

**Integrantes:**

- Abraham Ayala
- Kenneth Leonel Triana
- Juan Pablo Ortiz



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

# Introducción a la Inteligencia Artificial

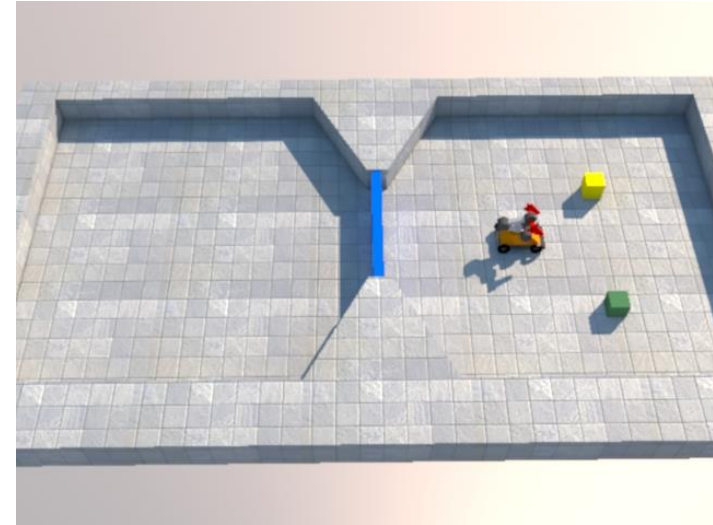
## Planificación STRIPS – Taller 3

Ing. Enrique González, PhD – [egonzal@javeriana.edu.co](mailto:egonzal@javeriana.edu.co)

Ing. Andrea Rueda, PhD – [rueda-andrea@javeriana.edu.co](mailto:rueda-andrea@javeriana.edu.co)

Departamento de Ingeniería de Sistemas

# Ejemplo STRIPS - Enunciado



Un robot que debe trasladar cajas de colores, entre dos habitaciones (H1 y H2), las cuales están conectadas por una puerta.

El robot posee una pinza que puede coger solo una caja a la vez

Se debe establecer un plan de acción (coger, pasar, soltar), que permita alcanzar una situación final deseada.

# Ejemplo STRIPS - Predicados



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

## Soporte para Definir Situaciones del Problema

**caja**(C)  $\rightarrow$  C es una caja

**hab**(H)  $\rightarrow$  H es una habitación

**en**(C,H)  $\rightarrow$  la caja C se encuentra apoyada en el piso de la habitación H

**robot**(H)  $\rightarrow$  el robot se encuentra en la habitación H

**pinza**(C)  $\rightarrow$  la pinza tiene agarrada la caja C

**puerta**(Ha,Hb)  $\rightarrow$  existe una puerta entre las habitaciones Ha y Hb

**plib**()  $\rightarrow$  la pinza está libre

# Ejemplo STRIPS – Axiomas

Definir Hechos y Relaciones que Siempre son Verdaderas en el Contexto del Problema

- **a1.**  $\text{caja}(A), \text{caja}(V) \rightarrow$  declaración de cajas
- **a2.**  $\text{hab}(H1), \text{hab}(H2) \rightarrow$  declaración de habitaciones
- **a3.**  $\text{puerta}((H1,H2) \rightarrow$  declaración de puertas
- **a4.**  $\text{puerta}(Hx,Hy) \text{ si } \text{puerta}(Hy,Hx) \rightarrow$  puertas bidireccionales
- **a5.**  $\text{plib}() \text{ si } (\text{caja}(C) \wedge \text{not}(\text{pinza}(C))) \rightarrow$  pinza libre si no hay una caja cogida

# Ejemplo STRIPS – Estado



**Planificador STRIPS representa el mundo con Proposiciones Lógicas**  
Estado representado como una **Conjunción de Literales Positivos**

$$E_{Ini} = \{\text{robot}(H2), \text{en}(A, H2), \text{en}(V, H2)\}$$

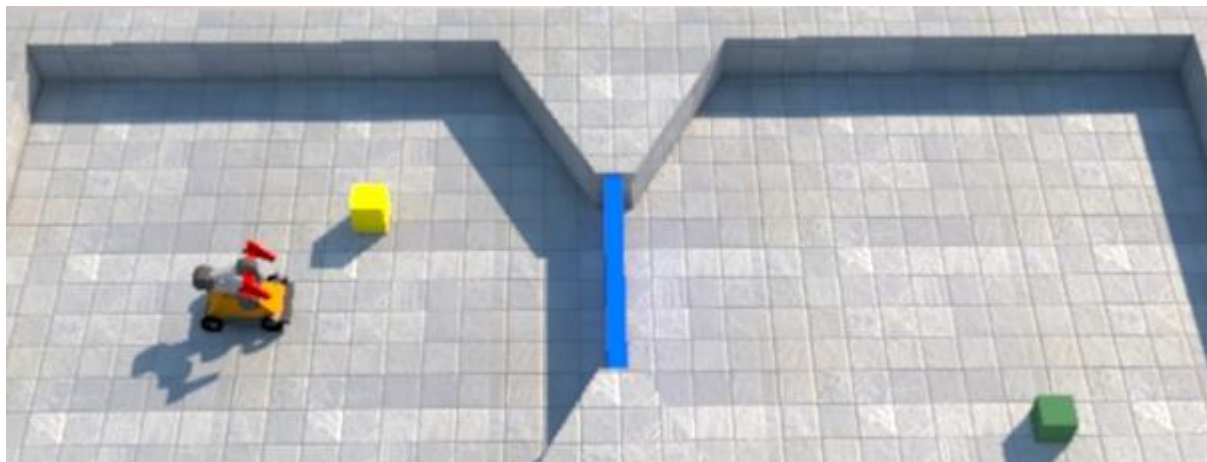
# Ejemplo STRIPS – Estado

El efecto de Ejecutar una Acción es que el Estado Cambia  
algunos literales se **borran** + otros se **adicionan**

**E Ini** = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

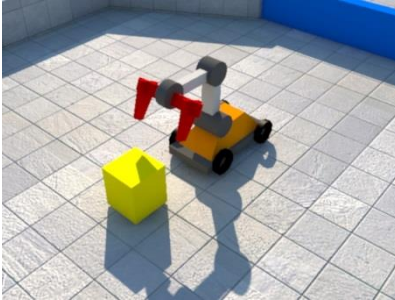
**E Fin** = {**robot(H2)**, **robot(H1)**,**en(A,H2)**,**en(A,H1)**,en(V,H2)}

**E Fin** = {robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)}





# Ejemplo STRIPS – Estado



**Coger**(Cc)  $\rightarrow$  coger la caja Cc

LP:  $\text{plib}() \wedge \text{en}(\text{Cc}, \text{Hr}) \wedge \text{robot}(\text{Hr})$

LB:  $\text{en}(\text{Cc}, \text{Hr})$

LA:  $\text{pinza}(\text{Cc})$



**Pasar**(Hi, Hf)  $\rightarrow$  pasar de Hi a Hf

LP:  $\text{robot}(\text{Hi}) \wedge \text{puerta}(\text{Hi}, \text{Hf})$

LB:  $\text{robot}(\text{Hi})$

LA:  $\text{robot}(\text{Hf})$

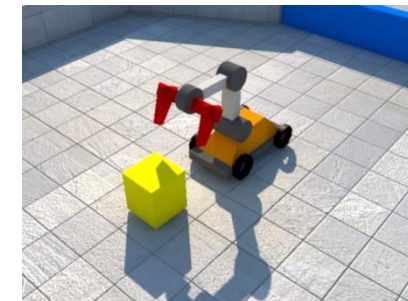


**Soltar**()  $\rightarrow$  soltar la caja Cp que esta cogida por la pinza

LP:  $\text{pinza}(\text{Cp}) \wedge \text{robot}(\text{Hr})$

LB:  $\text{pinza}(\text{Cp})$

LA:  $\text{en}(\text{Cp}, \text{Hr})$

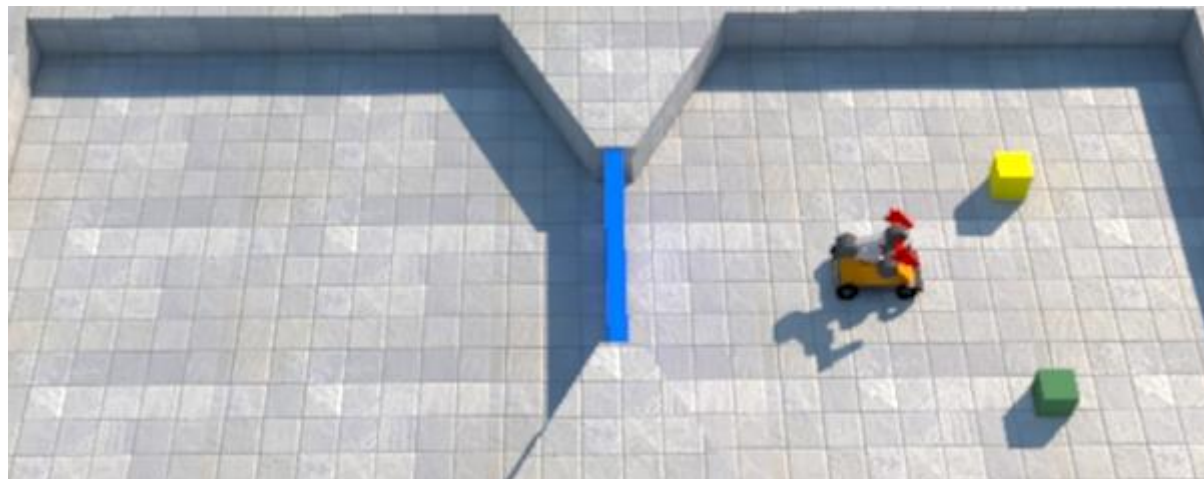


# Ejemplo STRIPS – Estado Corriente

Estado Corriente EC se modifica Únicamente en el momento que se saca una  
Acción de la Pila de Objetivos

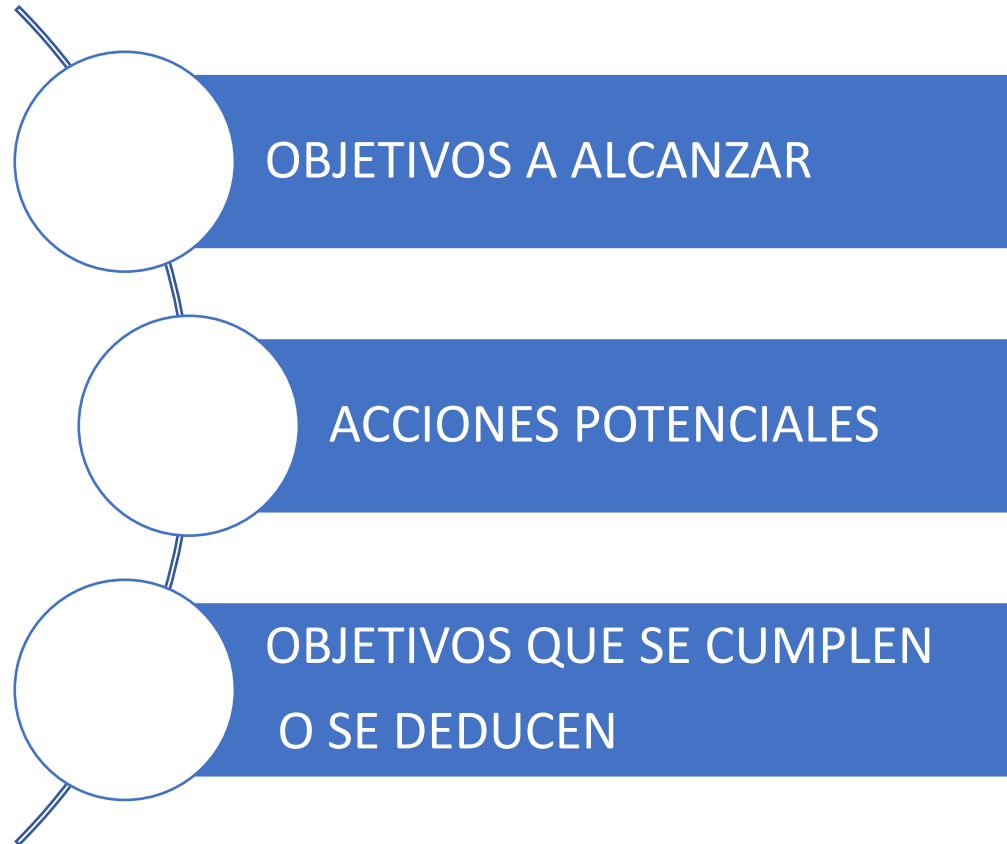
Entre tanto EC se usa para **validar objetivos** sacados de la pila  
ya sea directamente o a través de la aplicación de los axiomas

$$EC = EC1 = EI = \{\text{robot}(H2), \text{en}(A, H2), \text{en}(V, H2)\}$$





# Ejemplo STRIPS – Pila de Objetivos

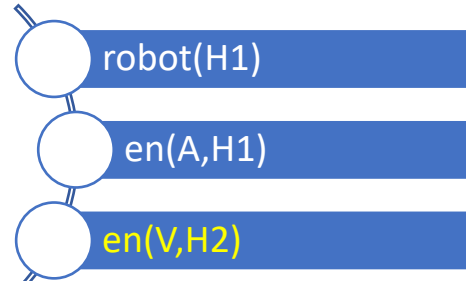


- Se inicializa con el estado final deseado.
- Se adicionan y quitan elementos de la pila acorde con la aplicación de “Medios y Fines”.
- El plan está listo cuando se logra tener la pila vacía.

# Ejemplo STRIPS – PO Inicial

PO\_1a

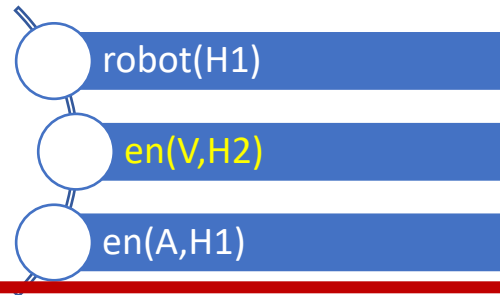
EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)



**E Fin** = {robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)}

PO\_1b

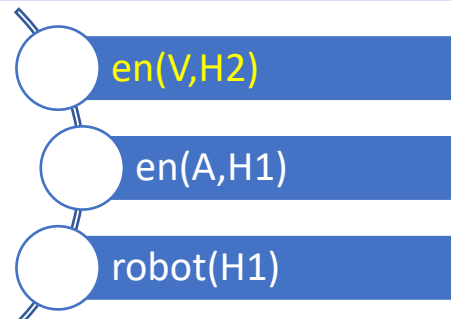
EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)



**PorCuál Alternativa  
Comenzar??**

PO\_1c

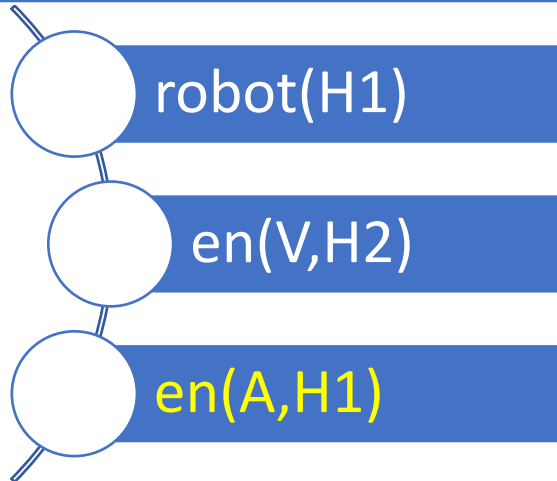
EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)



# STRIPS – Proceso Taller

PO\_1b

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)



EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

- $\rightarrow$  No se cumple por el estado EC1 ni por axiomas.
- $\rightarrow$  Se alcanza el objetivo mediante una acción.
- $\rightarrow$  La acción que se acopla es la de Soltar().

# STRIPS – Proceso Taller

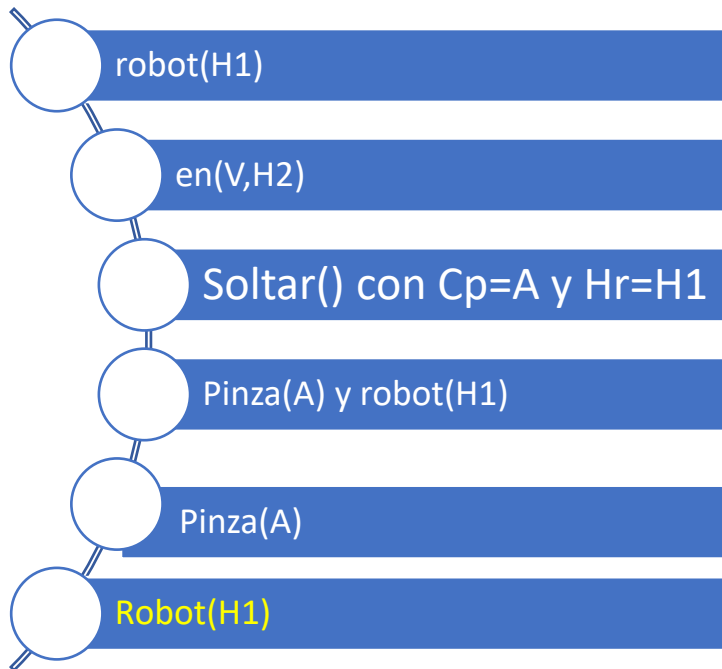


Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

$EC1 = \{\text{robot}(H2), \text{en}(A, H2), \text{en}(V, H2)\}$

**PO\_2b1**

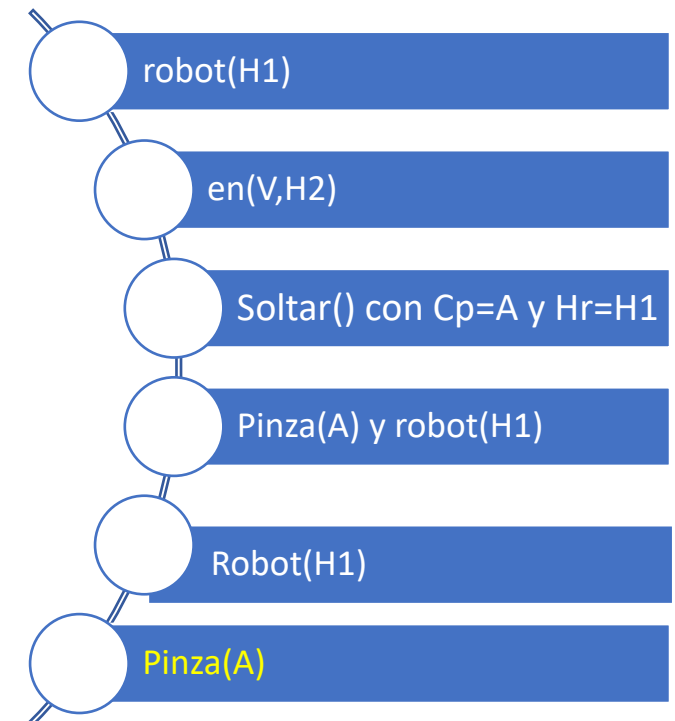
EF  $\rightarrow$  robot(H1), en(A, H1), en(V, H2)



Se toma cualquier pila en este caso la PO\_2b1, para observar que vamos a realizar backtracking para devolvemos y tomar la pila PO\_2b2.

**PO\_2b2**

EF  $\rightarrow$  robot(H1), en(A, H1), en(V, H2)

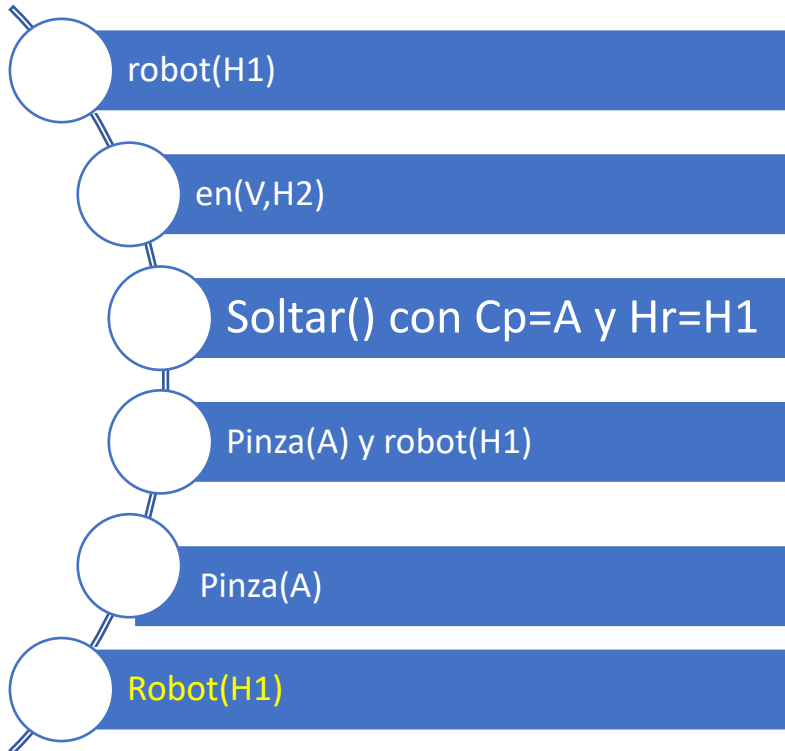


# STRIPS – Proceso Taller

PO\_2b1

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}



- $\rightarrow$  No se cumple por el estado EC1 ni por axiomas.
- $\rightarrow$  Se alcanza el objetivo mediante una acción.
- $\rightarrow$  La acción que se acopla es la de Pasar().



## PO\_3b1

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Pinza(A)
- pasar (Hi2,Hf2) con Hf2=H1,Hi2 queda sin unificar
- Robot(Hi2) ^ puerta(H2,H1)
- Robot(H2)
- Puerta(H2,H1)  $\rightarrow$  se cumple por los axiomas a3 y a4 con Hi2=H2  $\rightarrow$  Se elimina de la pila.

# STRIPS – Proceso Taller



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

## PO\_4b1

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Pinza(A)
- pasar (Hi2,Hf2) con Hf2=H1,Hi2 queda sin unificar
- Robot(H2) ^ puerta(H2,H1)
- Robot(H2)  $\rightarrow$  El objetivo se cumple en nuestro EC1  $\rightarrow$  se elimina de la pila

# STRIPS – Proceso Taller

## PO\_5b1

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Pinza(A)
- pasar (Hi2,Hf2) con Hf2=H1,Hi2 queda sin unificar
- Robot(H2) ^ puerta(H2,H1)  $\rightarrow$  Es cierta por el estado y puerta por los axiomas a3 y a4  $\rightarrow$  se elimina de la pila

# STRIPS – Proceso Taller



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

PO\_6b1

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Pinza(A)
- Pasar (Hi2,Hf2) con Hf2=H1,Hi2=H2  $\rightarrow$  Se elimina de la pila y se cambia el estado corriente se agrega la acción en nuestra lista PLAN

PLAN={Pasar{H2,H1}}

EC2= {robot(H1),en(A,H2),en(V,H2)}

# STRIPS – Proceso Taller

## PO\_7b1

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC2 = {robot(H1),en(A,H2),en(V,H2)}

- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- **Pinza(A)**  $\rightarrow$  Se aplica una acción pero esto implica un ciclo en que regrese a H2 el robot

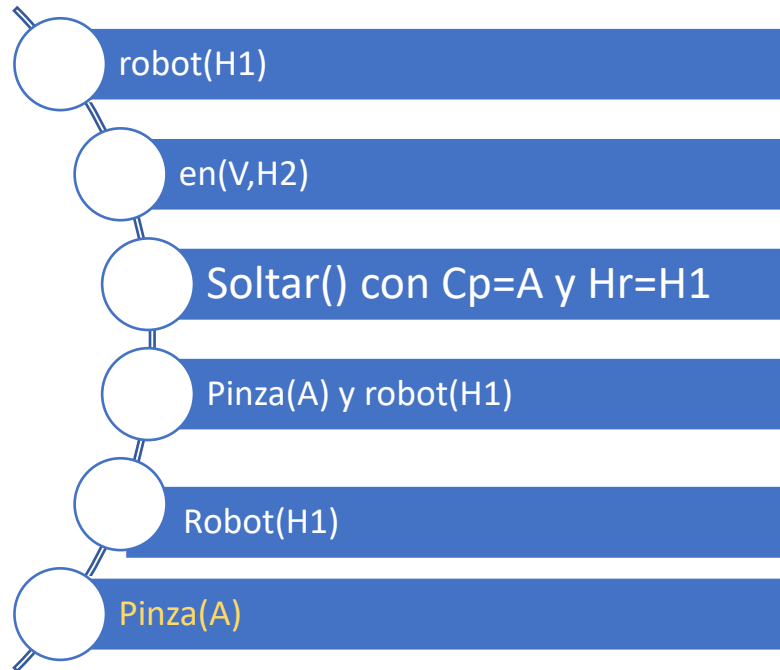
**PO\_2b1 no fue la mejor opción backtracking a PO\_2b2**



# STRIPS – Proceso Taller

PO\_2b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)



EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

- $\rightarrow$  No se cumple por el estado EC1 ni por axiomas.
- $\rightarrow$  Se alcanza el objetivo mediante una acción.
- $\rightarrow$  La acción que se acopla es la de Coger().

# STRIPS – Proceso Taller

## PO\_3b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Robot(H1)
- Coger(Cc2) con Cc2=A, Hr2 esta sin instanciar
- Plib()<sup>^</sup>en(A,Hr2) <sup>^</sup>robot(Hr2)
- En(A,Hr2)
- Robot(Hr2)
- Plib()  $\rightarrow$  se cumple el objetivo por los axiomas a5 y a1, donde la pinza esta libre si no contiene una caja, se elimina de la pila.

# STRIPS – Proceso Taller

## PO\_4b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Robot(H1)
- Coger(Cc2) con Cc2=A, Hr2 esta sin instanciar
- Plib() $\wedge$ en(A,Hr2)  $\wedge$ robot(Hr2)
- En(A,Hr2)
- Robot(Hr2) con Hr2=H2  $\rightarrow$  Se cumple el objetivo por el estado corriente  $\rightarrow$  Se elimina de la pila

# STRIPS – Proceso Taller



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

## PO\_5b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Robot(H1)
- Coger(Cc2) con Cc2=A, Hr2 esta sin instanciar
- Plib()<sup>en(A,Hr2)</sup> ^robot(Hr2)
- En(A,Hr2)  $\rightarrow$  Con Hr2 = H2 se cumple en el estado corriente se elimina de la pila

EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

# STRIPS – Proceso Taller

## PO\_6b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Robot(H1)
- Coger(Cc2) con Cc2=A, Hr2 esta sin instanciar
- $\text{Plib()}\wedge\text{en(A,H2)}\wedge\text{robot(H2)} \rightarrow$  Es cierta por el estado EC1 y plib por los axiomas a5 y a1  $\rightarrow$  se elimina de la pila

EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}



# STRIPS – Proceso Taller



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

## PO\_7b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Robot(H1)
- Coger(Cc2) con Cc2=A, Hr2 = H2

PLAN={Coger(A)}

EC2= {robot(H2),pinza(A),en(V,H2)}

EC1 = {robot(H2),en(A,H2),en(V,H2)}

# STRIPS – Proceso Taller

## PO\_8b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Robot(H1)  $\rightarrow$  No se cumple por el estado EC2 ni por axiomas.  
 $\rightarrow$  Se alcanza el objetivo mediante una acción.  
 $\rightarrow$  La acción que se acopla es la de Pasar().

EC2 = {robot(H2),Pinza(A),en(V,H2)}

# STRIPS – Proceso Taller



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

## PO\_9b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC2 = {robot(H2),Pinza(A),en(V,H2)}

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Pasar(Hi2,Hf2) con Hf2=H1,Hi2=H2
- Robot(H2) ^puerta(H2,H1)
- Robot(H2)
- Puerta(Hi2,H2)  $\rightarrow$  Se cumple por los axiomas a3 y a4 con Hi2=H2, se elimina de la pila

# STRIPS – Proceso Taller

## PO\_10b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC2 = {robot(H2),Pinza(A),en(V,H2)}

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Pasar(Hi2,Hf2)
- Robot(H2) ^puerta(H2,H1)
- Robot(H2)  $\rightarrow$  Se cumple el objetivo ya que esta en el estado corriente EC2, se elimina de la pila

# STRIPS – Proceso Taller

## PO\_11b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Pasar(Hi2,Hf2)
- Robot(H2) ^puerta(H2,H1)  $\rightarrow$  Se encuentra en el estado corriente EC2 y por los axiomas a3 y a4 se cumple

EC2 = {robot(H2),Pinza(A),en(V,H2)}



# STRIPS – Proceso Taller

## PO\_12b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)
- Pasar(Hi2,Hf2) con Hf2=H1,Hi2=H2  $\rightarrow$  Se elimina de la pila y la acción se agrega en la lista de PLAN

PLAN={Coger(A), Pasar(H2,H1)}

EC3={robot(H1), Pinza(A),en(V,H2)}

EC2 = {robot(H2),Pinza(A),en(V,H2)}

# STRIPS – Proceso Taller



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

## PO\_13b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1
- Pinza(A) y robot(H1)  $\rightarrow$  Se cumple por axiomas y el objetivo cumple con el estado corriente EC3, se elimina de la pila

EC3={robot(H1), Pinza(A),en(V,H2)}

# STRIPS – Proceso Taller

## PO\_14b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC3={robot(H1), Pinza(A),en(V,H2)}

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)
- en(V,H2)
- Soltar() con Cp=A y Hr=H1  $\rightarrow$  Se elimina de la pila y la acción se agrega en la lista de PLAN

PLAN={Coger(A), Pasar(H2,H1),Soltar()}

EC4={robot(H1), en(A,H1),en(V,H2)}

# STRIPS – Proceso Taller

PO\_15b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC4={robot(H1), en(A,H1),en(V,H2)}

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)
- en(V,H2)  $\rightarrow$  Se cumple el objetivo ya que esta en el estado corriente EC4, se elimina de la pila

# STRIPS – Proceso Taller



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

PO\_16b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC=EC4={robot(H1), en(A,H1),en(V,H2)}

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)
- robot(H1)  $\rightarrow$  Se cumple el objetivo ya que esta en el estado corriente EC4, se elimina de la pila

# STRIPS – Proceso Taller

PO\_17b2

EF  $\rightarrow$  robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

EC=EC4={robot(H1), en(A,H1),en(V,H2)}

- robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)

→ Se cumple el objetivo ya que esta en el estado corriente EC4,  
se elimina de la pila

# STRIPS – Proceso Taller



Pontificia Universidad  
**JAVERIANA**  
Bogotá

PO\_18b2

PLAN FINAL = {Coger(A), Pasar(H2,H1),Soltar()}

EC = EF = {robot(H1),en(A,H1),en(V,H2)}

EC4={robot(H1), en(A,H1),en(V,H2)}

Observamos que la pila quedo vacía, garantizando el éxito y el despliegue del PLAN