

Planificación en Inteligencia Artificial

Seguimos con Razonamiento en ambientes deterministas. En este caso, el ambiente es:

- Determinista
- Completamente observable
- Finito
- Estático
- Discreto

Se puede definir el proceso de resolución de un problema como una búsqueda en un espacio de estados donde:

- Cada estado se corresponde con una situación posible.
- La búsqueda comienza en una situación inicial.
- Se lleva a cabo una secuencia de operaciones permitidas hasta alcanzar una situación objetivo.

El método A* resuelve problemas del tipo mencionado

- Cada estado se corresponde con una situación posible. ✓
- La búsqueda comienza en una situación inicial. ✓
- Se lleva a cabo una secuencia de operaciones permitidas hasta alcanzar una situación objetivo. ✓

El método A* resuelve problemas del tipo mencionado

- Cada estado se corresponde con una situación posible. ✓
- La búsqueda comienza en una situación inicial. ✓
- Se lleva a cabo una secuencia de operaciones permitidas hasta alcanzar una situación objetivo. ✓

pero...

- La manipulación de la descripción completa de un estado es posible solo para problemas sencillos.
- En problemas complejos es preferible trabajar por separado con partes pequeñas del problema y combinar las soluciones parciales al final.

Existen dos formas importantes de descomponer

- Recalculo parcial de estados
- División del problema en subproblemas

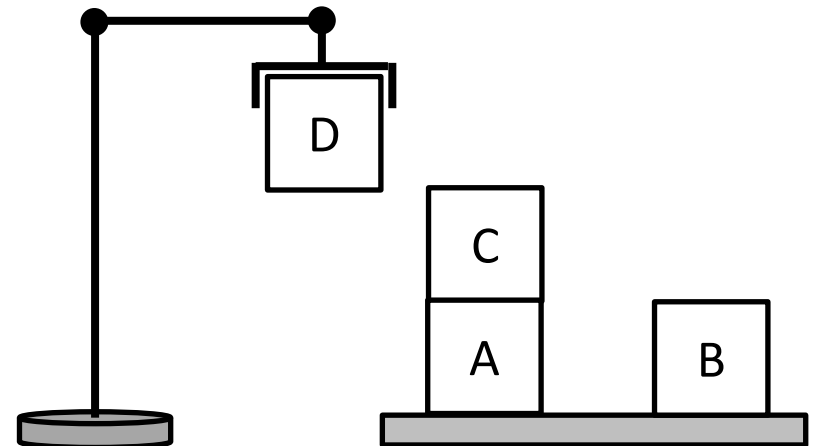
Representación de estados y reglas

- En planificación lógica los estados y reglas (operadores) se representan mediante predicados

$\text{Pred_A}(x,y,z)$

Mundo de los bloques

- Es una clase de problemas muy frecuentemente utilizada para evaluar y desarrollar métodos de planificación.
- Está formado por:
 - Una superficie o mesa
 - Un conjunto de bloques apilables
 - Un brazo robot que mueve los bloques



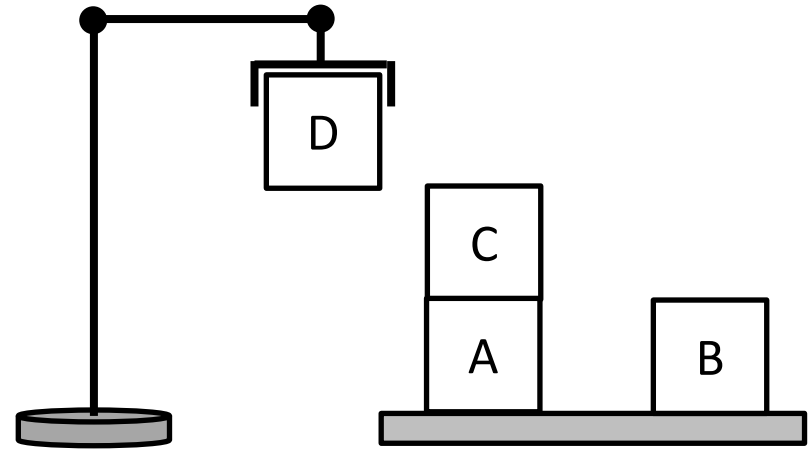
Mundo de los bloques

- Ejemplo de predicados:
 - sobre(x,y)
 - sobrelamesa(x)
 - despejado(x)
 - agarrado(x)
 - brazolibre()

Mundo de los bloques

- Ejemplo de predicados:

- $\text{sobre}(x,y)$
- $\text{sobrelamesa}(x)$
- $\text{despejado}(x)$
- $\text{agarrado}(x)$
- $\text{brazolibre}()$



- Ejemplo de definición de estados:

- $\text{sobrelamesa}(A) \wedge \text{sobre}(C, A) \wedge \text{sobrelamesa}(B) \wedge \text{agarrado}(D)$

Mundo de los bloques

- Operadores del estilo STRIPS (Stanford Research Institute Problem Solver):
 - APILAR(x,y)
 - P: despejado(y) \wedge agarrado(x)
 - B: despejado(y) \wedge agarrado(x)
 - A: brazo libre \wedge sobre(x,y)
 - DESAPILAR(x,y)
 - P: sobre(x,y) \wedge despejado(x) \wedge brazo libre()
 - B: sobre(x,y) \wedge brazo libre()
 - A: agarrado(x) \wedge despejado(y)
 - TOMAR(x)
 - P: despejado(x) \wedge sobrelamesa(x) \wedge brazo libre()
 - B: sobrelamesa(x) \wedge brazo libre()
 - A: agarrado(x)
 - BAJAR(x)
 - P: agarrado(x)
 - B: agarrado(x)
 - A: sobrelamesa(x) \wedge brazo libre()

Operadores

- La condición de aplicación está en la lista P. Se puede aplicar si los predicados de la lista P existen en el estado actual.
- La aplicación modifica el estado actual:
 - Se borran los predicados de la lista B
 - Se añaden los predicados de la lista A

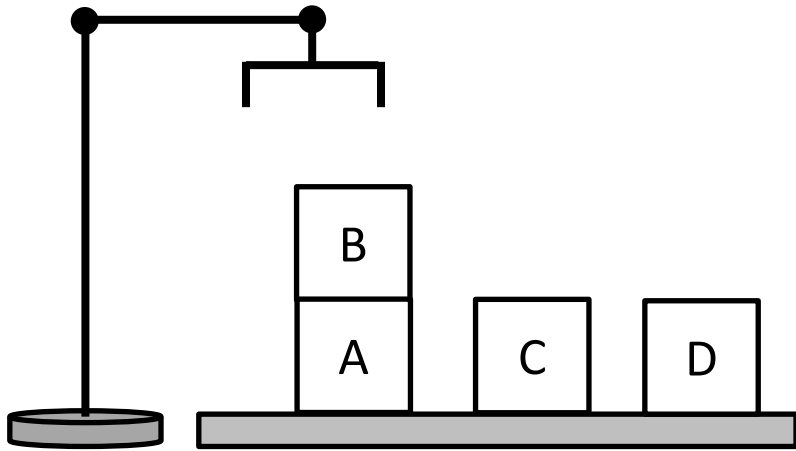
Planificación mediante la aplicación de reglas

- Pasos:
 - Elegir el mejor operador aplicable (según función heurística)
 - Aplicar operador
 - Detectar si se ha llegado a una solución
 - Repetir

Planificación por pila de objetivos

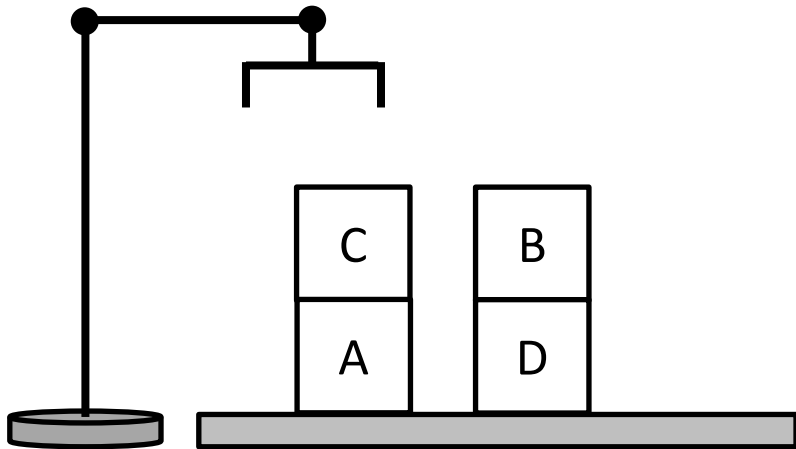
- Se utiliza una estructura de pila donde se insertan predicados y operadores.
- Cada vez que se inserta un predicado compuesto, se deben apilar además los predicados atómicos.
- Los pasos son:
 - Inicializar la pila con el estado objetivo
 - Repetir hasta que la pila esté vacía:
 - Sacar el primer elemento.
 - Si es un operador, aplicarlo.
 - Si es un predicado verdadero, eliminarlo.
 - Si es un predicado atómico falso, apilar un operador que haga que se cumpla (ver lista A) y apilar su lista P.
 - Si es un operador compuesto falso, volver a insertarlo)

Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Estado inicial

sobre (B, A) \wedge sobrelamesa(A) \wedge
sobrelamesa(C) \wedge sobrelamesa(D) \wedge
brazolibre() \wedge despejado(B) \wedge
despejado(C) \wedge despejado(D)



Estado objetivo

sobre (C, A) \wedge sobre(B, D) \wedge
sobrelamesa(A) \wedge sobrelamesa(D) \wedge
Brazolibre() \wedge despejado(B) \wedge
despejado(C)

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobre(C, A) ^ sobre(B, D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobrelamesa(D) ^ brazolibre() ^ despejado(B) ^ despejado(C)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(C)
despejado(B)
brazolibre()
sobrelamesa(D)
sobrelamesa(A)
sobre(C, A)
sobre(B, D)
despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(C)

despejado(B)

brazolibre()

sobrelamesa(D)

sobrelamesa(A)

sobre(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(C)

despejado(B)

brazolibre()

sobrelamesa(D)

sobrelamesa(A)

sobre(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(C)

despejado(B)

brazolibre()

sobrelamesa(D)

sobrelamesa(A)

sobre(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(B)
brazolibre()
sobrelamesa(D)
sobrelamesa(A)
sobre(C, A)
sobre(B, D)
despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(B)

brazolibre()
sobrelamesa(D)
sobrelamesa(A)
sobre(C, A)
sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

brazolibre()
sobrelamesa(D)
sobrelamesa(A)
sobre(C, A)
sobre(B, D)
despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

brazolibre()

sobrelamesa(D)
sobrelamesa(A)
sobre(C, A)
sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ **brazolibre()** ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobrelamesa(D)
sobrelamesa(A)
sobre(C, A)
sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobrelamesa(D)

sobrelamesa(A)

sobre(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobrelamesa(A)

sobre(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobrelamesa(A)

sobre(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobre(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobre(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

APILAR(x,y)

P: despejado(y) \wedge agarrado(x)

B: despejado(y) \wedge agarrado(x)

A: brazo libre \wedge **sobre(x,y)**

DESAPILAR(x,y)

P: sobre(x,y) \wedge despejado(x) \wedge brazo libre

B: sobre(x,y) \wedge brazo libre()

A: agarrado(x) \wedge despejado(y)

TOMAR(x)

P: despejado(x) \wedge sobrelamesa(x) \wedge brazo libre

B: sobrelamesa(x) \wedge brazo libre

A: agarrado(x)

BAJAR(x)

P: agarrado(x)

B: agarrado(x)

A: sobrelamesa(x) \wedge brazo libre

Estado actual

sobre(B, A) \wedge

sobrelamesa(A) \wedge

sobrelamesa(C) \wedge

sobrelamesa(D) \wedge

brazo libre() \wedge

despejado(B) \wedge

despejado(C) \wedge

despejado(D)

sobre(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) \wedge despejado(B) \wedge brazo libre() \wedge sobrelamesa(D) \wedge sobrelamesa(A) \wedge sobre(C, A) \wedge sobre(B, D)

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

APILAR(x,y)

P: **despejado(y) ^ agarrado(x)**

B: despejado(y) ^ agarrado(x)

A: brazo libre ^ sobre(x,y)

DESAPILAR(x,y)

P: sobre(x,y) ^ despejado(x) ^ brazo libre()

B: sobre(x,y) ^ brazo libre()

A: agarrado(x) ^ despejado(y)

TOMAR(x)

P: despejado(x) ^ sobrelamesa(x) ^ brazo libre

B: sobrelamesa(x) ^ brazo libre

A: agarrado(x)

BAJAR(x)

P: agarrado(x)

B: agarrado(x)

A: sobrelamesa(x) ^ brazo libre

Estado actual

sobre(B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazo libre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazo libre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

APILAR(x,y)

P: despejado(y) ^ agarrado(x)

B: despejado(y) ^ agarrado(x)

A: brazo libre ^ sobre(x,y)

DESAPILAR(x,y)

P: sobre(x,y) ^ despejado(x) ^ brazo libre

B: sobre(x,y) ^ brazo libre()

A: agarrado(x) ^ **despejado(y)**

TOMAR(x)

P: despejado(x) ^ sobrelamesa(x) ^ brazo libre

B: sobrelamesa(x) ^ brazo libre

A: agarrado(x)

BAJAR(x)

P: agarrado(x)

B: agarrado(x)

A: sobrelamesa(x) ^ brazo libre

Estado actual

sobre(B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazo libre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(A)

agarrado(C)

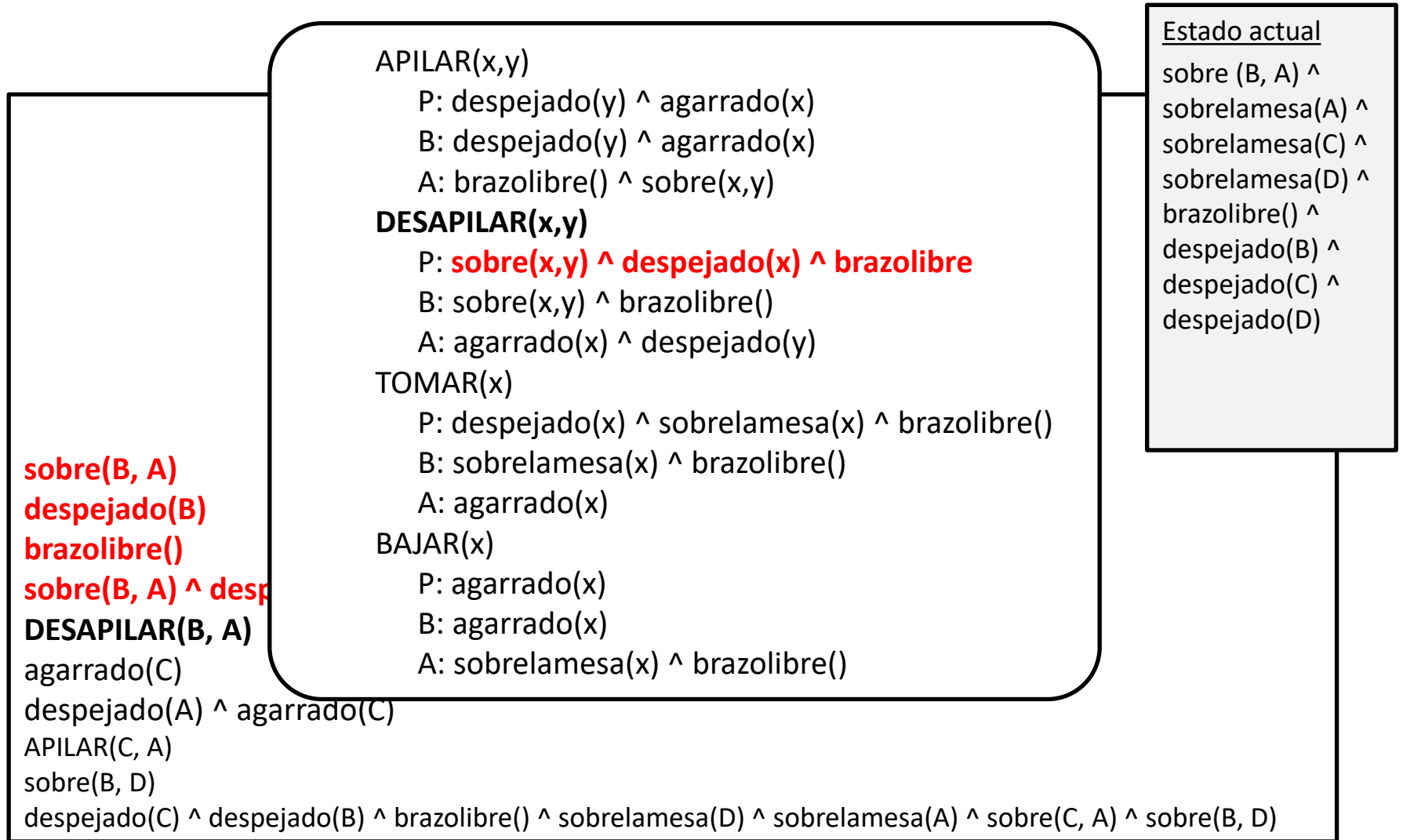
despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazo libre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobre(B, A)
despejado(B)
brazolibre()
sobre(B, A) ^ despejado(B) ^ brazolibre()
DESAPILAR(B, A)
agarrado(C)
despejado(A) ^ agarrado(C)
APILAR(C, A)
sobre(B, D)
despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobre(B, A)

despejado(B)

brazolibre

sobre(B, A) ^ despejado(B) ^ brazolibre

DESAPILAR(B, A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(B)
brazolibre()
sobre(B, A) ^ despejado(B) ^ brazolibre()
DESAPILAR(B, A)
agarrado(C)
despejado(A) ^ agarrado(C)
APILAR(C, A)
sobre(B, D)
despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

despejado(B)

brazolibre()

sobre(B, A) ^ despejado(B) ^ brazolibre()

DESAPILAR(B, A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

brazolibre()
sobre(B, A) ^ despejado(B) ^ brazolibre()
DESAPILAR(B, A)
agarrado(C)
despejado(A) ^ agarrado(C)
APILAR(C, A)
sobre(B, D)
despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

brazolibre()

sobre(B, A) ^ despejado(B) ^ brazolibre()

DESAPILAR(B, A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobre(B, A) ^ despejado(B) ^ brazolibre()

DESAPILAR(B, A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre(B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

sobre(B, A) ^ despejado(B) ^ brazolibre()

DESAPILAR(B, A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

Estado actual

sobre (B, A) ^
sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
brazolibre() ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D)

DESAPILAR(B, A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

APILAR(x,y)

P: despejado(y) ^ agarrado(x)

B: despejado(y) ^ agarrado(x)

A: brazo libre() ^ sobre(x,y)

DESAPILAR(x,y)

P: sobre(x,y) ^ despejado(x) ^ brazo libre()

B: sobre(x,y) ^ brazo libre()

A: agarrado(x) ^ despejado(y)

TOMAR(x)

P: despejado(x) ^ sobrelamesa(x) ^ brazo libre()

B: sobrelamesa(x) ^ brazo libre()

A: agarrado(x)

BAJAR(x)

P: agarrado(x)

B: agarrado(x)

A: sobrelamesa(x) ^ brazo libre()

Estado actual

sobre (B, A) ^

sobrelamesa(A) ^

sobrelamesa(C) ^

sobrelamesa(D) ^

brazo libre() ^

despejado(B) ^

despejado(C) ^

despejado(D)

DESAPILAR(B, A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazo libre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

APILAR(x,y)

P: despejado(y) ^ agarrado(x)

B: despejado(y) ^ agarrado(x)

A: brazo libre() ^ sobre(x,y)

DESAPILAR(x,y)

P: sobre(x,y) ^ despejado(x) ^ brazo libre()

B: **sobre(x,y) ^ brazo libre()**

A: agarrado(x) ^ despejado(y)

TOMAR(x)

P: despejado(x) ^ sobrelamesa(x) ^ brazo libre()

B: sobrelamesa(x) ^ brazo libre()

A: agarrado(x)

BAJAR(x)

P: agarrado(x)

B: agarrado(x)

A: sobrelamesa(x) ^ brazo libre()

Estado actual

sobre(B,A) ^

sobrelamesa(A) ^

sobrelamesa(C) ^

sobrelamesa(D) ^

brazo libre() ^

despejado(B) ^

despejado(C) ^

despejado(D)

DESAPILAR(B,A)

agarrado(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C,A)

sobre(B,D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazo libre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C,A) ^ sobre(B,D)

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

APILAR(x,y)

P: despejado(y) ^ agarrado(x)

B: despejado(y) ^ agarrado(x)

A: brazolibre() ^ sobre(x,y)

DESAPILAR(x,y)

P: sobre(x,y) ^ despejado(x) ^ brazolibre()

B: sobre(x,y) ^ despejado(x)

A: **agarrado(x)** ^ **despejado(y)**

TOMAR(x)

P: despejado(x) ^ sobrelamesa(x) ^ brazolibre()

B: sobrelamesa(x) ^ brazolibre()

A: agarrado(x)

BAJAR(x)

P: agarrado(x)

B: agarrado(x)

A: sobrelamesa(x) ^ brazolibre()

Estado actual

sobrelamesa(A) ^

sobrelamesa(C) ^

sobrelamesa(D) ^

despejado(B) ^

despejado(C) ^

despejado(D) ^

agarrado(B) ^

despejado(A)

DESAPILAR(B, A)

agarrado(C)

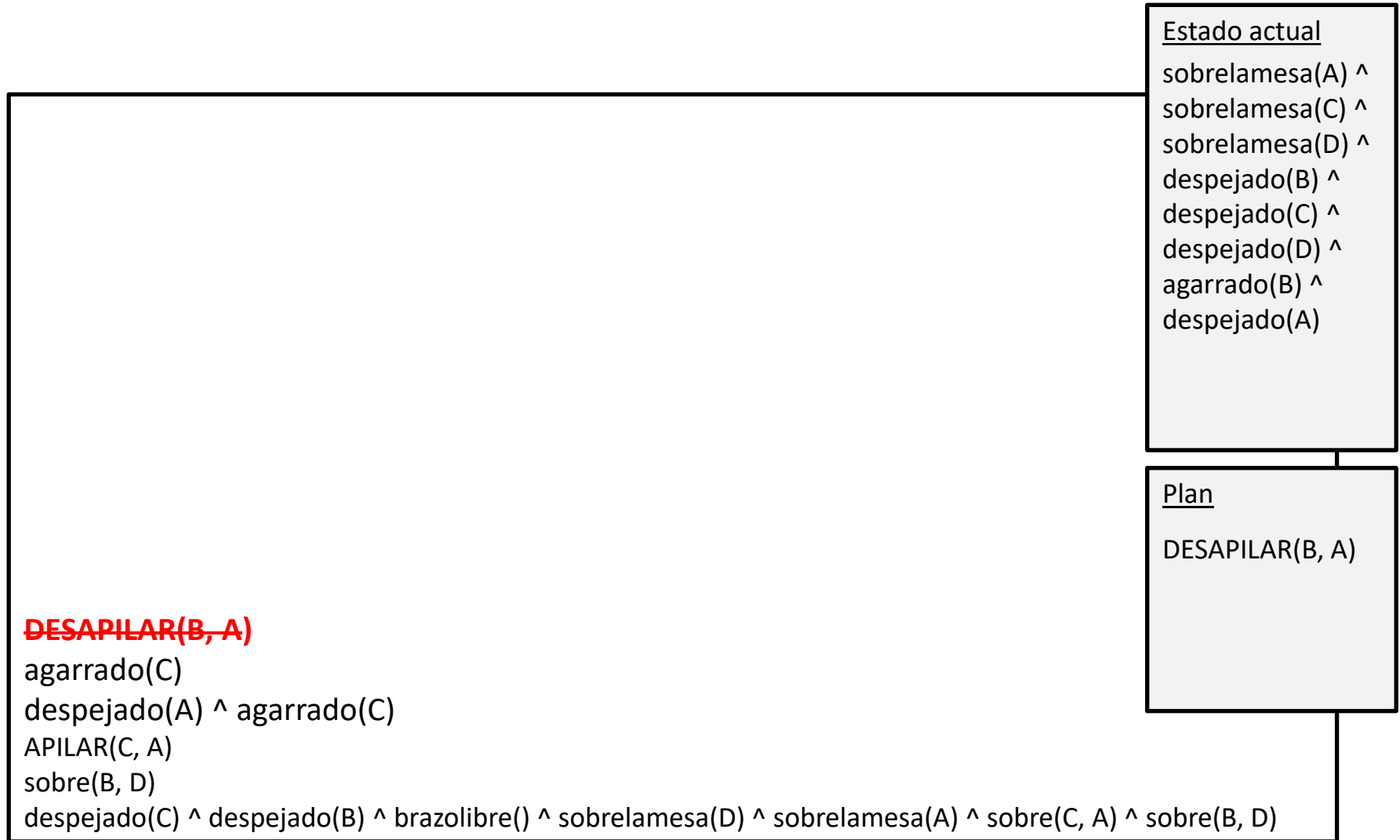
despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

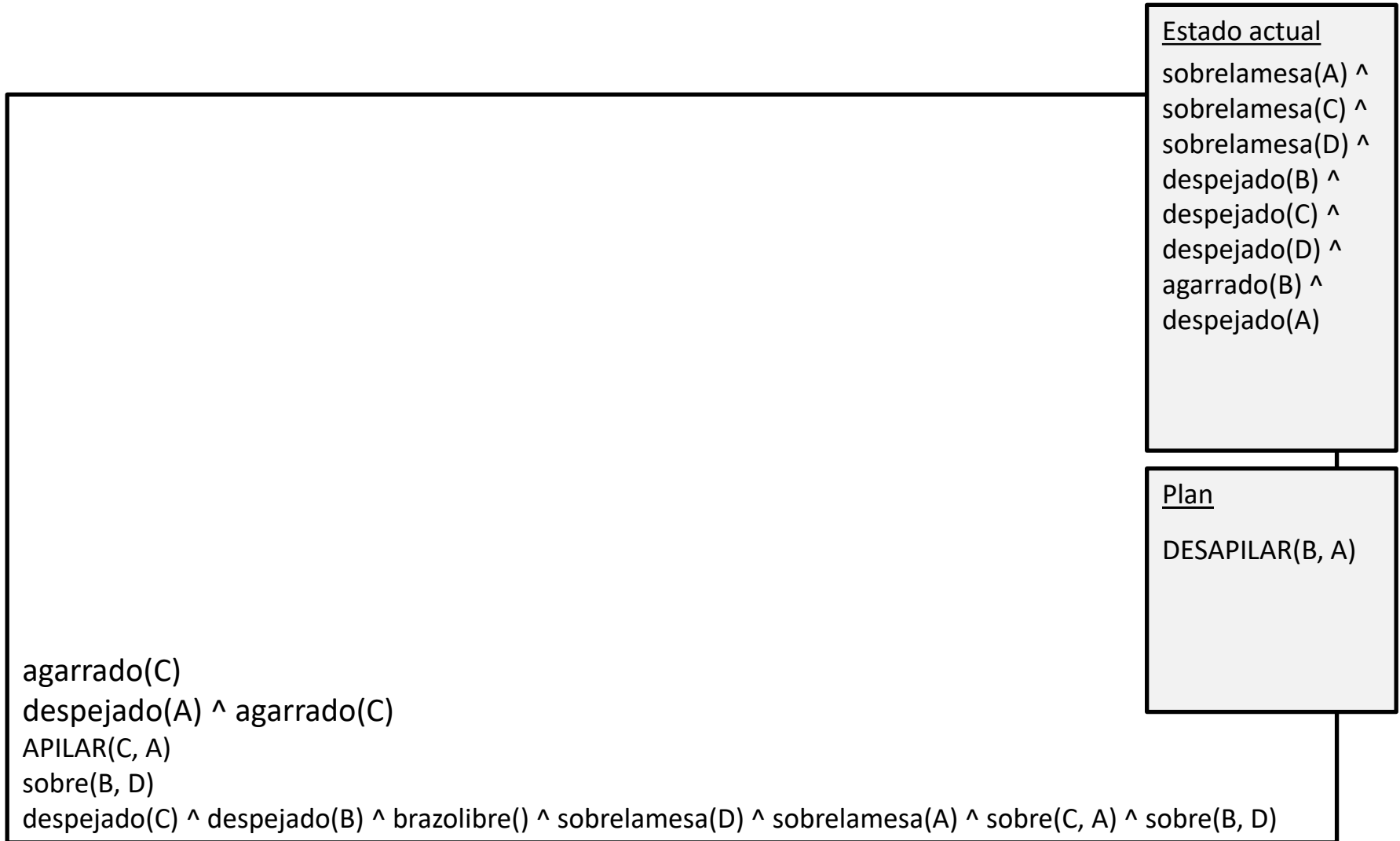
sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

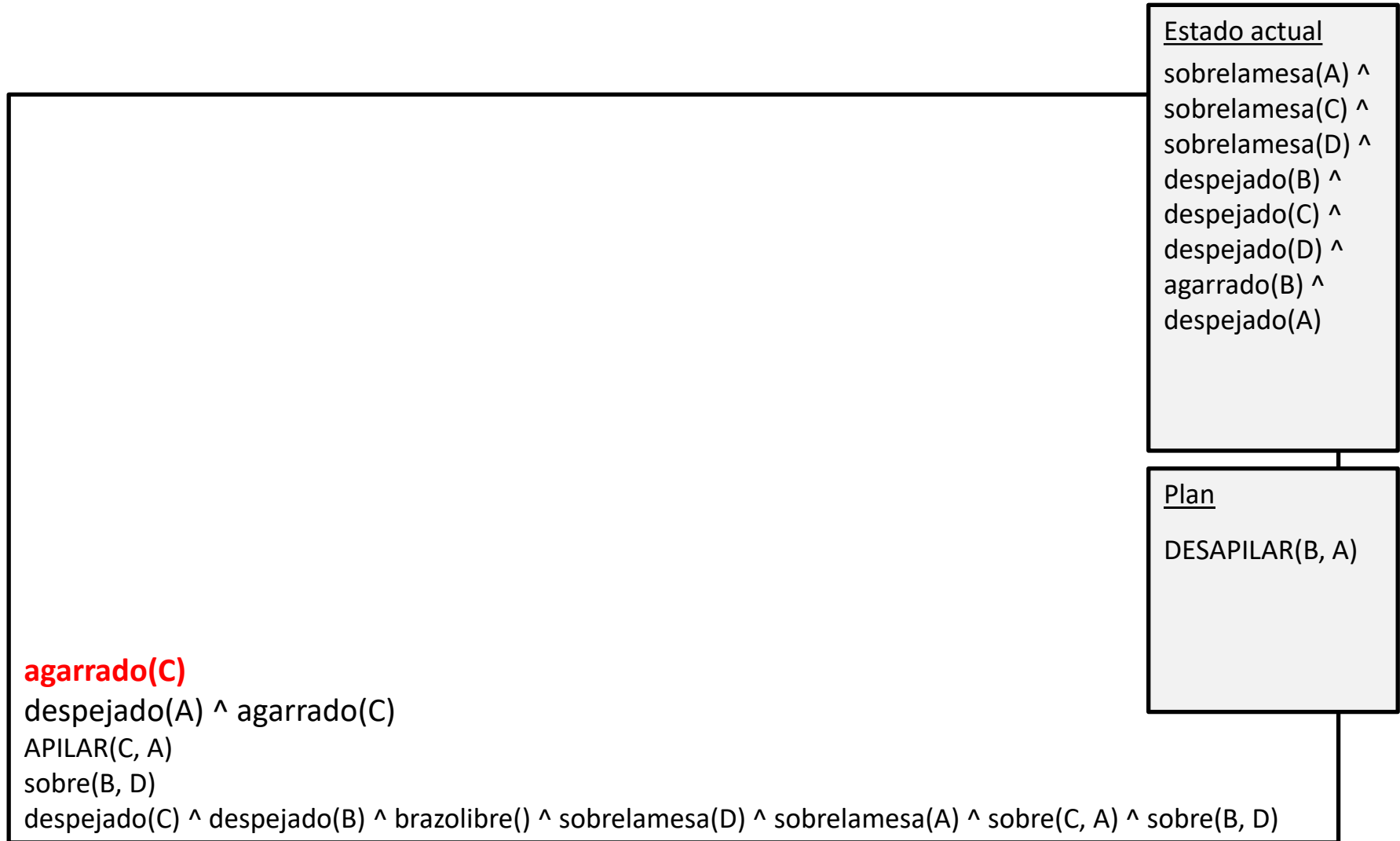
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos

APILAR(x,y)

P: despejado(y) ^ agarrado(x)

B: despejado(y) ^ agarrado(x)

A: brazolibre() ^ sobre(x,y)

DESAPILAR(x,y)

P: sobre(x,y) ^ despejado(x) ^ brazolibre()

B: sobre(x,y) ^ despejado(x)

A: **agarrado(x)** ^ despejado(y)

TOMAR(x)

P: despejado(x) ^ sobrelamesa(x) ^ brazolibre()

B: sobrelamesa(x) ^ brazolibre()

A: **agarrado(x)**

BAJAR(x)

P: agarrado(x)

B: agarrado(x)

A: sobrelamesa(x) ^ brazolibre()

Estado actual

sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(C) ^
sobrelamesa(D) ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
despejado(D) ^
agarrado(B) ^
despejado(A)

Plan

DESAPILAR(B, A)

agarrado(C)

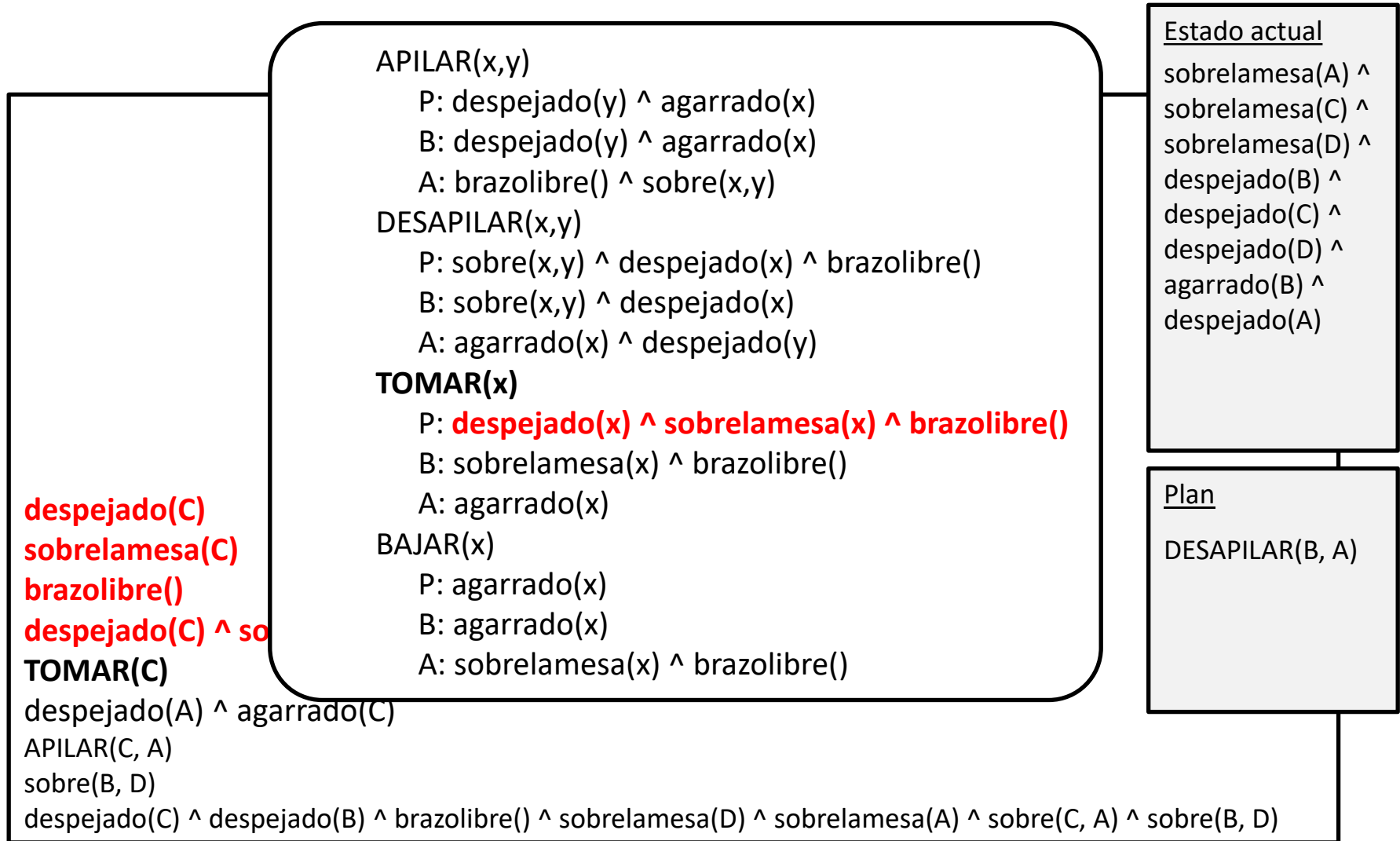
despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

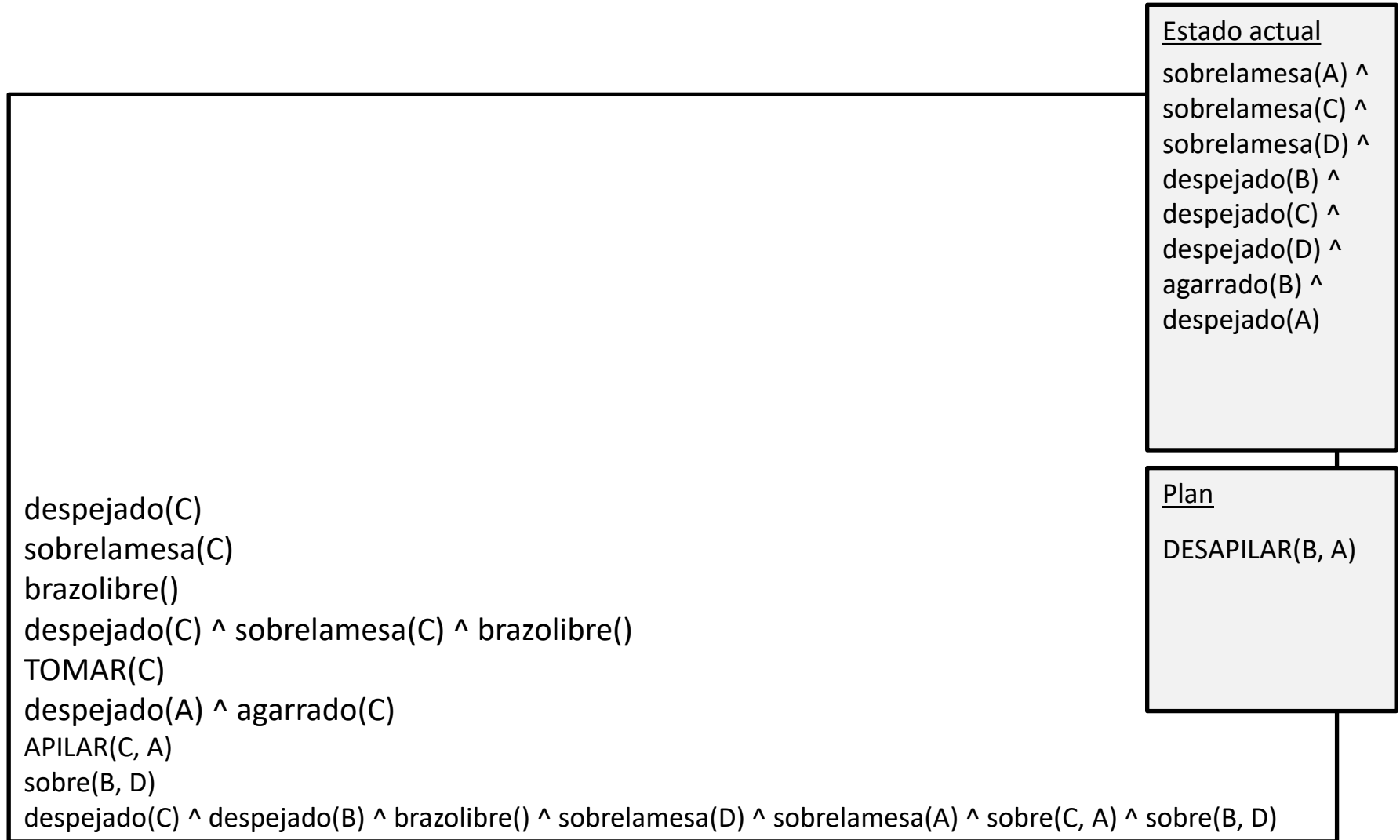
sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

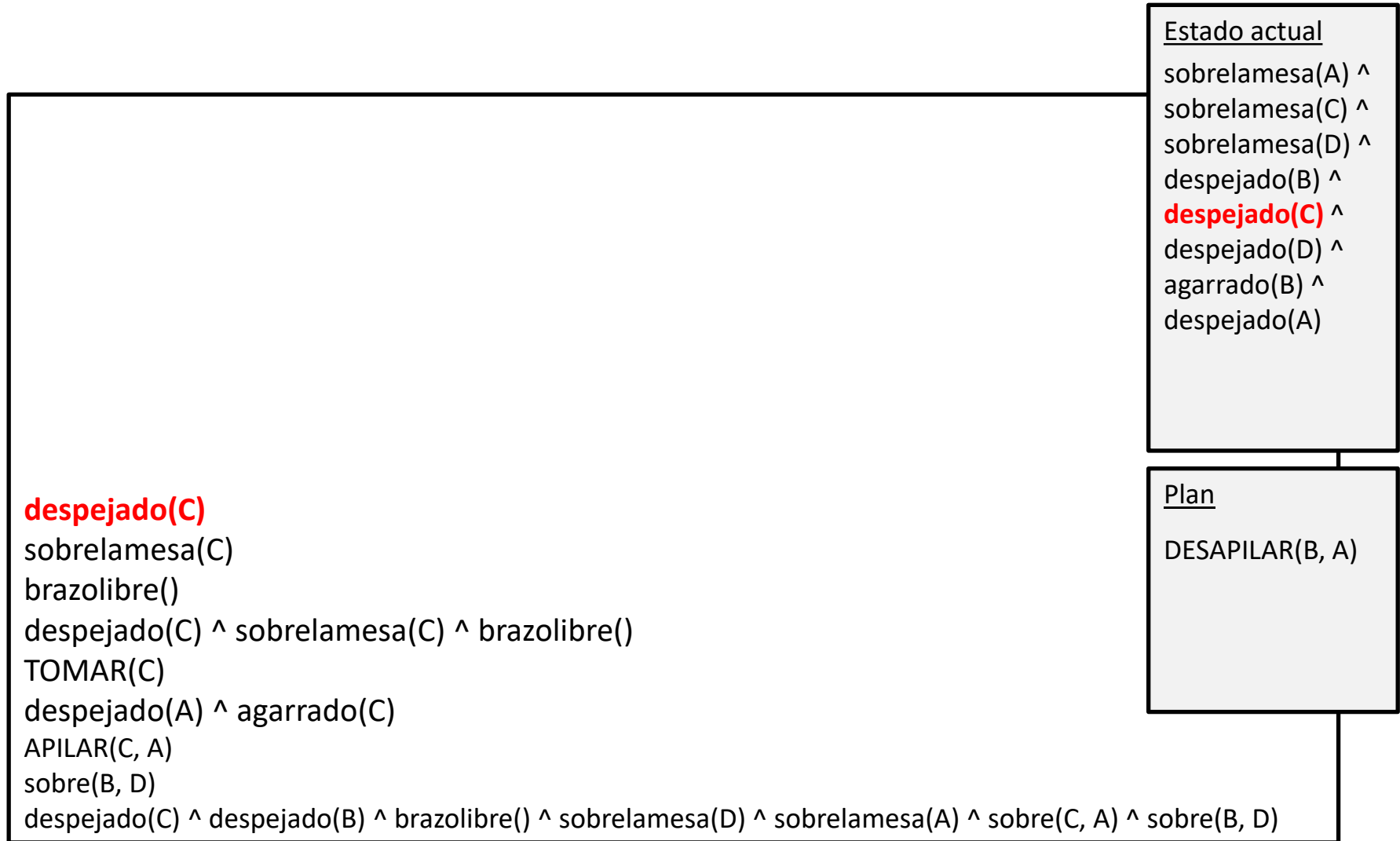
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



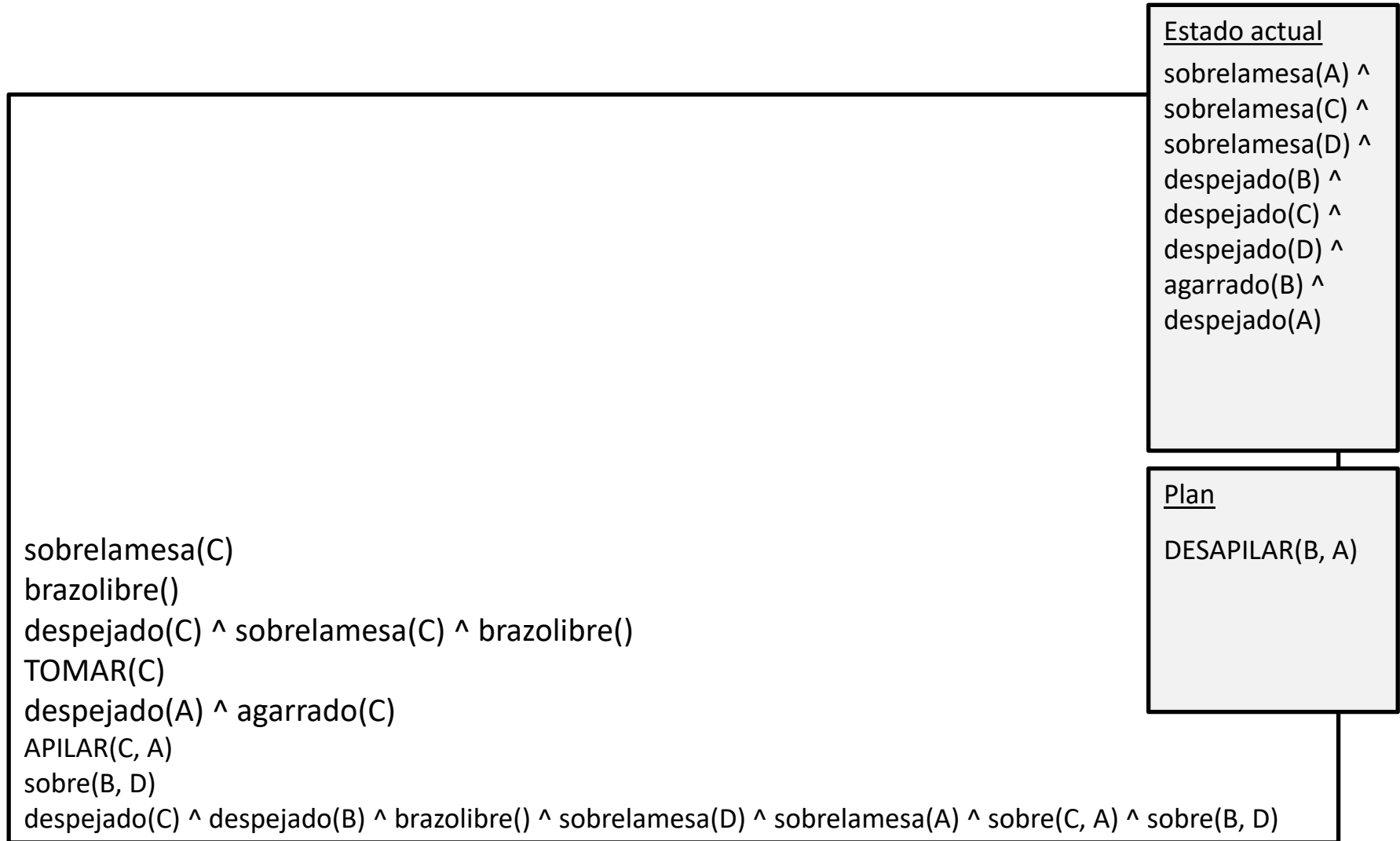
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



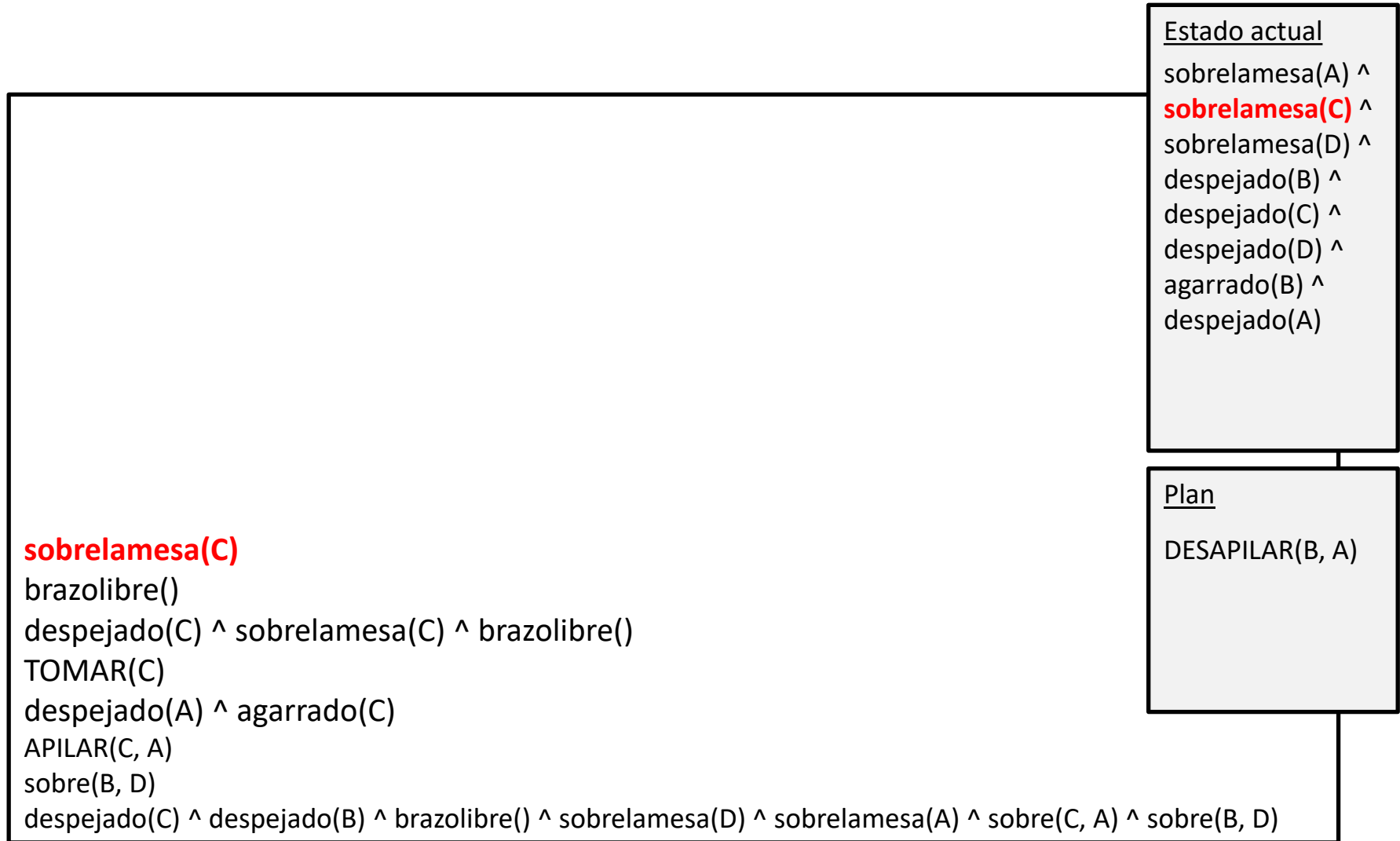
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



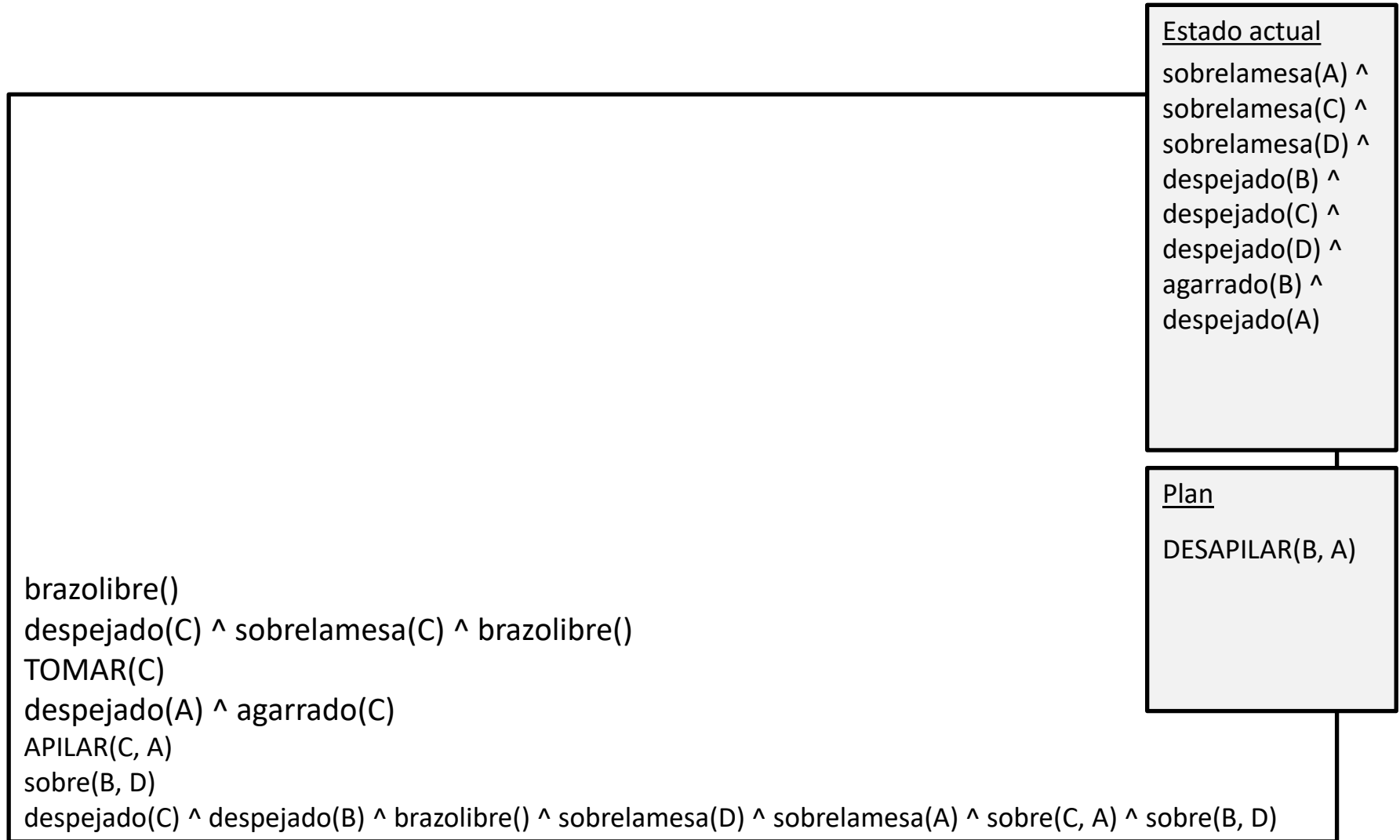
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



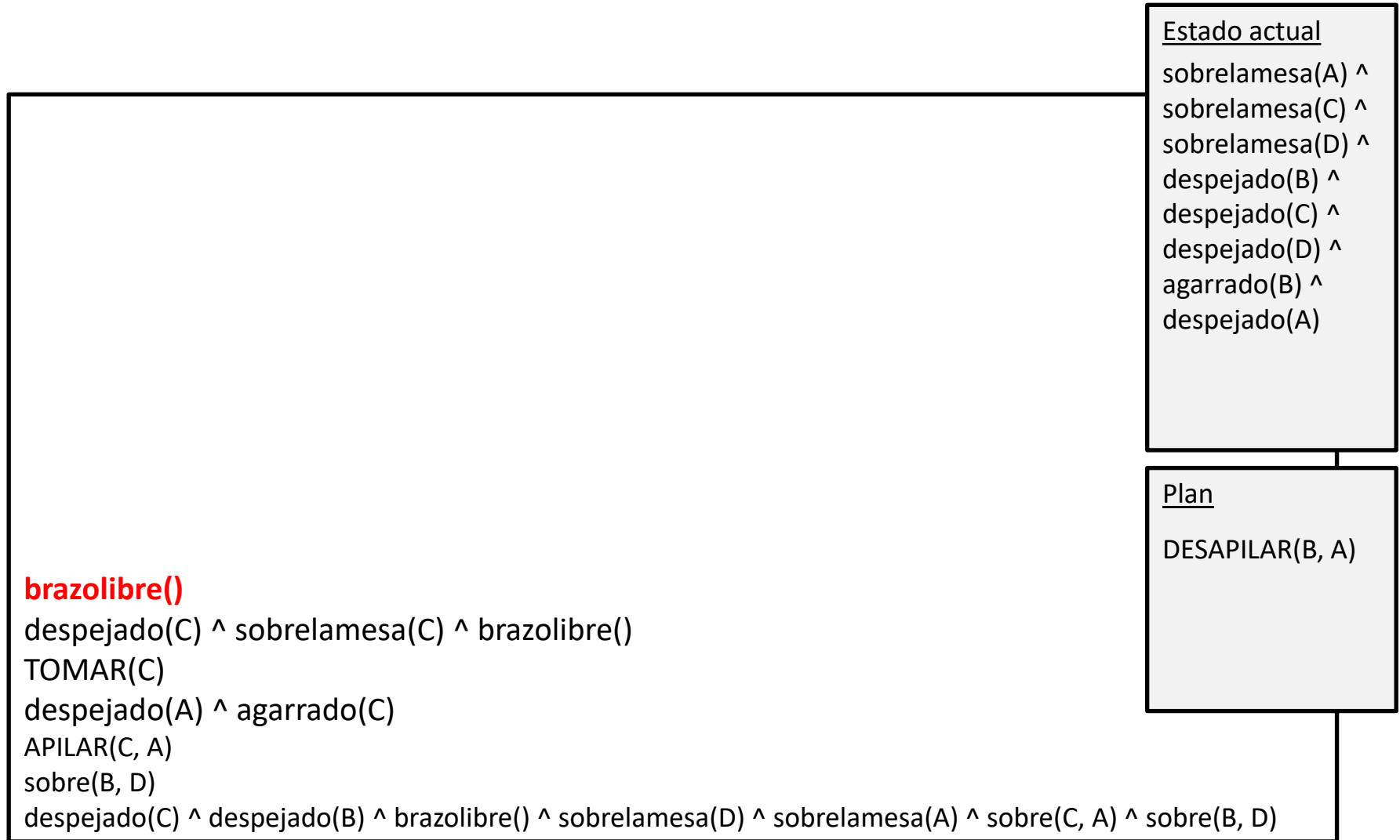
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



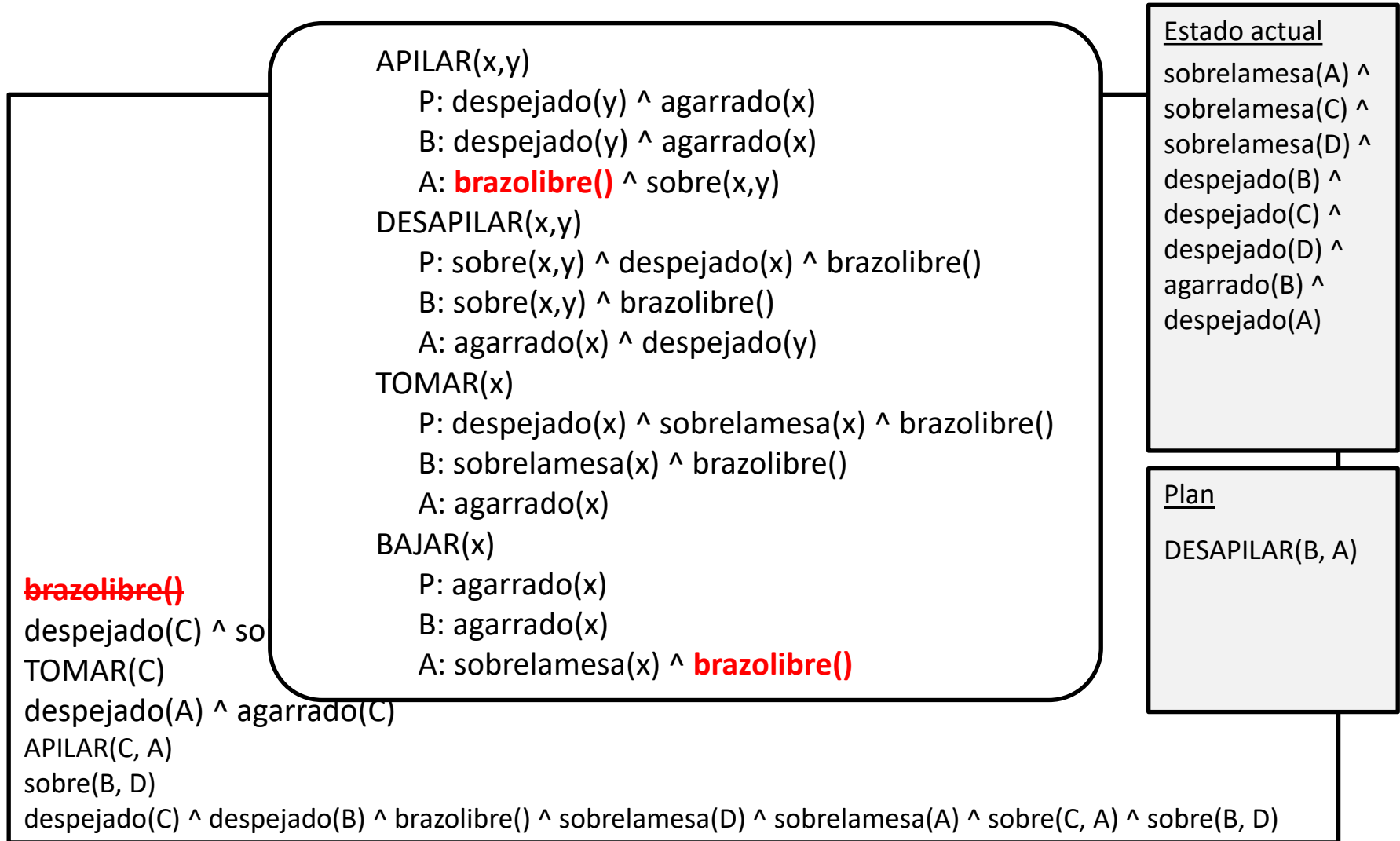
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



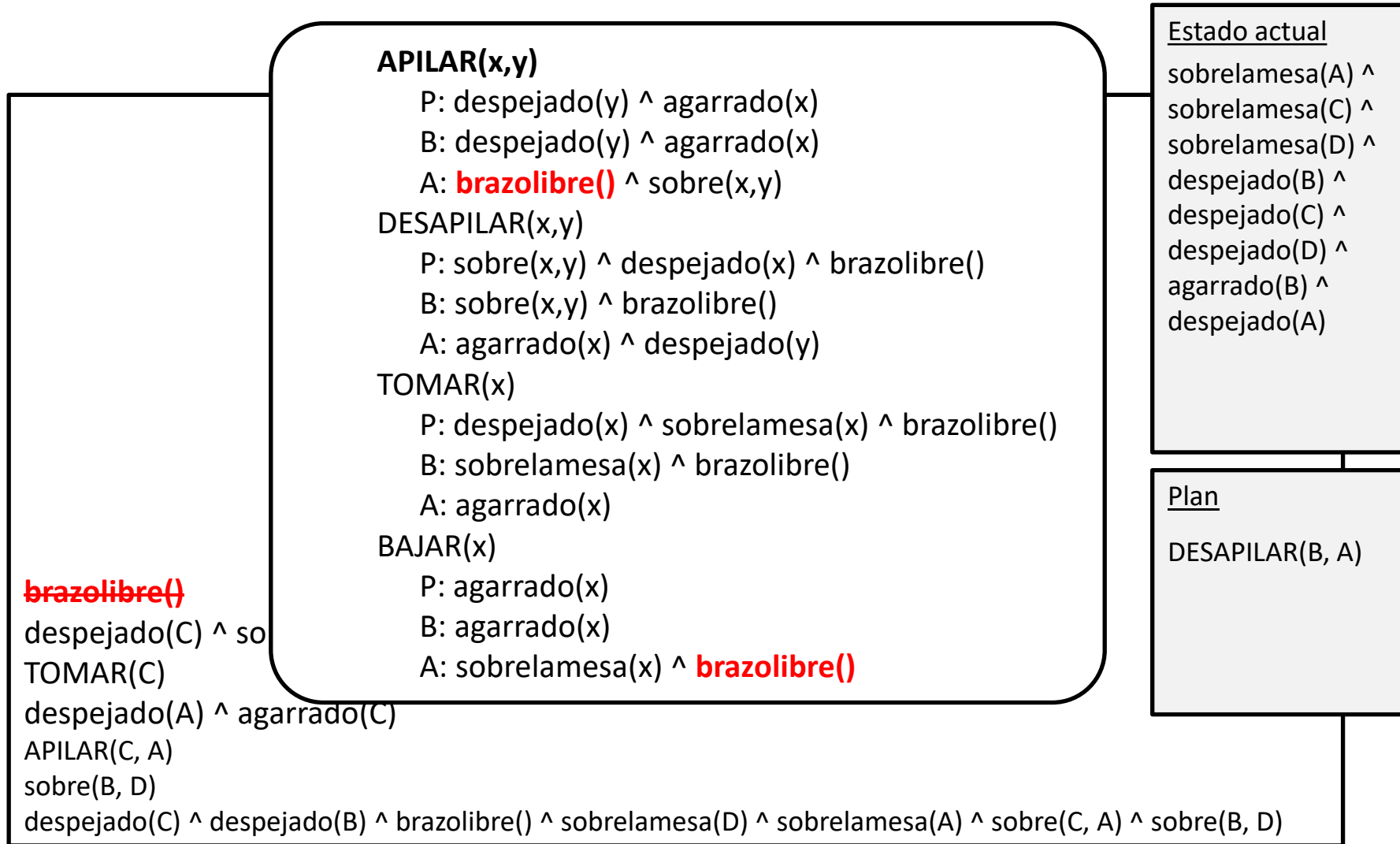
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



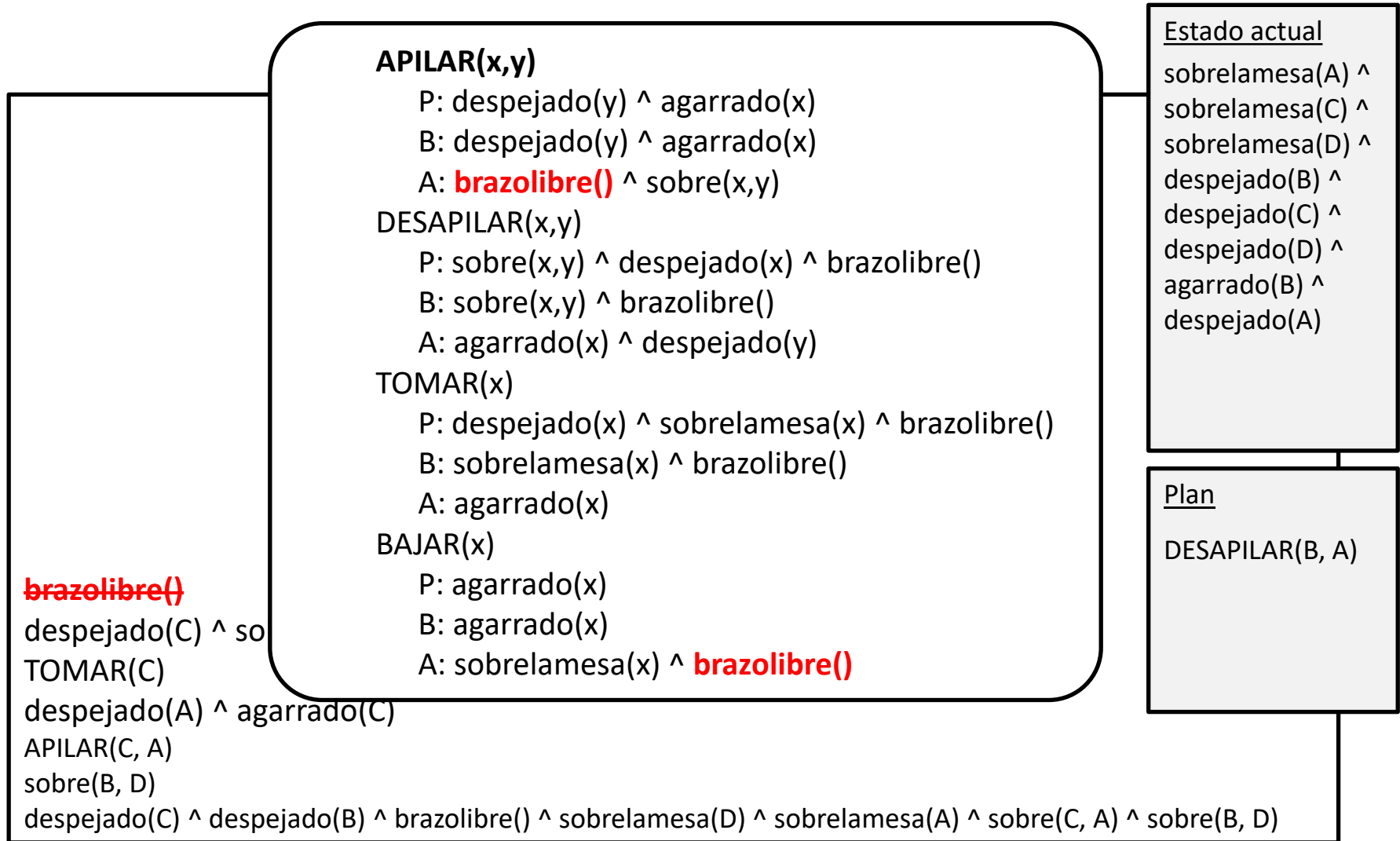
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



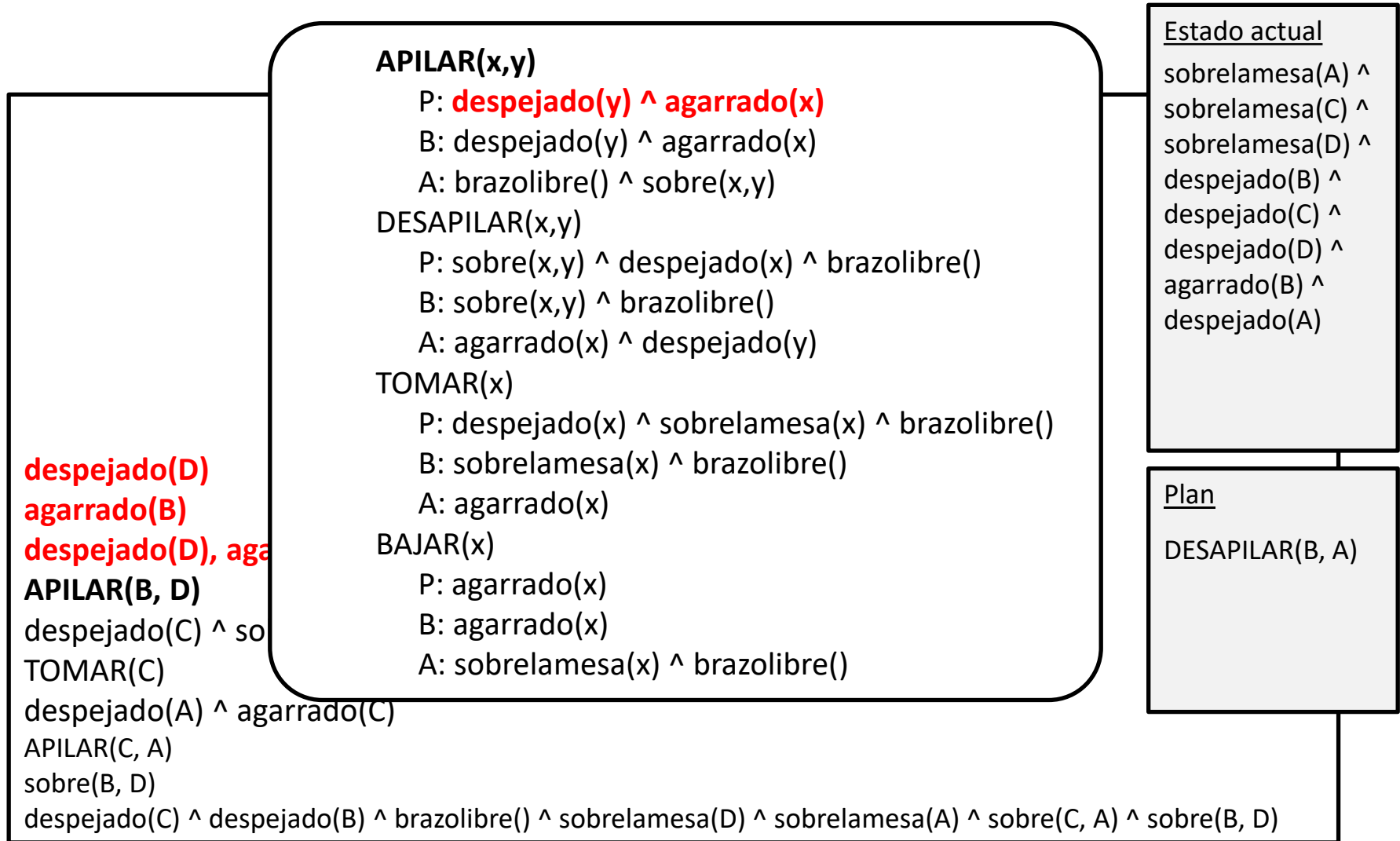
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



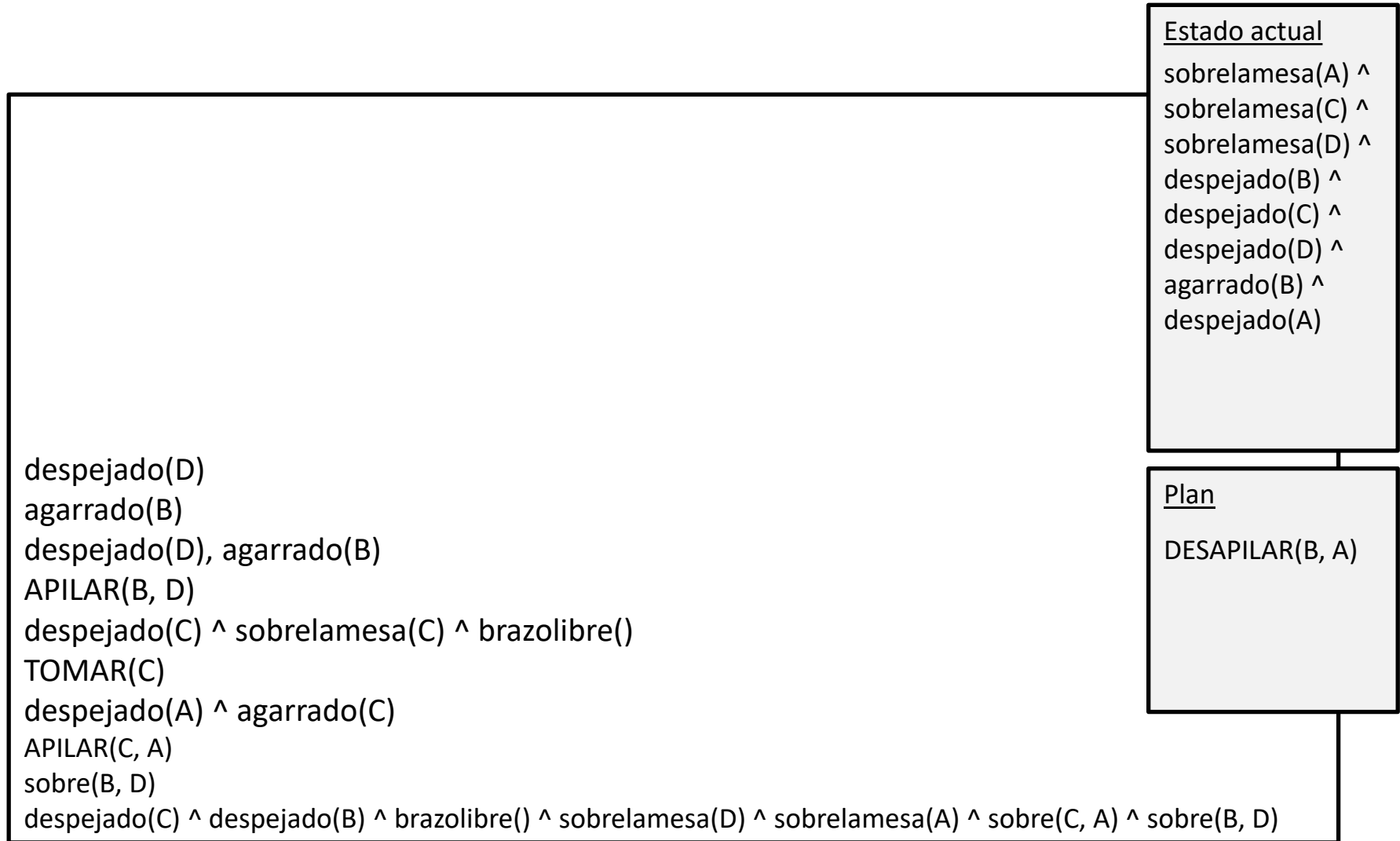
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



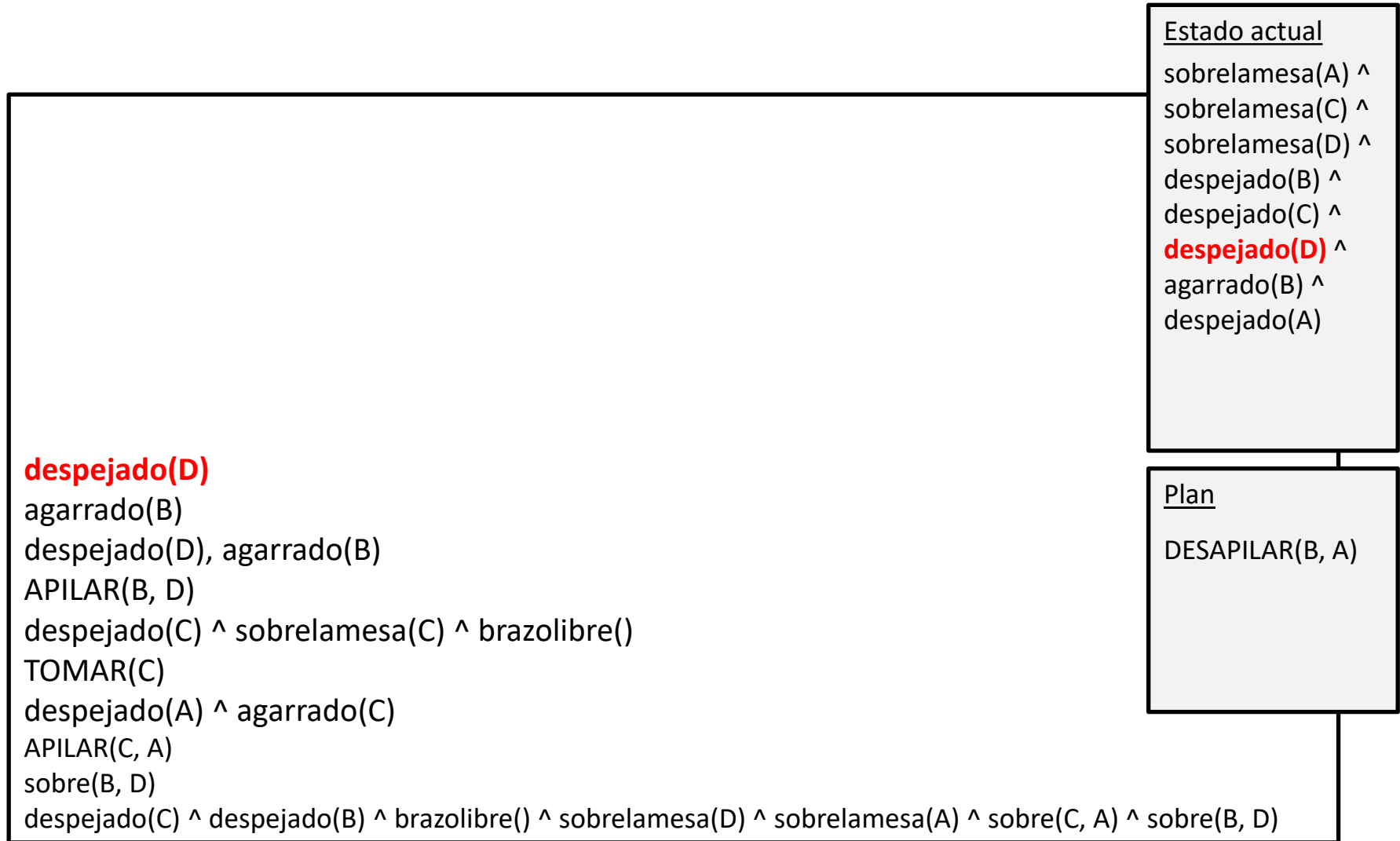
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



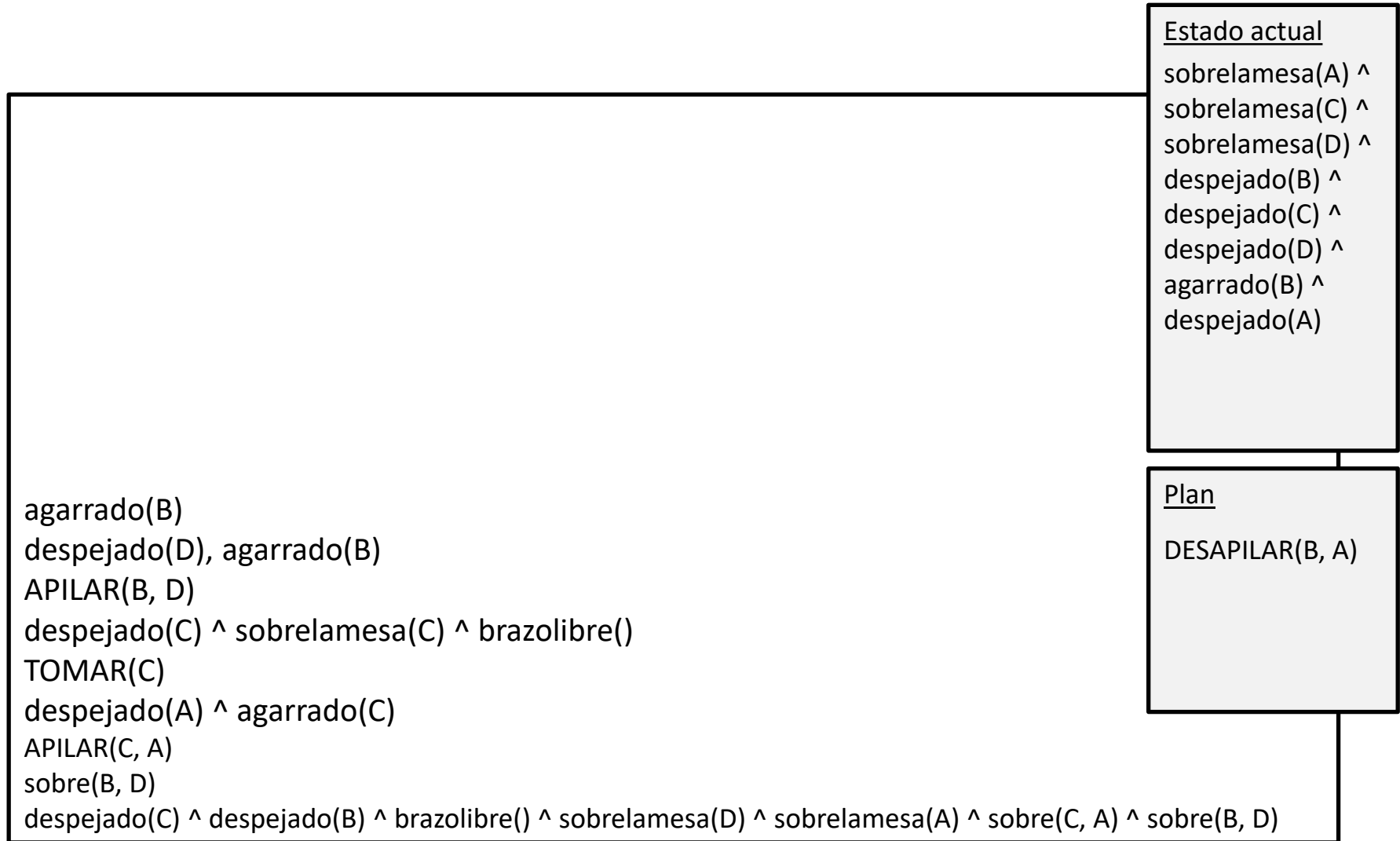
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



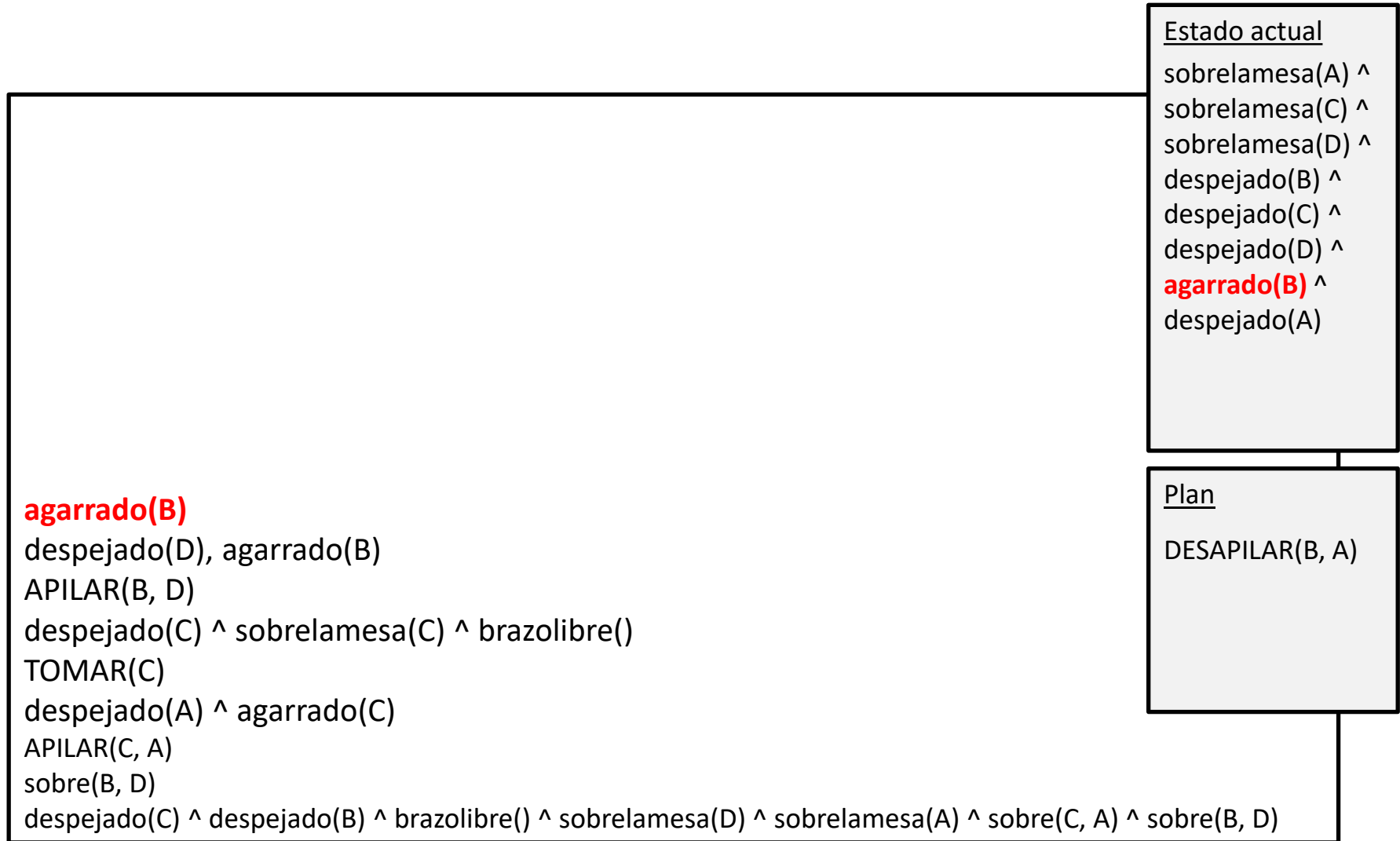
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



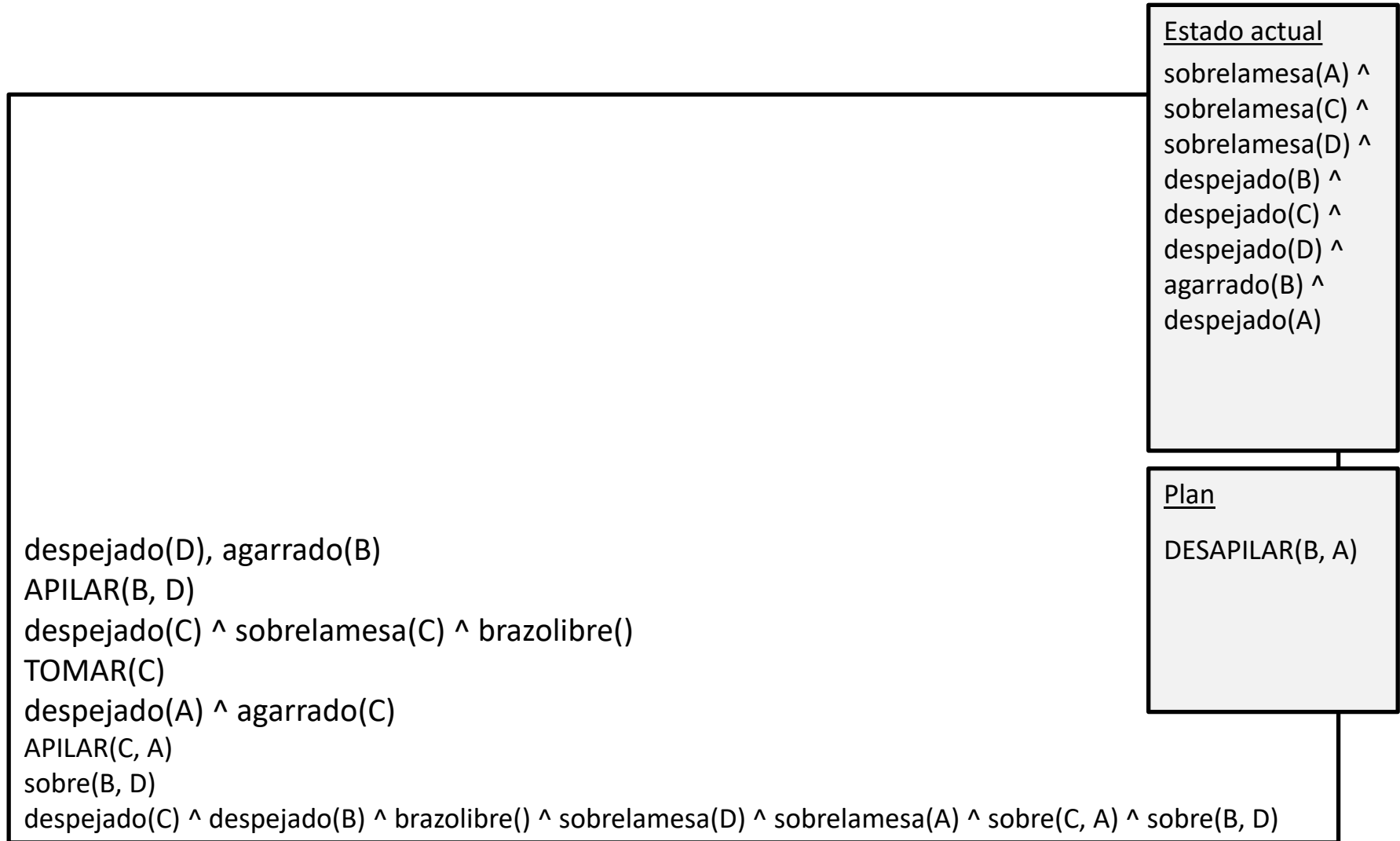
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



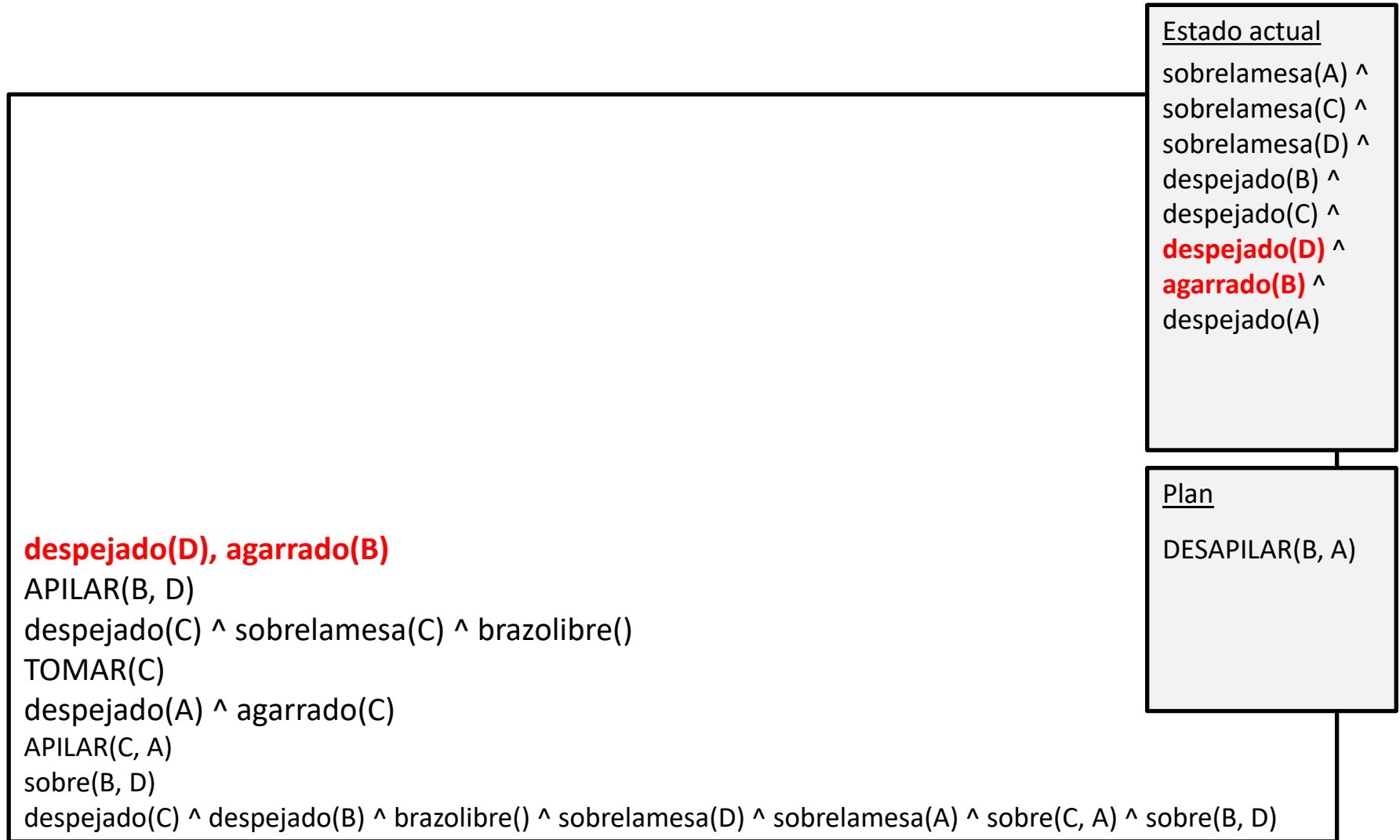
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



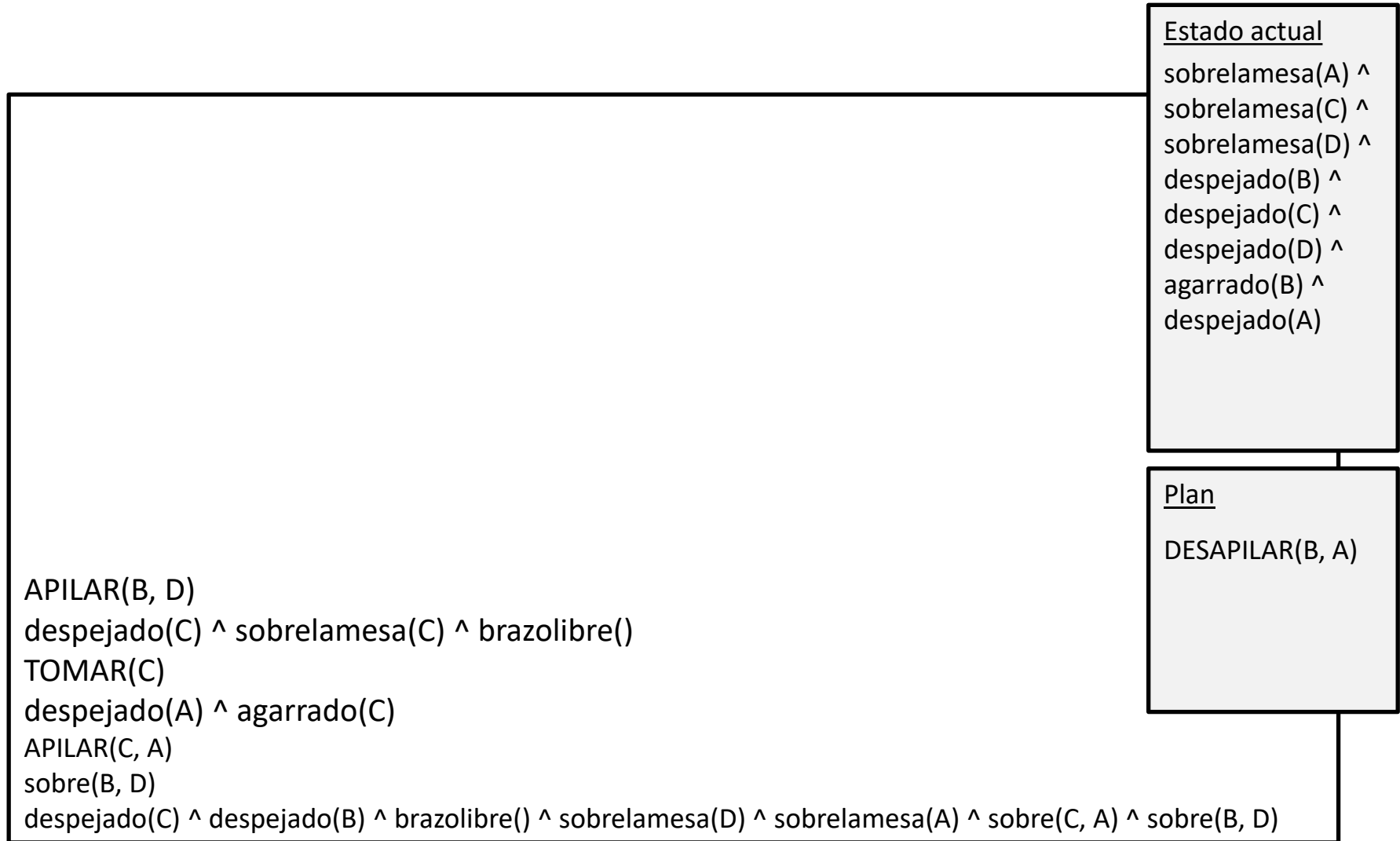
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos

APILAR(B, D)

despejado(C) ^ so

TOMAR(C)

despejado(A) ^ agarrado(C)

APILAR(C, A)

sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazo libre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

APILAR(x,y)

P: despejado(y) ^ agarrado(x)

B: **despejado(y) ^ agarrado(x)**

A: **brazo libre()** ^ **sobre(x,y)**

DESAPILAR(x,y)

P: sobre(x,y) ^ despejado(x) ^ brazo libre()

B: sobre(x,y) ^ brazo libre()

A: agarrado(x) ^ despejado(y)

TOMAR(x)

P: despejado(x) ^ sobrelamesa(x) ^ brazo libre()

B: sobrelamesa(x) ^ brazo libre()

A: agarrado(x)

BAJAR(x)

P: agarrado(x)

B: agarrado(x)

A: sobrelamesa(x) ^ brazo libre()

Estado actual

sobrelamesa(A) ^

sobrelamesa(C) ^

sobrelamesa(D) ^

despejado(B) ^

despejado(C) ^

despejado(D) ^

agarrado(B) ^

despejado(A) ^

brazo libre() ^

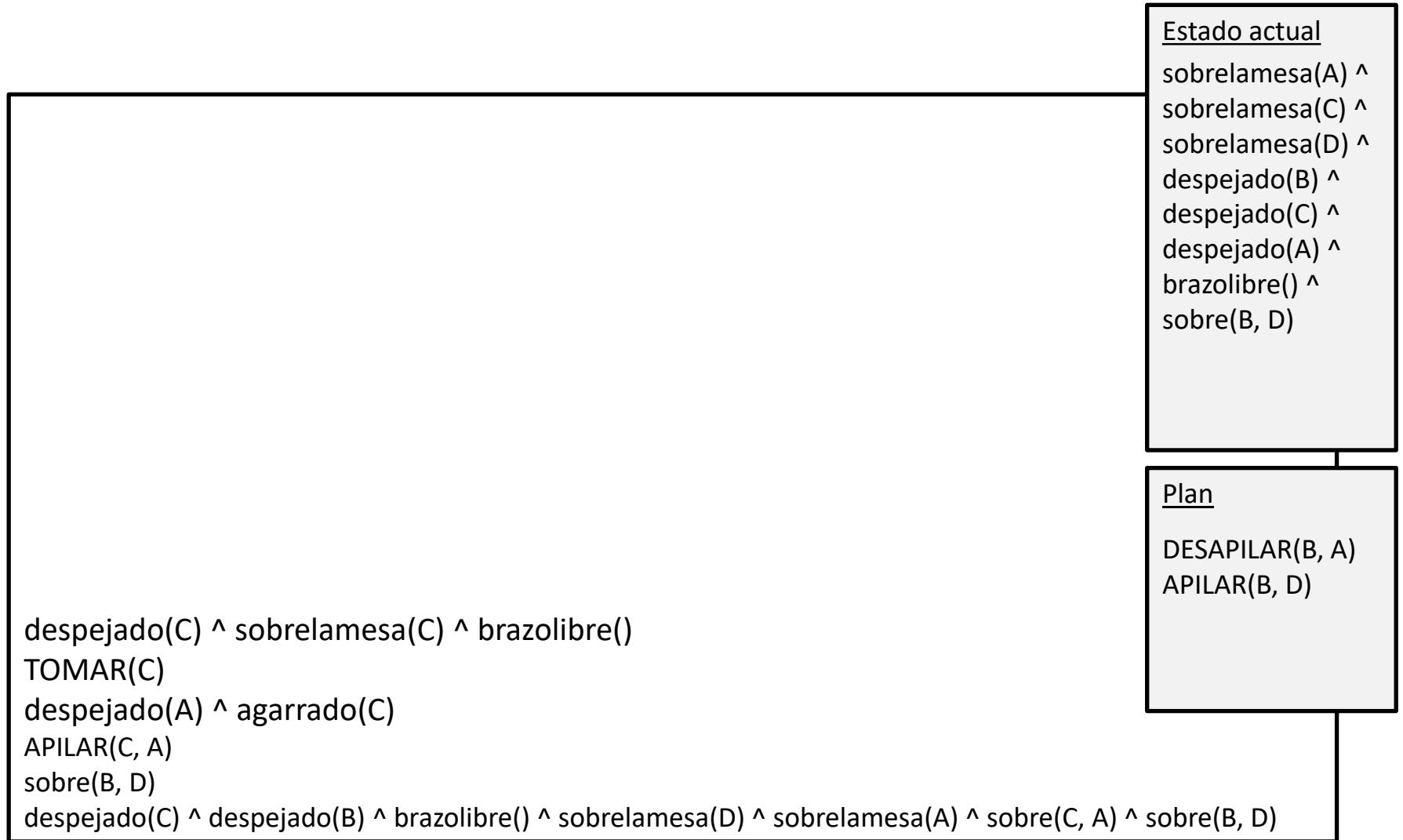
sobre(B, D)

Plan

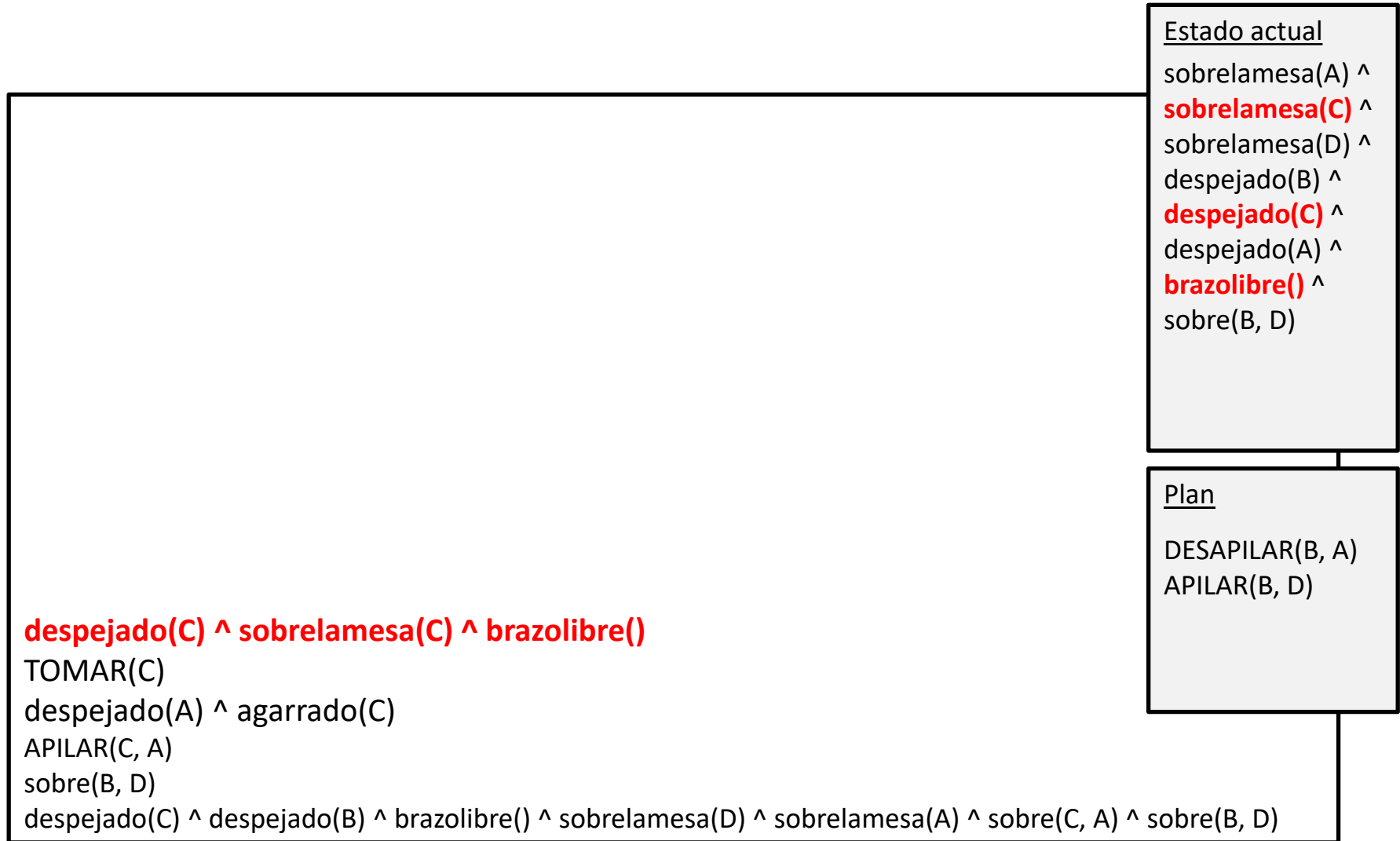
DESAPILAR(B, A)

APILAR(B, D)

Ejemplo de planificación por pila de objetivos



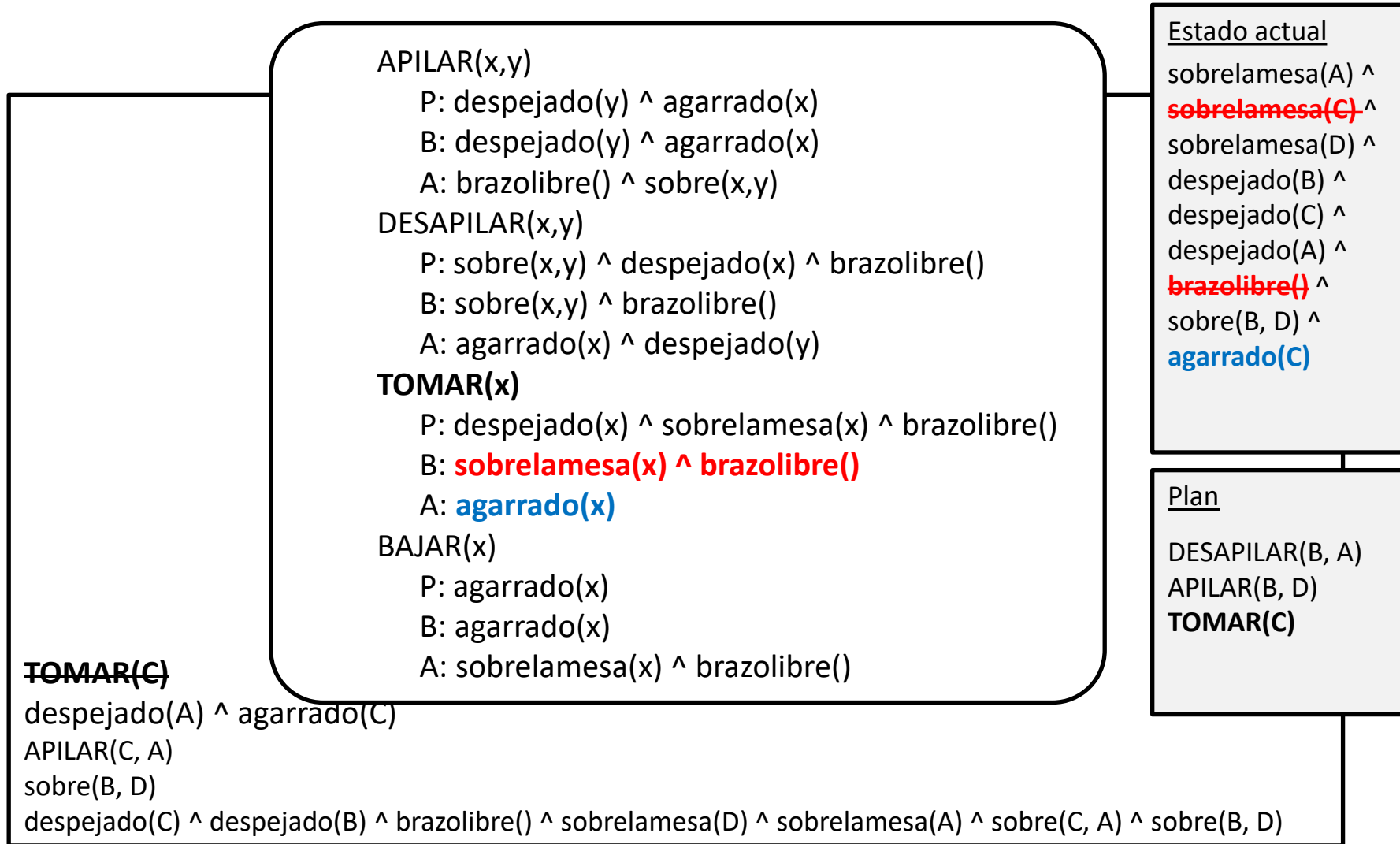
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



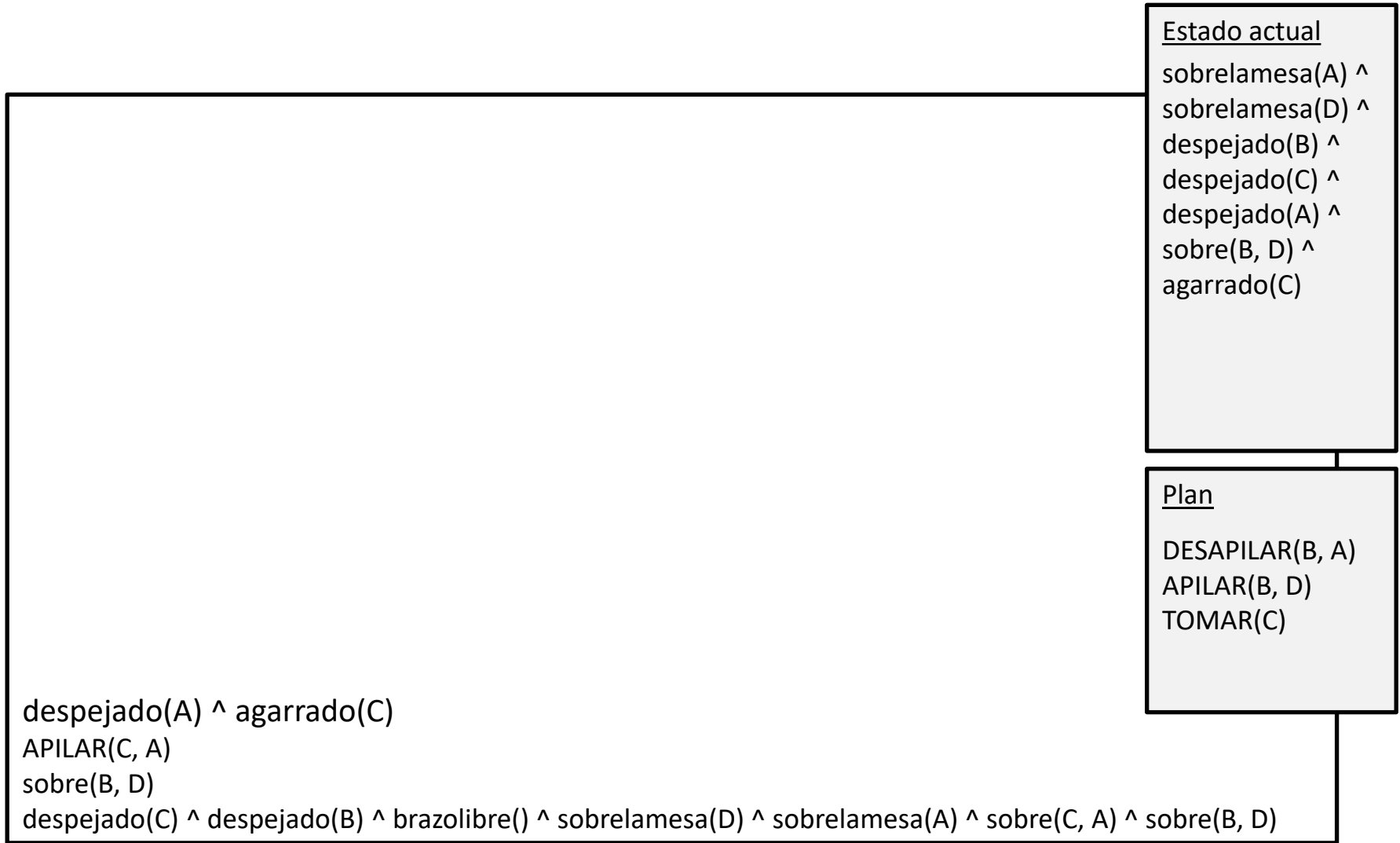
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos



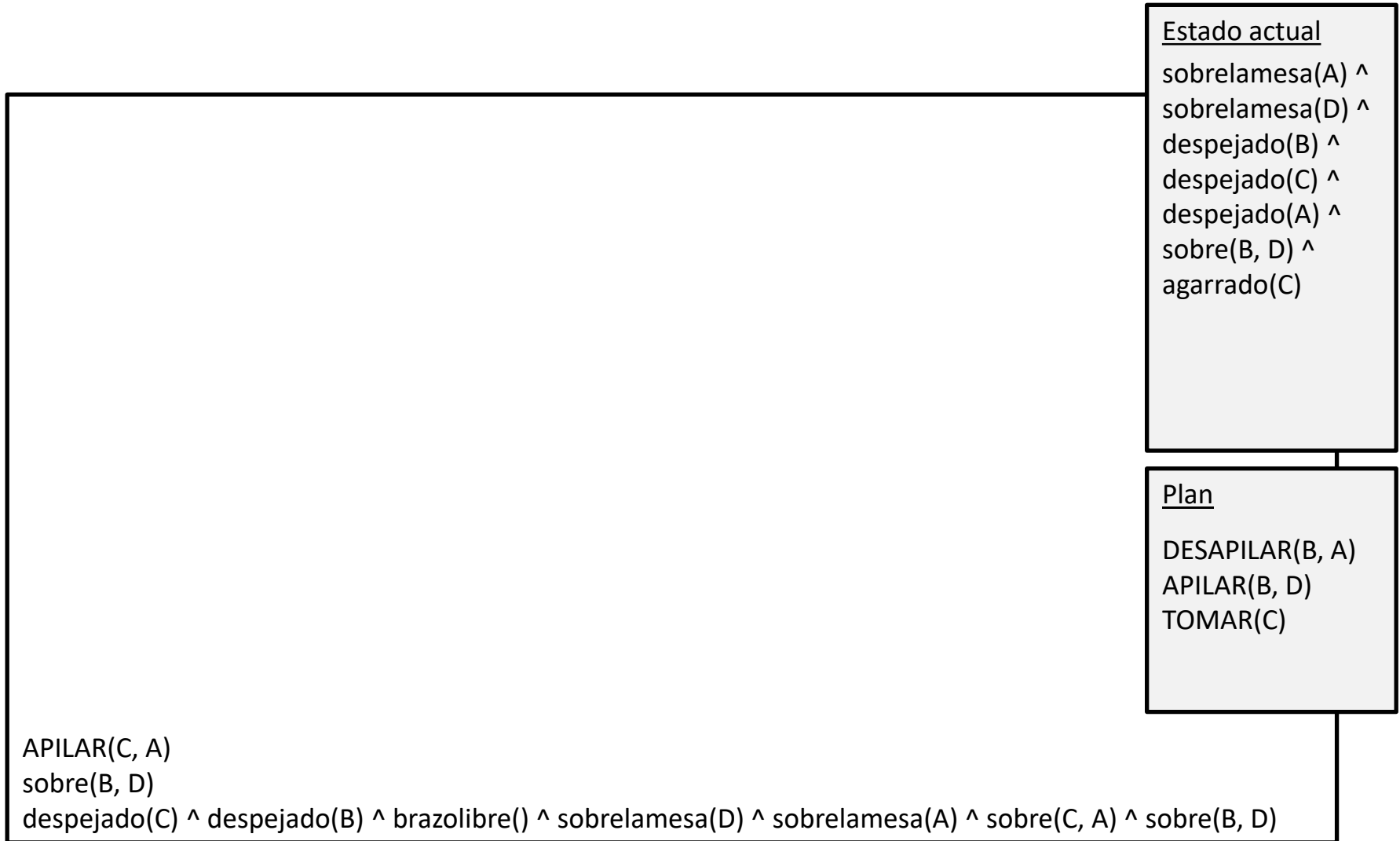
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos

APILAR(x,y)

P: despejado(y) ^ agarrado(x)

B: **despejado(y) ^ agarrado(x)**

A: **brazolibre() ^ sobre(x,y)**

DESAPILAR(x,y)

P: sobre(x,y) ^ despejado(x) ^ brazolibre()

B: sobre(x,y) ^ brazolibre()

A: agarrado(x) ^ despejado(y)

TOMAR(x)

P: despejado(x) ^ sobrelamesa(x) ^ brazolibre()

B: sobrelamesa(x) ^ brazolibre()

A: agarrado(x)

BAJAR(x)

P: agarrado(x)

B: agarrado(x)

A: sobrelamesa(x) ^ brazolibre()

Estado actual

sobrelamesa(A) ^
sobrelamesa(D) ^
despejado(B) ^
despejado(C) ^
~~despejado(A)~~ ^
sobre(B, D) ^
~~agarrado(C)~~ ^
brazolibre() ^
sobre(C, A)

Plan

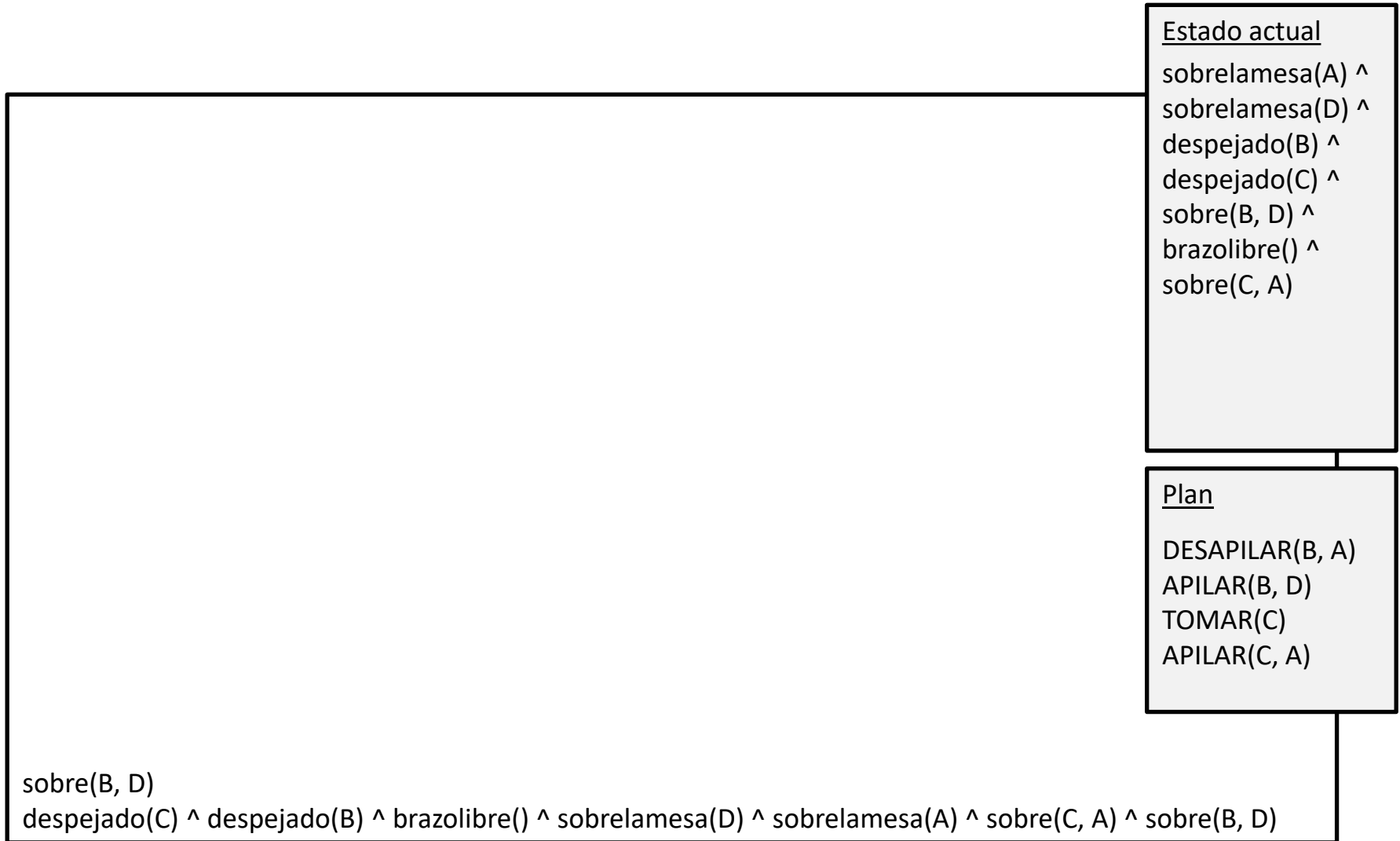
DESAPILAR(B, A)
APILAR(B, D)
TOMAR(C)
APILAR(C, A)

~~APILAR(C, A)~~

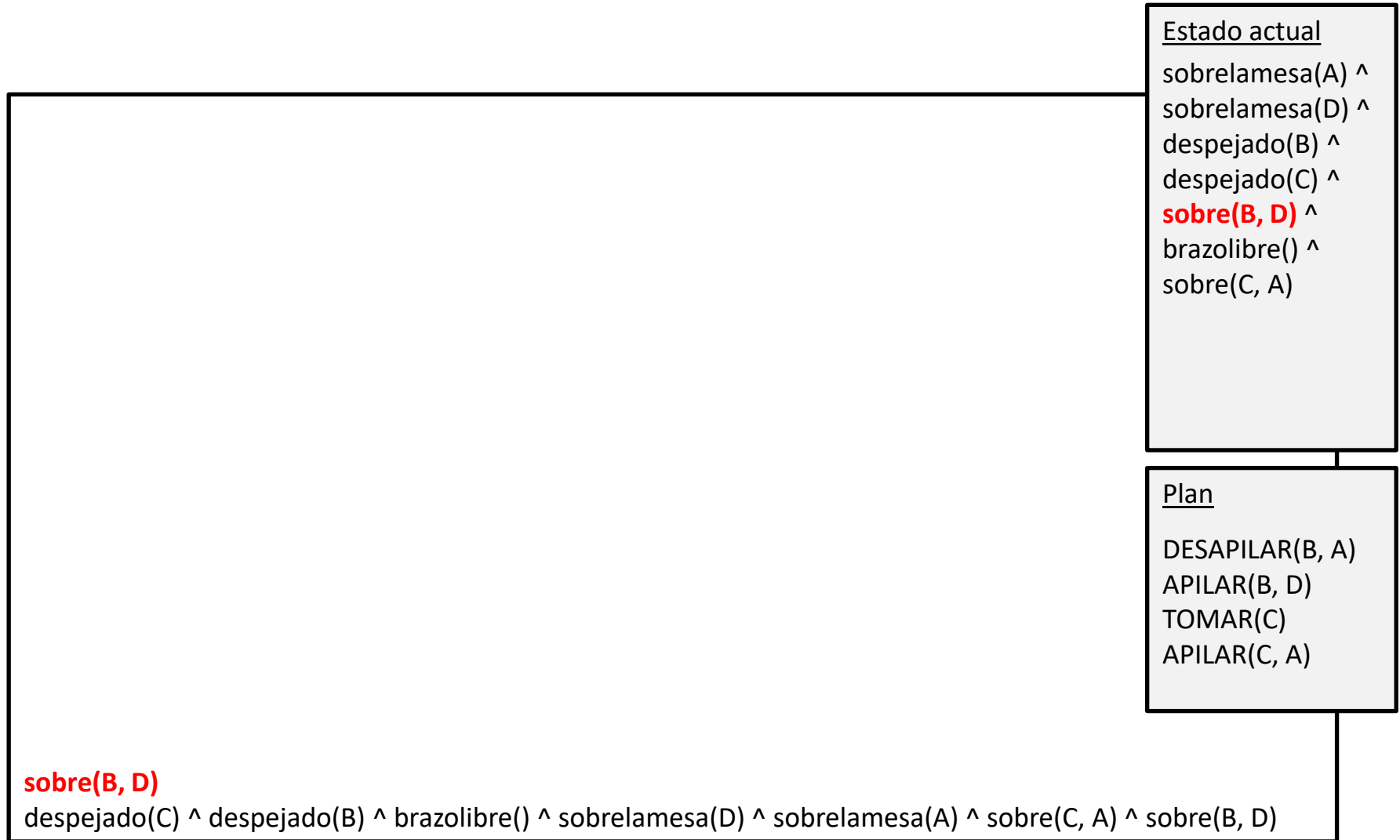
sobre(B, D)

despejado(C) ^ despejado(B) ^ brazolibre() ^ sobrelamesa(D) ^ sobrelamesa(A) ^ sobre(C, A) ^ sobre(B, D)

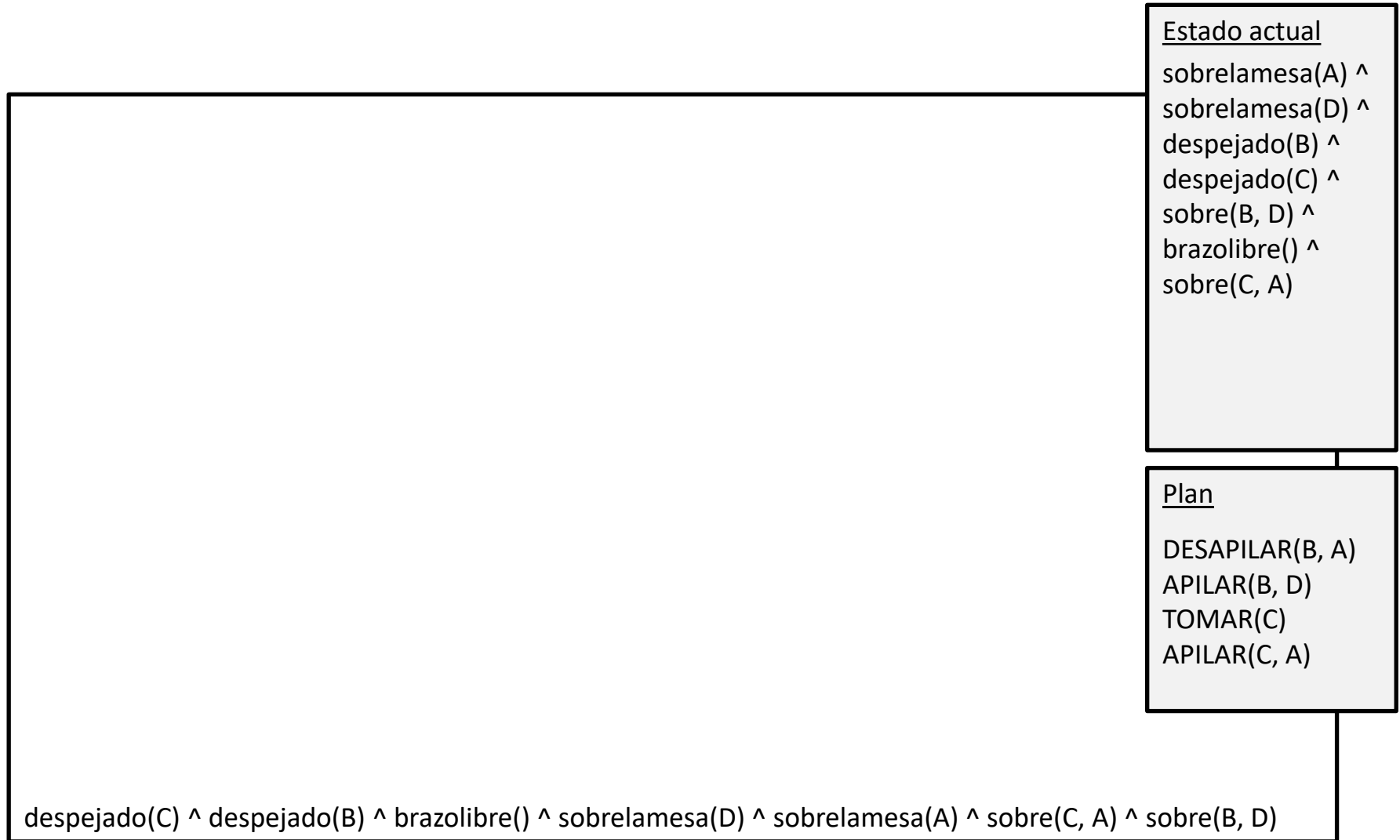
Ejemplo de planificación por pila de objetivos



Ejemplo de planificación por pila de objetivos

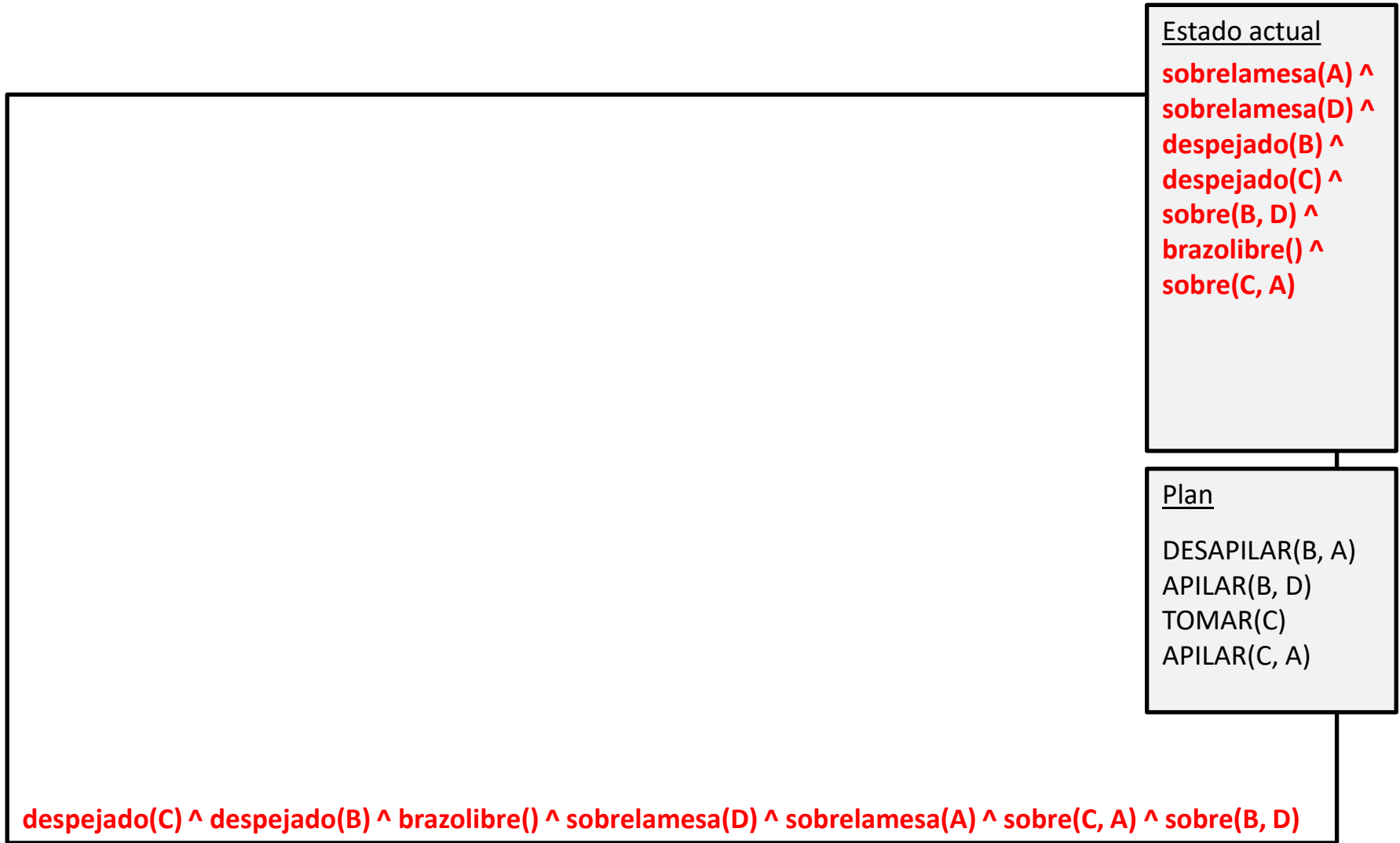


Ejemplo de planificación por pila de objetivos



PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

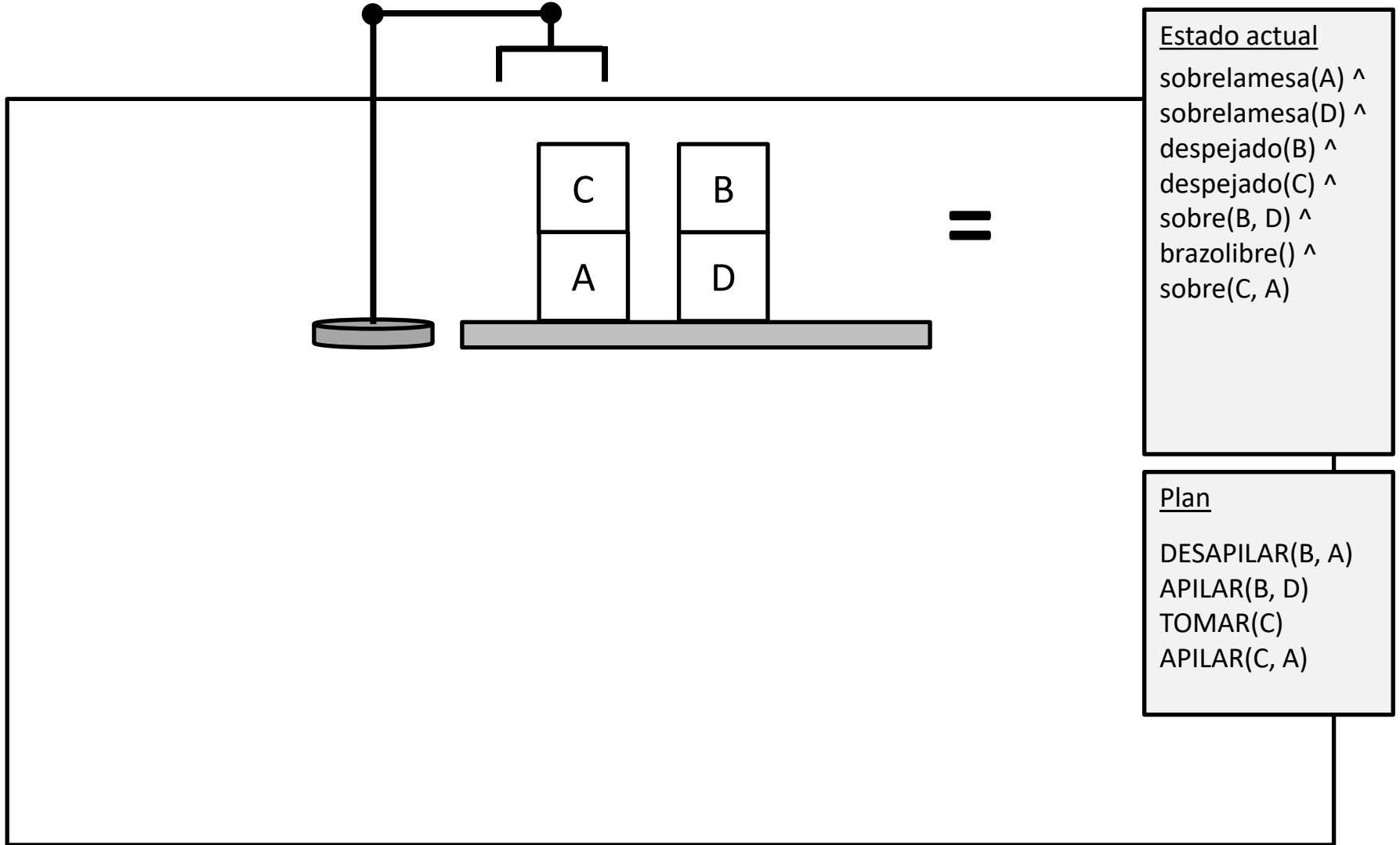


Ejemplo de planificación por pila de objetivos



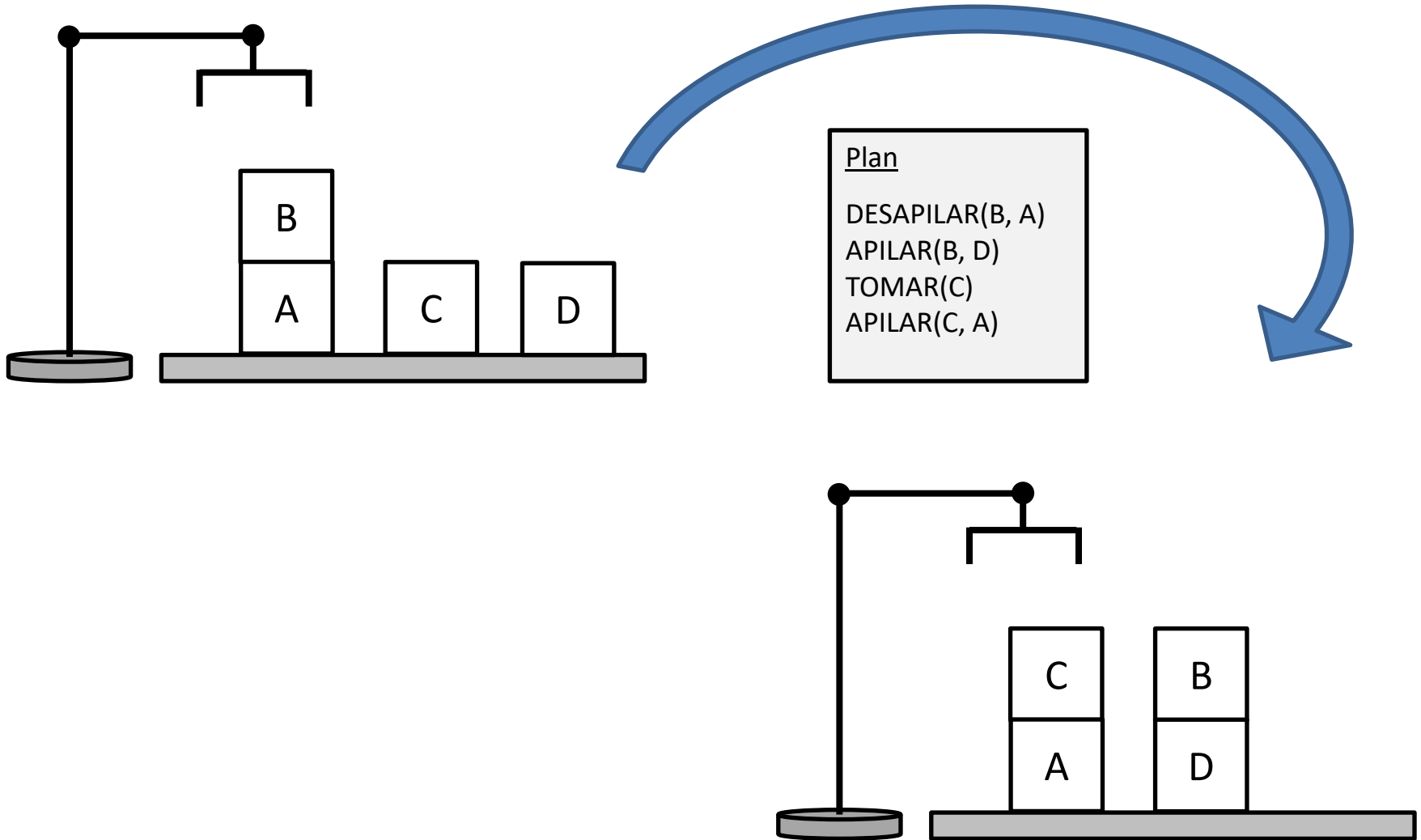
Planificación en IA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos



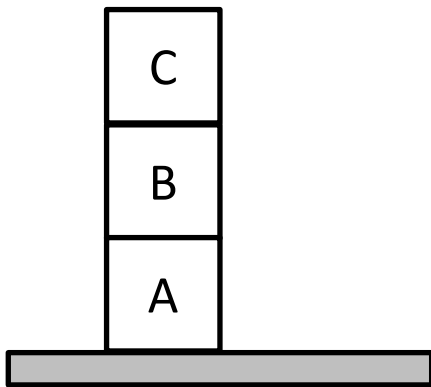
PILA

Ejemplo de planificación por pila de objetivos

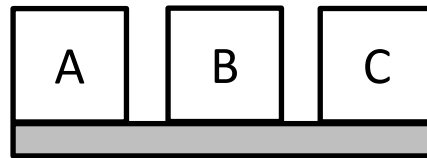


Anomalía de Sussman

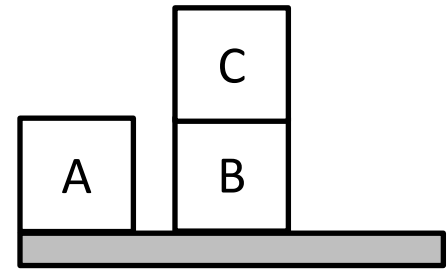
- Los métodos de planificación pueden incluir pasos innecesarios en el plan



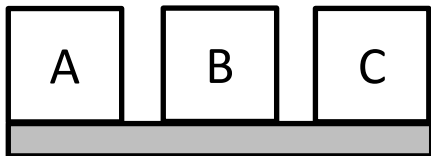
Estado objetivo



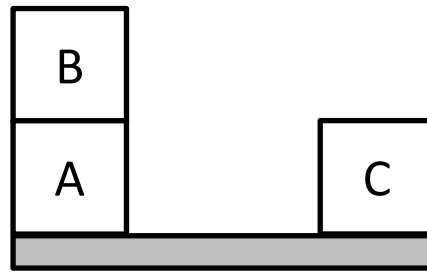
Estado inicial



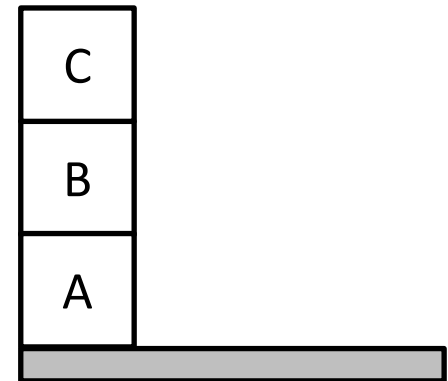
Paso 1



Paso 2



Paso 3



Paso 4

Planificación en IA

Es todo por hoy!!