas reglas, examinar sus **condiciones**:
 - a) Si las **condiciones** son satisfechas entonces se ejecuta dicha regla y se derivan sus conclusiones (**Hecho derivado**). Se elimina el objetivo de la pila y se regresa al paso 3.



- b) Si una de las **condiciones** no se cumple, se buscan las reglas que pueden derivar dicha **condición**. Si se encuentra alguna regla, entonces se considera la **condición** como un nuevo objetivo (**objetivo derivado**), se coloca al principio de la pila, y se va al paso 3.
5. Si todas las reglas que pueden satisfacer el objetivo actual se han intentado y han fallado, entonces el objetivo en curso permanece indeterminado. Saca éste de la pila y vuelve al paso 3. Si la pila de objetivos está vacía, el intérprete se detiene.

Ejemplo:

Utilizando el siguiente sistema de reglas:

REGLAS PARA IDENTIFICAR FRUTAS TROPICALES

- | | |
|---|---|
| Regla 1: SI Forma = alargada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = planta | Regla 10: SI TipoPlanta = árbol y Color = amarillo o verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = limón |
| Regla 2: SI Forma = redonda u ovalada y Diámetro > 1.6
ENTONCES TipoPlanta = planta | Regla 11: SI TipoPlanta = árbol y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = naranja |
| Regla 3: SI Forma = ovalada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = árbol | Regla 12: SI TipoPlanta = árbol y Color = amarillo pálido o
Rojo intenso y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = mango |
| Regla 4: SI Forma = redonda y Diámetro < 1.6
ENTONCES TipoPlanta = árbol | Regla 13: SI TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = aguacate |
| Regla 5: SI numSemillas = 1
ENTONCES TipoSemilla = hueso | Regla 14: SI TipoPlanta = planta y Color = verde o amarillo
ENTONCES Fruta = banana |
| Regla 6: SI numSemillas > 1
ENTONCES TipoSemilla = múltiple | Regla 15: SI TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = guanabana |
| Regla 7: SI TipoPlanta = planta y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = sandía | Regla 16: SI TipoPlanta = árbol y Color = rojo o anaranjado
o amarillo y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = marañón |
| Regla 8: SI TipoPlanta = planta y Color = amarillo y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = melón | |
| Regla 9: SI TipoPlanta = planta y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = papaya | |

Ilustración 15. Reglas para identificar frutas tropicales. Cano, Elia. 2020.



Realizar un encadenamiento regresivo para identificar la fruta tropical con los siguientes hechos iniciales:

Forma = redonda, Diámetro = 0.4 cm, Numsemillas = 1, Color = rojo

Solución:

Paso 1

OBJETIVOS: Fruta

HECHOS: Forma = redonda Diámetro = 0.4 cm Numsemillas = 1 Color = rojo

- | | |
|---|--|
| <p>Regla 1: SI Forma = alargada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = planta</p> <p>Regla 2: SI Forma = redonda u ovalada y Diámetro > 1.6
ENTONCES TipoPlanta = planta</p> <p>Regla 3: SI Forma = ovalada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = árbol</p> <p>Regla 4: SI Forma = redonda y Diámetro < 1.6
ENTONCES TipoPlanta = árbol</p> <p>Regla 5: SI numSemillas = 1
ENTONCES TipoSemilla = hueso</p> <p>Regla 6: SI numSemillas > 1
ENTONCES TipoSemilla = múltiple</p> <p>Regla 7: SI TipoPlanta = planta y Color = verde y TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = sandía</p> <p>Regla 8: SI TipoPlanta = planta y Color = amarillo y TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = melón</p> <p>Regla 9: SI TipoPlanta = planta y Color = anaranjado y TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = papaya</p> | <p>Regla 10: SI TipoPlanta = árbol y Color = amarillo o verde y TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = limón</p> <p>Regla 11: SI TipoPlanta = árbol y Color = anaranjado y TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = naranja</p> <p>Regla 12: SI TipoPlanta = árbol y Color = amarillo pálido o Rojo intenso y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = mango</p> <p>Regla 13: SI TipoPlanta = árbol y Color = verde y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = aguacate</p> <p>Regla 14: SI TipoPlanta = planta y Color = verde o amarillo
ENTONCES Fruta = banana</p> <p>Regla 15: SI TipoPlanta = árbol y Color = verde y TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = guanabana</p> <p>Regla 16: SI TipoPlanta = árbol y Color = rojo o anaranjado o amarillo y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = marañón</p> |
|---|--|

Ilustración 16. Paso 1 de la solución regresiva del problema. Cano, Elia. 2020.

Objetivo: **Fruta**

Reglas que pueden ser aplicadas: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

Regla seleccionada: -----

Objetivo derivado: **TipoPlanta** (información necesaria para poder ejecutar la regla)

Hecho derivado: ----





Paso 2

OBJETIVOS: **TipoPlanta** **Fruta**

HECHOS: **Forma = redonda** **Diámetro = 0.4 cm** **Numsemillas = 1** **Color = rojo**

Regla 1: **SI** Forma = alargada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = planta

Regla 2: **SI** Forma = redonda u ovalada y Diámetro > 1.6
ENTONCES TipoPlanta = planta

Regla 3: **SI** Forma = ovalada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = árbol

Regla 4: **SI** Forma = redonda y Diámetro < 1.6
ENTONCES TipoPlanta = árbol

Regla 5: **SI** numSemillas = 1
ENTONCES TipoSemilla = hueso

Regla 6: **SI** numSemillas > 1
ENTONCES TipoSemilla = múltiple

Regla 7: **SI** TipoPlanta = planta y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = sandía

Regla 8: **SI** TipoPlanta = planta y Color = amarillo y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = melón

Regla 9: **SI** TipoPlanta = planta y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = papaya

Regla 10: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = amarillo o verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = limón

Regla 11: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = naranja

Regla 12: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = amarillo pálido o
Rojo intenso y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = mango

Regla 13: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = aguacate

Regla 14: **SI** TipoPlanta = planta y Color = verde o amarillo
ENTONCES Fruta = banana

Regla 15: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = guanabana

Regla 16: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = rojo o anaranjado
o amarillo y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = marañón

Ilustración 17. Paso 2 de la solución regresiva del problema. Cano, Elia. 2020.

Objetivo: **TipoPlanta** **Fruta**

Reglas que pueden ser aplicadas: 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

Regla seleccionada: 4

Objetivo derivado: -----

Hecho derivado: **TipoPlanta = árbol**



Paso 3

OBJETIVOS: Fruta

HECHOS: Forma = redonda Diámetro = 0.4 cm Numsemillas = 1 Color = rojo TipoPlanta = árbol

Regla 1: **SI** Forma = alargada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = planta

Regla 2: **SI** Forma = redonda u ovalada y Diámetro > 1.6
ENTONCES TipoPlanta = planta

Regla 3: **SI** Forma = ovalada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = árbol

Regla 4: **SI** Forma = redonda y Diámetro < 1.6
ENTONCES TipoPlanta = árbol

Regla 5: **SI** numSemillas = 1
ENTONCES TipoSemilla = hueso

Regla 6: **SI** numSemillas > 1
ENTONCES TipoSemilla = múltiple

Regla 7: **SI** TipoPlanta = planta y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = sandía

Regla 8: **SI** TipoPlanta = planta y Color = amarillo y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = melón

Regla 9: **SI** TipoPlanta = planta y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = papaya

Regla 10: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = amarillo o verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = limón

Regla 11: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = naranja

Regla 12: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = amarillo pálido o
Rojo intenso y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = mango

Regla 13: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = aguacate

Regla 14: **SI** TipoPlanta = planta y Color = verde o amarillo
ENTONCES Fruta = banana

Regla 15: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = guanabana

Regla 16: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = rojo o anaranjado
o amarillo y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = marañón

Ilustración18. Paso 3 de la solución regresiva del problema. Cano, Elia. 2020.

Objetivo: **Fruta**

Reglas que pueden ser aplicadas: 16

Regla seleccionada: -----

Objetivo derivado: **TipoSemilla** (información necesaria para poder ejecutar la regla)

Hecho derivado: -----



Paso 4

OBJETIVOS: TipoSemilla Fruta

HECHOS: Forma = redonda Diámetro = 0.4 cm Numsemillas = 1 Color = rojo

- | | |
|---|---|
| Regla 1: SI Forma = alargada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = planta | Regla 10: SI TipoPlanta = árbol y Color = amarillo o verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = limón |
| Regla 2: SI Forma = redonda u ovalada y Diámetro > 1.6
ENTONCES TipoPlanta = planta | Regla 11: SI TipoPlanta = árbol y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = naranja |
| Regla 3: SI Forma = ovalada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = árbol | Regla 12: SI TipoPlanta = árbol y Color = amarillo pálido o
Rojo intenso y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = mango |
| Regla 4: SI Forma = redonda y Diámetro < 1.6
ENTONCES TipoPlanta = árbol | Regla 13: SI TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = aguacate |
| Regla 5: SI numSemillas = 1
ENTONCES TipoSemilla = hueso | Regla 14: SI TipoPlanta = planta y Color = verde o amarillo
ENTONCES Fruta = banana |
| Regla 6: SI numSemillas > 1
ENTONCES TipoSemilla = múltiple | Regla 15: SI TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = guanabana |
| Regla 7: SI TipoPlanta = planta y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = sandía | Regla 16: SI TipoPlanta = árbol y Color = rojo o anaranjado
o amarillo y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = marañón |
| Regla 8: SI TipoPlanta = planta y Color = amarillo y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = melón | |
| Regla 9: SI TipoPlanta = planta y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = papaya | |

Ilustración 19. Paso 4 de la solución regresiva del problema. Cano, Elia. 2020.

Objetivo: TipoSemilla Fruta

Reglas que pueden ser aplicadas: 5, 16

Regla seleccionada: 5

Objetivo derivado: -----

Hecho derivado: TipoSemilla = hueso



Paso 5

OBJETIVOS: Fruta

HECHOS: Forma = redonda Diámetro = 0.4 cm Numsemillas = 1 **Color = rojo** TipoPlanta = árbol TipoSemilla = hueso

Regla 1: **SI** Forma = alargada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = planta

Regla 2: **SI** Forma = redonda u ovalada y Diámetro > 1.6
ENTONCES TipoPlanta = planta

Regla 3: **SI** Forma = ovalada y Longitud > 5
ENTONCES TipoPlanta = árbol

Regla 4: **SI** Forma = redonda y Diámetro < 1.6
ENTONCES TipoPlanta = árbol

Regla 5: **SI** numSemillas = 1
ENTONCES TipoSemilla = hueso

Regla 6: **SI** numSemillas > 1
ENTONCES TipoSemilla = múltiple

Regla 7: **SI** TipoPlanta = planta y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = sandía

Regla 8: **SI** TipoPlanta = planta y Color = amarillo y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = melón

Regla 9: **SI** TipoPlanta = planta y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = papaya

Regla 10: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = amarillo o verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = limón

Regla 11: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = anaranjado y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = naranja

Regla 12: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = amarillo pálido o
Rojo intenso y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = mango

Regla 13: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = aguacate

Regla 14: **SI** TipoPlanta = planta y Color = verde o amarillo
ENTONCES Fruta = banana

Regla 15: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = verde y
TipoSemilla = múltiple
ENTONCES Fruta = guanabana

Regla 16: **SI** TipoPlanta = árbol y Color = rojo o anaranjado
o amarillo y TipoSemilla = hueso
ENTONCES Fruta = marañón

Ilustración 20. Paso 5 de la solución regresiva del problema. Cano, Elia. 2020.

Objetivo: Fruta

Reglas que pueden ser aplicadas: 16

Regla seleccionada: 16

Objetivo derivado: -----

Hecho derivado: Fruta = marañón



2.4 Características de los sistemas de producción

Los sistemas de producción proveen una forma útil de describir las operaciones que pueden realizarse en la búsqueda de una solución a un problema. Para describir un sistema de producción de acuerdo con sus características, conviene definir los tipos de sistemas de producción:

- **Monótono:** La aplicación de una regla no impide la aplicación posterior de otra regla que pudo aplicarse en el momento en el que se seleccionó la primera regla.
- **No monótono:** La aplicación de una regla impide la aplicación posterior de otra regla que pudo aplicarse en el momento en el que se seleccionó la primera regla.
- **Parcialmente conmutativo:** Si la aplicación de una secuencia particular de reglas transforma un estado P en un estado Q, entonces cualquier combinación de esas reglas que esté permitida también transforma otro estado P en un estado Q.
- **Conmutativo:** Es un sistema de producción que es tanto monótono como parcialmente conmutativo.

En el sentido formal, no hay relación entre tipos de problemas y tipos de sistemas de producción. Dado que todos los problemas pueden resolverse mediante todo tipo de sistemas. Pero en el sentido práctico, definitivamente existe una relación entre los tipos de problemas y los tipos de sistemas que se prestan para describir esos problemas.

Los sistemas de producción proporcionan un modelo para codificar la experiencia en forma de reglas y diseñar algoritmos de búsqueda basados en patrones, las cuales son tareas fundamentales para el diseño de un sistema experto basado en reglas.