



# Técnicas de Planificación Automática

CURSO GRUPO BANCOLOMBIA

Universidad Nacional de Colombia  
Ingrid-Durley Torres, Ph.D & Jaime Alberto Guzmán Luna, Ph.D

FACULTAD DE MINAS  
Sede Medellín

*SINTELWEB*  
Grupo de Investigación  
Sistemas Inteligentes Web



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA



## Contenido

- Definición
- Representación
- Ejemplos de planificación
- Modelado con PDDL
- Planificador STRIP

FACULTAD DE MINAS  
Sede Medellín

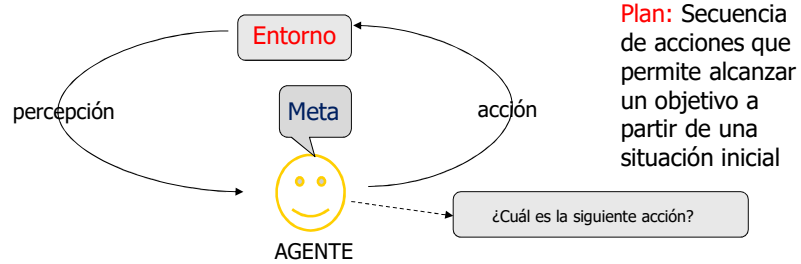
*SINTELWEB*  
Grupo de Investigación  
Sistemas Inteligentes Web



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

## Definición planificación

- **Objetivo:** Construir programas de computador que sean capaces de decidir su propio comportamiento a la hora de resolver un problema

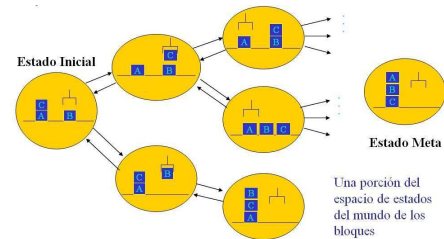
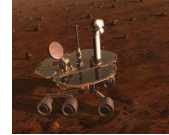


## Definición planificación

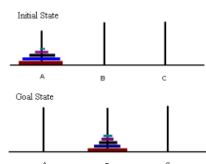


## Definición Planificación

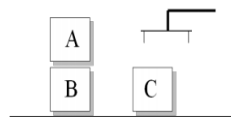
- Búsqueda en espacio de estados:
  - Representación atómica de los estados.
  - Estado inicial y estado objetivo
  - Conocer las acciones
  - Usar acciones con lógica



## Ejemplos tradicionales



1	3	6	11
9	8	12	
10	4	13	15
2	7	14	5



## Representación: estados



Problema: Cambiar una rueda

- Estado inicial,  $s_0$  :
  - en(eje, rueda\_pinchada),
  - en(maletero, rueda\_repuesto),
  - en(vehículo, suelo)
- Estado objetivo,  $s_g$  :
  - en(eje, rueda\_repuesto),
  - en(maletero, rueda\_pinchada),
  - en(vehículo, suelo)

### Acciones:

Sacar la rueda de repuesto del maletero:

- **QUITAR(RUEDA-REPUESTO,MALETERO)**  
*Prec.:* EN(RUEDA-REPUESTO,MALETERO)  
*Efec.:* EN(RUEDA-REPUESTO,SUELO),  
 -EN(RUEDA-REPUESTO,MALETERO)

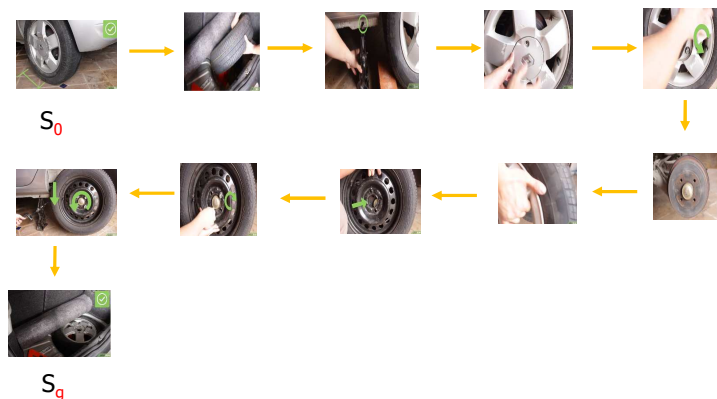
Quitar la rueda pinchada del eje:

- **QUITAR(RUEDA-PINCHADA,EJE)**  
*Prec.:* EN(RUEDA-PINCHADA,EJE)  
*Efec.:* -EN(RUEDA-PINCHADA,EJE),  
 EN(RUEDA-PINCHADA,SUELO)

Colocar la rueda de repuesto en el eje:

- **PONER(RUEDA-REPUESTO,EJE)**  
*Prec.:* -EN(RUEDA-PINCHADA,EJE), EN(RUEDA-REPUESTO,SUELO)  
*Efec.:* -EN(RUEDA-PINCHADA,SUELO),  
 EN(RUEDA-REPUESTO,EJE)

## Representación: plan



## Definición Planificación

- Heurísticas independientes del dominio
- Muchas acciones (Mundo complejo)
- Diversa expresividad

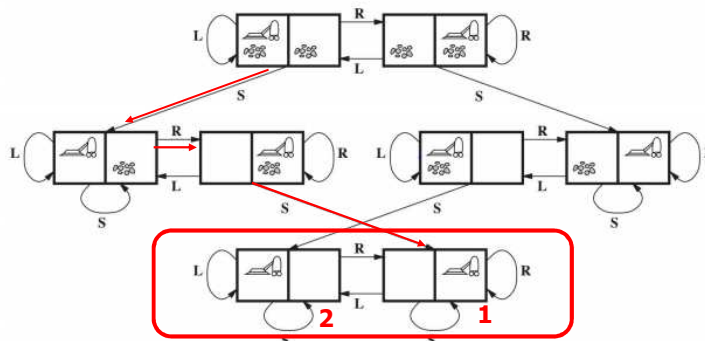


**Idea:** usar la lógica para representar estados, acciones y objetivos, y algoritmos que operan sobre esta representación

## Algoritmo Strips

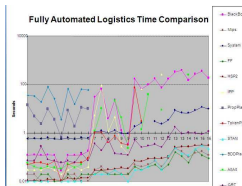


PROBLEMA DE LA  
ASPIRADORA



## Modelado con PDDL

- Desde 1998 cada dos años, se ha venido organizando una competencia de planificadores, IPC ("International Planning Competition")
  - <http://icaps19.icaps-conference.org/>



- Se necesitaba un lenguaje común para poder especificar dominios y problemas de forma común para todos los planificadores y se creó PDDL

## Modelado con PDDL

- Lenguaje PDDL (*Planning Domain Definition Language*):
  - Formalismo lógico para representar los estados.
  - Tipo de representación más usada.
- Representación mediante variables de estado:
  - Uso de funciones para representar los estados.
  - Expresividad equivalente al lenguaje PDDL.

## Modelado con PDDL

- El **PDDL** (Planning Domain Definition Language) (Ghallab et al., 1998 \*\* de Sonoma)
  - Competición Internacional de Planificación
- El **PDDL1.2** (utilizado en el IF)
  - Un modelo de acciones básicas
  - Efectos condicionales y cuantificados
  - Especificación de acciones
  - Definición de axiomas del dominio
  - Definición de acciones, que definen relaciones
  - Especificación de restricciones
- El **PDDL2.1** (IPC-2002) aumentó
  - Las variables numéricas y literales
  - Las acciones con duración
- El **PDDL2.2** (IPC-2004) amplió
  - Predicados derivados que se definen recursivamente
  - Literales iniciales temporales
- El **PDDL3.0** (IPC-2006) enriqueció
  - Las restricciones en las transiciones
  - Las preferencias de objetivos
- El **PDDL3.1** (IPC-2008) soportó
  - STRIPS funcional es una extensión de STRIPS funcional mapea lo

Como hay diferentes niveles de expresividad posibles, cada descripción en PDDL dice los requisitos necesarios para procesarla. Los más comunes son:

- :strips** → expresividad como en STRIPS
- :equality** → el dominio usa el predicado =
- :typing** → el dominio define tipos de vars.
- :adl** → expresividad extendida:
  - 1) Disyunciones y cuantificadores en precondiciones y objetivos,
  - 2) Efectos cuantificados y condicionales

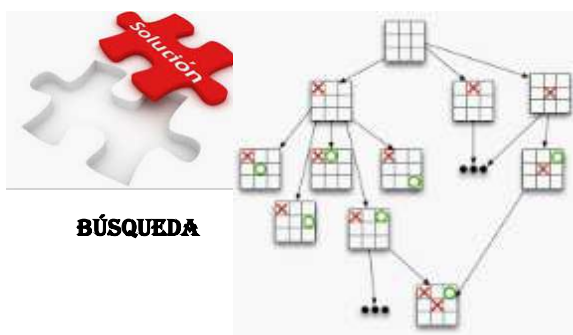
en dicho evento

permiten abordar problemas más complejos que se satisfacen en un estado en contraposición a las que deben cumplirse durante todo el proceso de planificación.

de tales conceptos pueden ser definidos de forma que el agente de planificación hace.

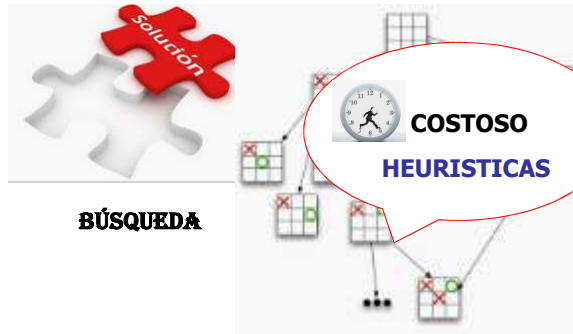
rales del problema de planificación a verdadero o falso, el

## Resolviendo con planificador



- Búsqueda óptima
  - Estados
  - Planes
  - Hacia adelante
  - Hacia atrás
- Plan optimo

# Resolviendo con planificador



- Búsqueda óptima



relajación, ritos

## Un planificador PDDL

LPG

fully-automated domain-independent planner for PDDL2.2 domains

Awarded at the 4th International Planning Competition (IPC4)  
top performer at IPC4 in domains involving "Timed Initial Literals"

```

Símbolo del sistema
\CURSO IA-2018\Clase10\DominiosTallerClase>lpg -o domainBloques.pddl -f proble
bloques.pddl -n 1

Parsing domain file: domain 'MUNDOBLOQUES' defined ... done.
Parsing problem file: problem 'EJEMPLO' defined ... done.

Validity: Incremental Planner
Number of actions : 24
Number of conditional actions : 0
Number of facts : 19

Analyzing Planning Problem:
Temporal Planning Problem: NO
Numeric Planning Problem: NO
Problem with Timed Initial Literals: NO
Problem with Derived Predicates: NO

Evaluation function weights:
Action duration 0.00; Action cost 1.00
  
```

```

; Version LPG-td-1.0
; Seed 5722342
; Command line: lpg -o domainBloques.pddl -f problemBloques.pddl -n 1
; Problem problemBloques.pddl
; Actions having STRIPS duration
; Time 0.00
; Search time 0.00
; Parsing time 0.00
; Mutex time 0.00
; Quality 6

Time 0.00

0: (QUITAR C A) [1]
1: (DEJAR C) [1]
2: (LEVANTAR B) [1]
3: (PONER B C) [1]
4: (LEVANTAR A) [1]
  
```



# Aplicaciones



**Robótica de servicios**



**Composición de web services**



**Composición WF**



**Composición Rutas de Aprendizaje**



**Logística**



**Video juegos**

# Aplicaciones



**Robótica de servicios**



Planificaciones:  
Autónoma, Colaborativa,  
Competitiva, Distribuida,  
Centralizada,



**Logística**



**Composición Rutas de Aprendizaje**



**Video juegos**