

Métodos de Aprendizaje Automático para Grounding en Planning Clásico

Julia Olcese

Director: Dr. Carlos Areces

FaMAF - Universidad Nacional de Córdoba

14 de marzo de 2025



Estructura de la presentación

1. Introducción
2. Marco teórico
3. El problema
4. Nuestra solución
5. Resultados
6. Conclusiones y trabajo futuro

Aprendizaje Automático y Planning

Ramas de la **Inteligencia Artificial**

Aprendizaje Automático

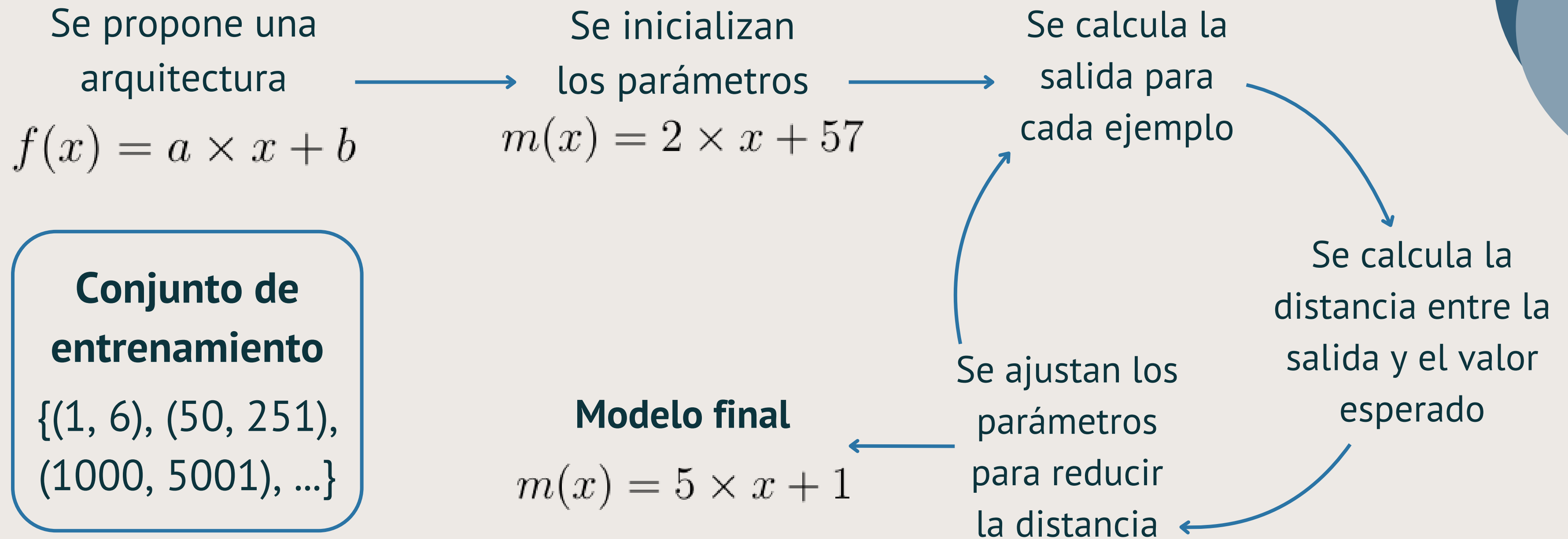
- Sistemas que mejoran su desempeño a partir de datos → Aprenden
- Útil para una gran variedad de problemas
- ChatGPT, sistemas de recomendación, etc.
- **No garantiza resultados correctos**

Planning

- Generar una secuencia de acciones para alcanzar un objetivo
- Necesita una representación precisa
- Rovers, gestión empresarial, etc.
- **Es correcto**

Aprendizaje Automático

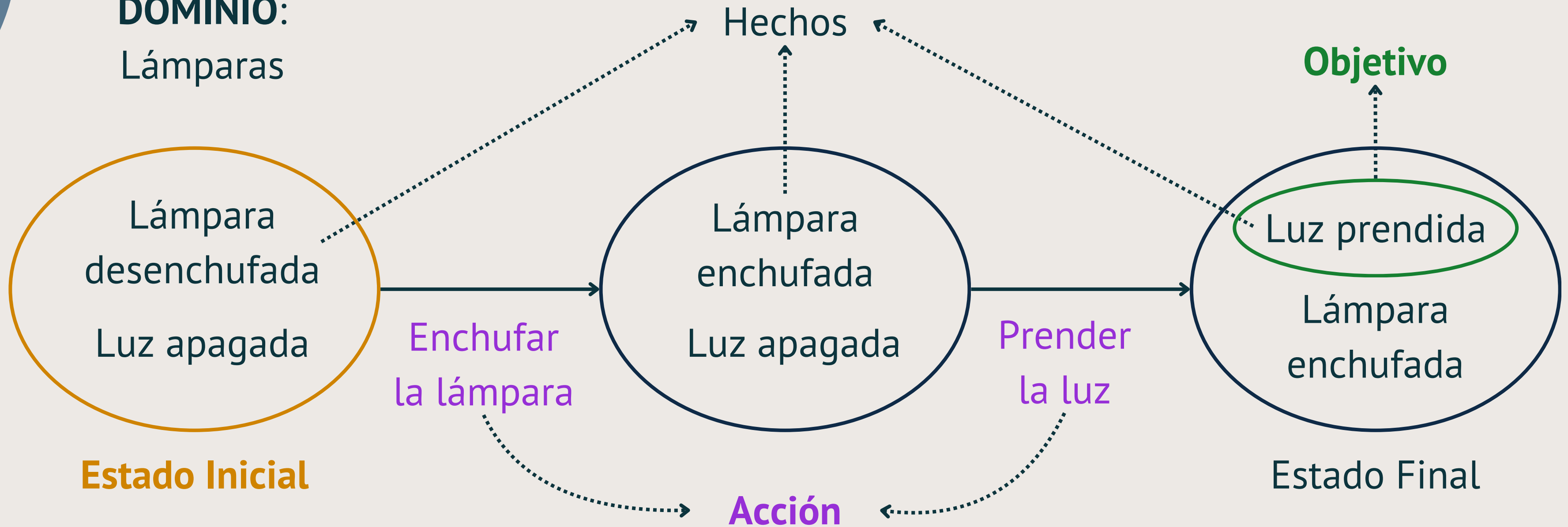
¿Cómo aprende? —→ **Aprendizaje Supervisado**



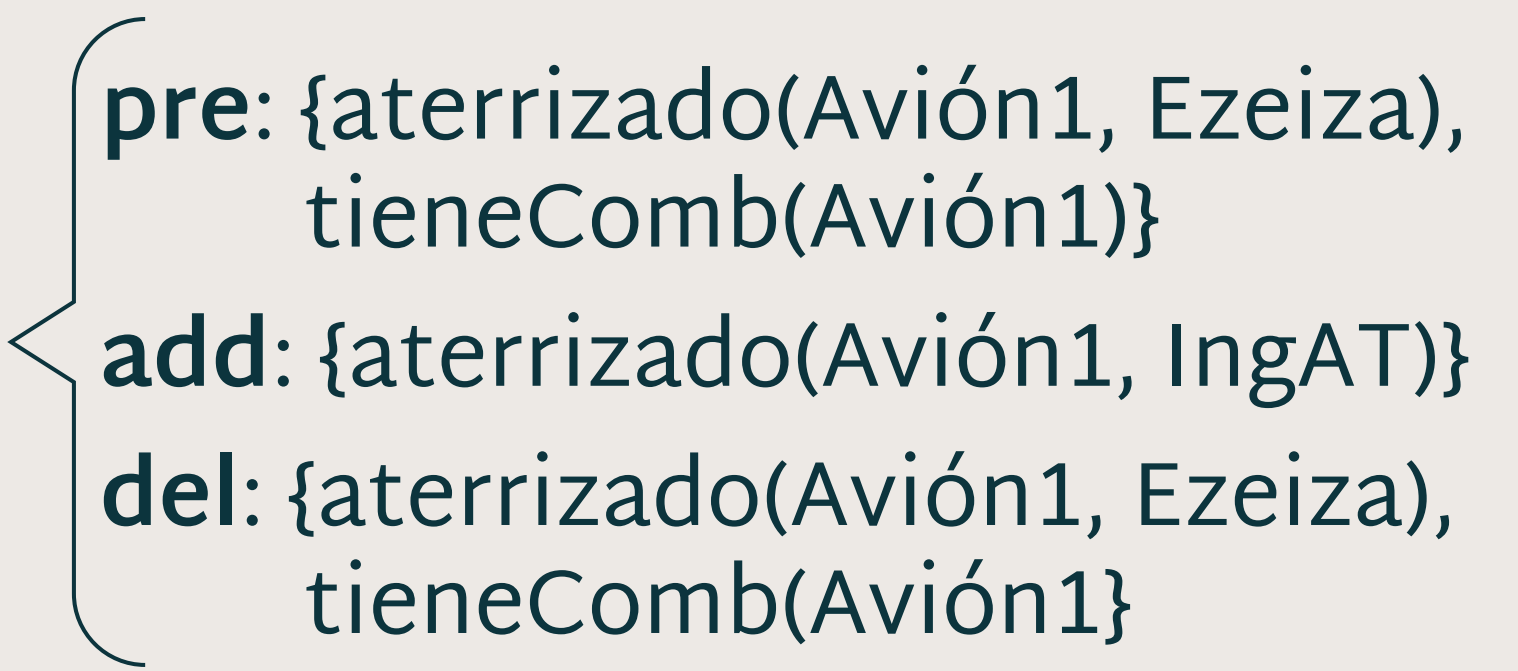
Planning

Elegir y organizar **acciones** para alcanzar un **objetivo** partiendo desde un **estado inicial**

DOMINIO:
Lámparas



STRIPS

- **Hechos** {atterrizado(Avión1, Ezeiza), tieneComb(Avión2), ...}
- **Operadores** volar(Avión1, Ezeiza, IngAT) 
 - pre:** {atterrizado(Avión1, Ezeiza), tieneComb(Avión1)}
 - add:** {atterrizado(Avión1, IngAT)}
 - del:** {atterrizado(Avión1, Ezeiza), tieneComb(Avión1)}
- **Estado inicial** {atterrizado(Avión1, Ezeiza)}
- **Objetivo** {atterrizado(Avión1, IngAT), tieneComb(Avión1)}

Problema de STRIPS

volar(Avión2, IngAT, Ezeiza)

pre: {aterrizado(Avión2, IngAT),
tieneComb(Avión2)}

add: {aterrizado(Avión2, Ezeiza)}

del: {aterrizado(Avión2, IngAT),
tieneComb(Avión2)}

volar(Avión2, Ezeiza, IngAT)

pre: {aterrizado(Avión2, Ezeiza),
tieneComb(Avión2)}

add: {aterrizado(Avión2, IngAT)}

del: {aterrizado(Avión2, Ezeiza),
tieneComb(Avión2)}

volar(Avión1, Ezeiza, IngAT)

pre: {aterrizado(Avión1, Ezeiza),
tieneComb(Avión1)}

add: {aterrizado(Avión1, IngAT)}

del: {aterrizado(Avión1, Ezeiza),
tieneComb(Avión1)}

¡Mucho texto!

PDDL

- Objetos **Variables** {avión, aero, aero'}
- Predicados {atterrizado(avión, aero), tieneComb(avión)}
- Esquemas de acciones volar(avión, aero, aero')
 - pre: {atterrizado(avión, aero), tieneComb(avión)}
 - add: {atterrizado(avión, aero')}
 - del: {atterrizado(avión, aero), tieneComb(avión)}
- Objetos **Constantes** {Avión1, Avión2, IngAT, Ezeiza}
- Estado inicial {atterrizado(Avión1, Ezeiza)}
- Objetivo {atterrizado(Avión1, IngAT), tieneComb(Avión1)}

Grounding

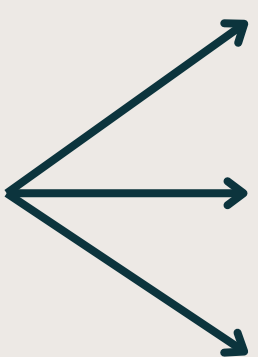
Instanciar esquemas de acciones y predicados para obtener operadores y hechos

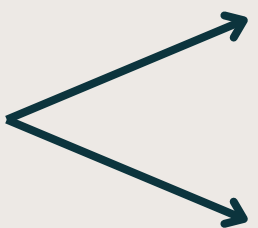
Variables:

{avión, aero, aero'}

Constantes

{Avión1, Avión2, IngAT, Ezeiza}

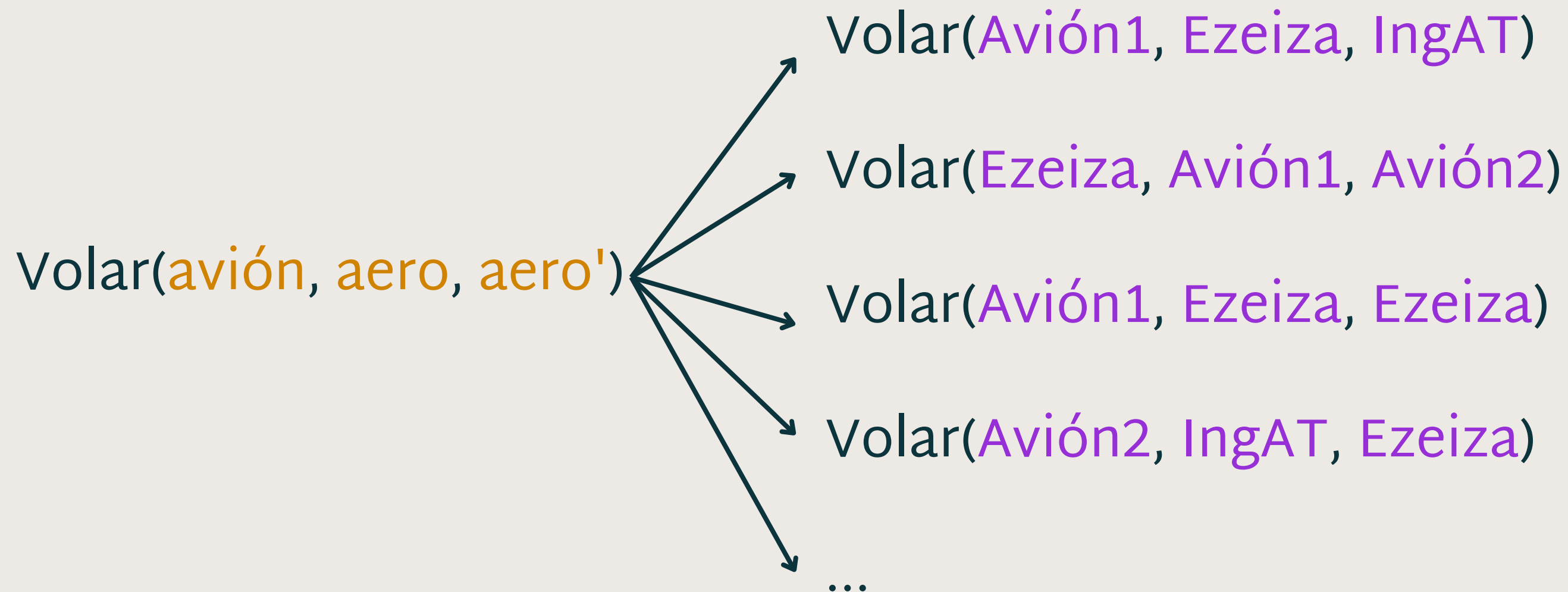
volar(avión, aero, aero')  volar(Avión1, Ezeiza, IngAT)
volar(Avión1, IngAT, Ezeiza)
...

tieneComb(avion)  tieneComb(Avión1)
tieneComb(Avión2)

El problema de Grounding

Variables:
{avión, aero, aero'}

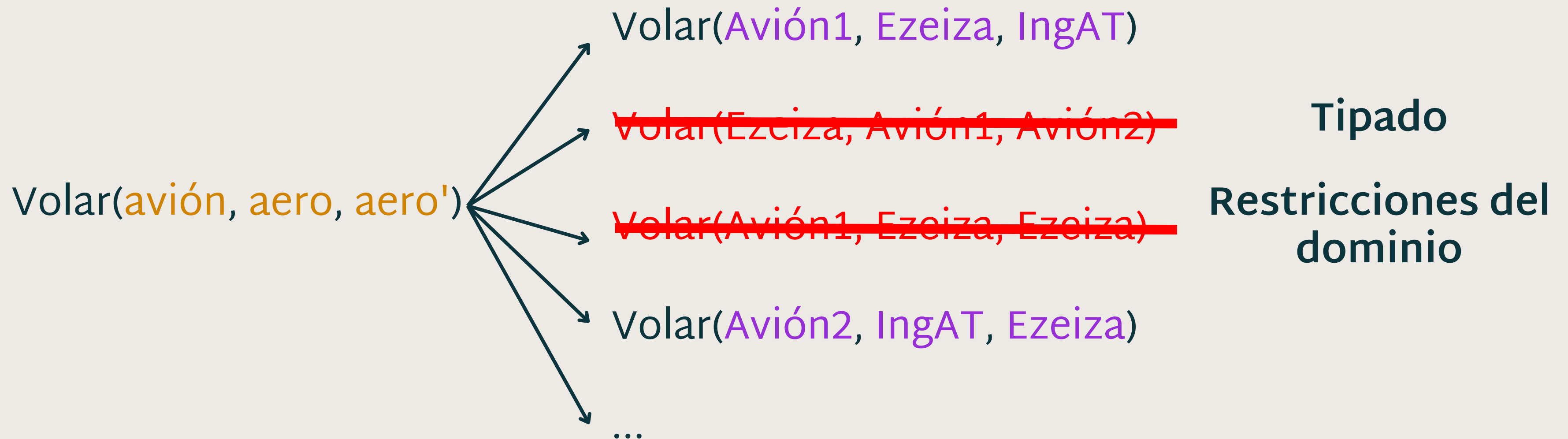
Constantes:
{Avión1, Avión2, IngAT, Ezeiza}



El problema de Grounding

Variables:
{avión, aero, aero'}

Constantes:
{Avión1, Avión2, IngAT, Ezeiza}



El problema de Grounding

Acciones

Volar(Avión2, IngAT, Ezeiza)

Volar(Avión1, Ezeiza, IngAT)

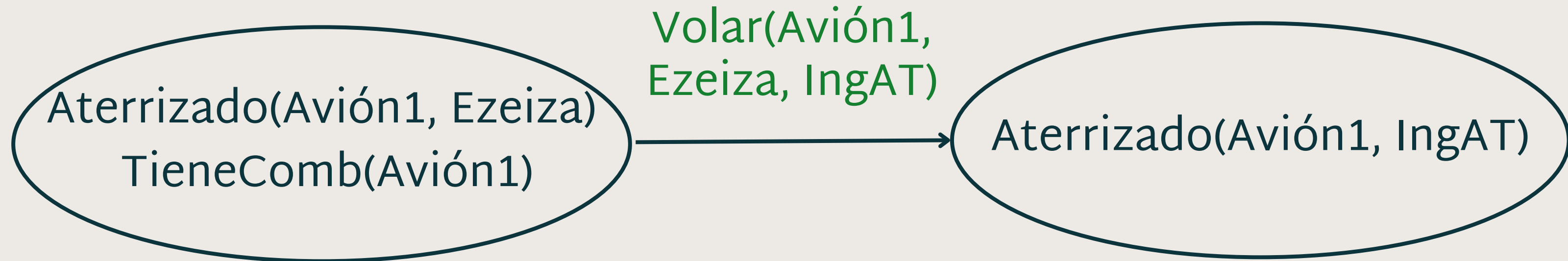
Aterrizado(Avión1, Ezeiza)
TieneComb(Avión1)

Aterrizado(Avión1, IngAT)

El problema de Grounding

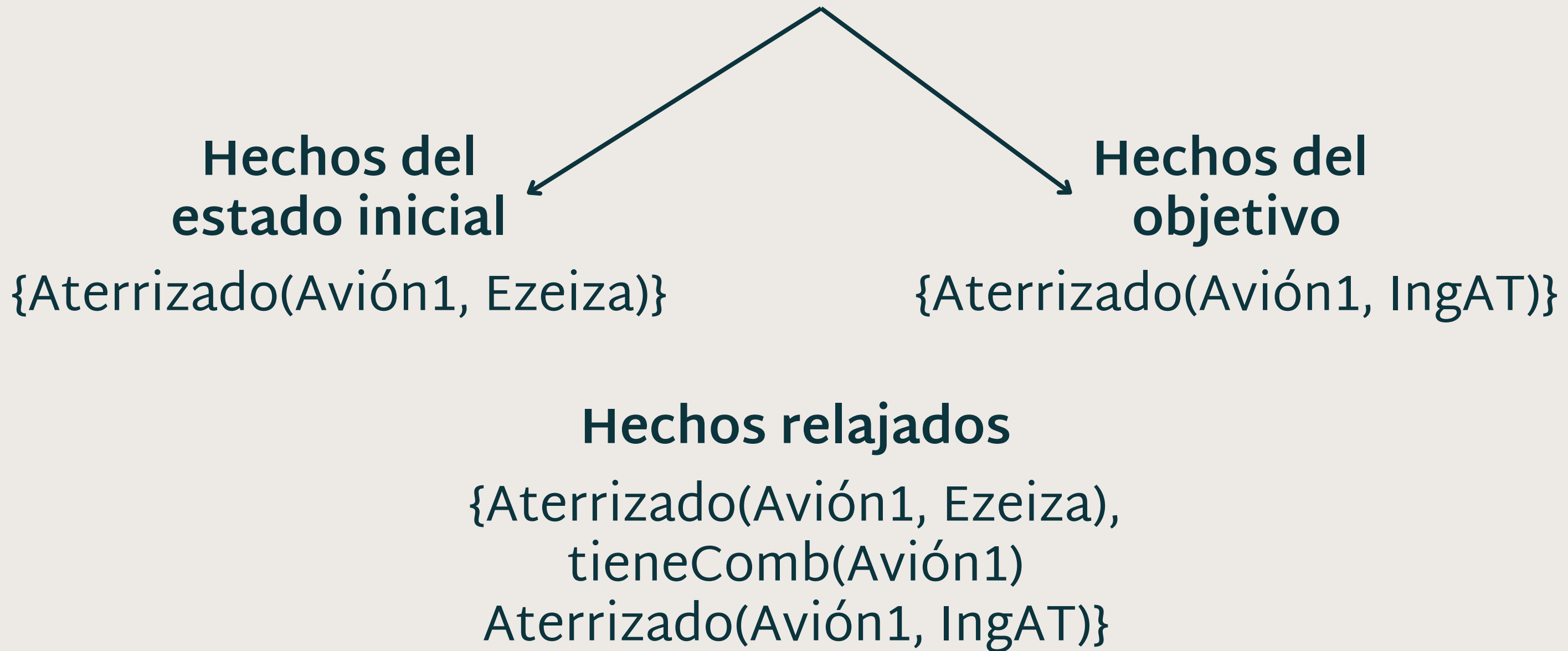
Acciones

Volar(Avión2, IngAT, Ezeiza) → Irrelevante para el problema
Volar(Avión1, Ezeiza, IngAT)

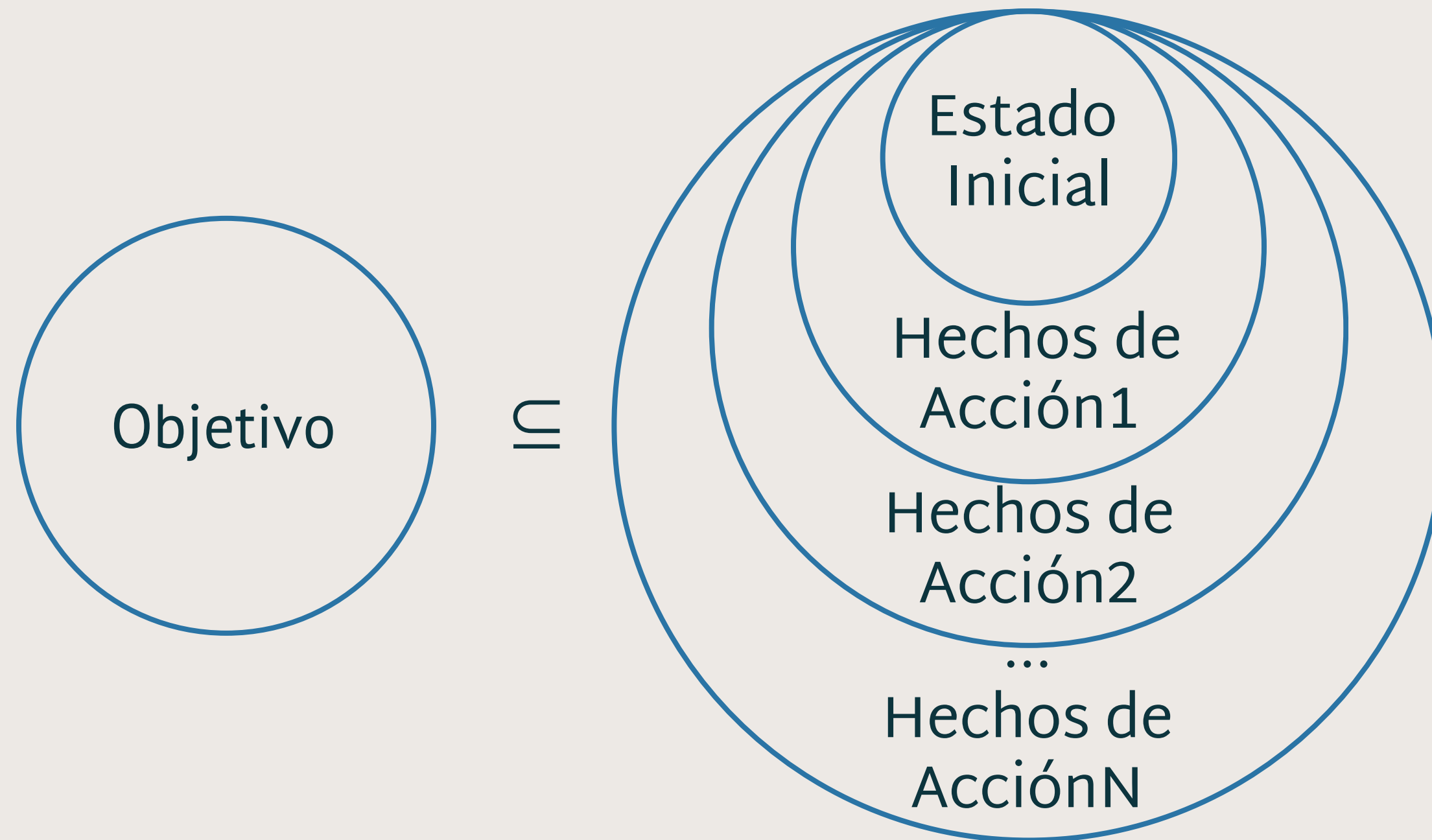


Grounding parcial con criterio heurístico

¿Qué acciones son relevantes para el problema? —→ Aprendizaje Automático



Hechos Relajados



¿Qué hacemos con los hechos relajados?

Hechos relajados

aterrizado(Avión1, Ezeiza)
tieneComb(Avión1)
aterrizado(Avión1, IngAT)

Plan

cargarComb(Avión1)
volar(Avión1, Ezeiza, IngAT)

Hechos
relajados

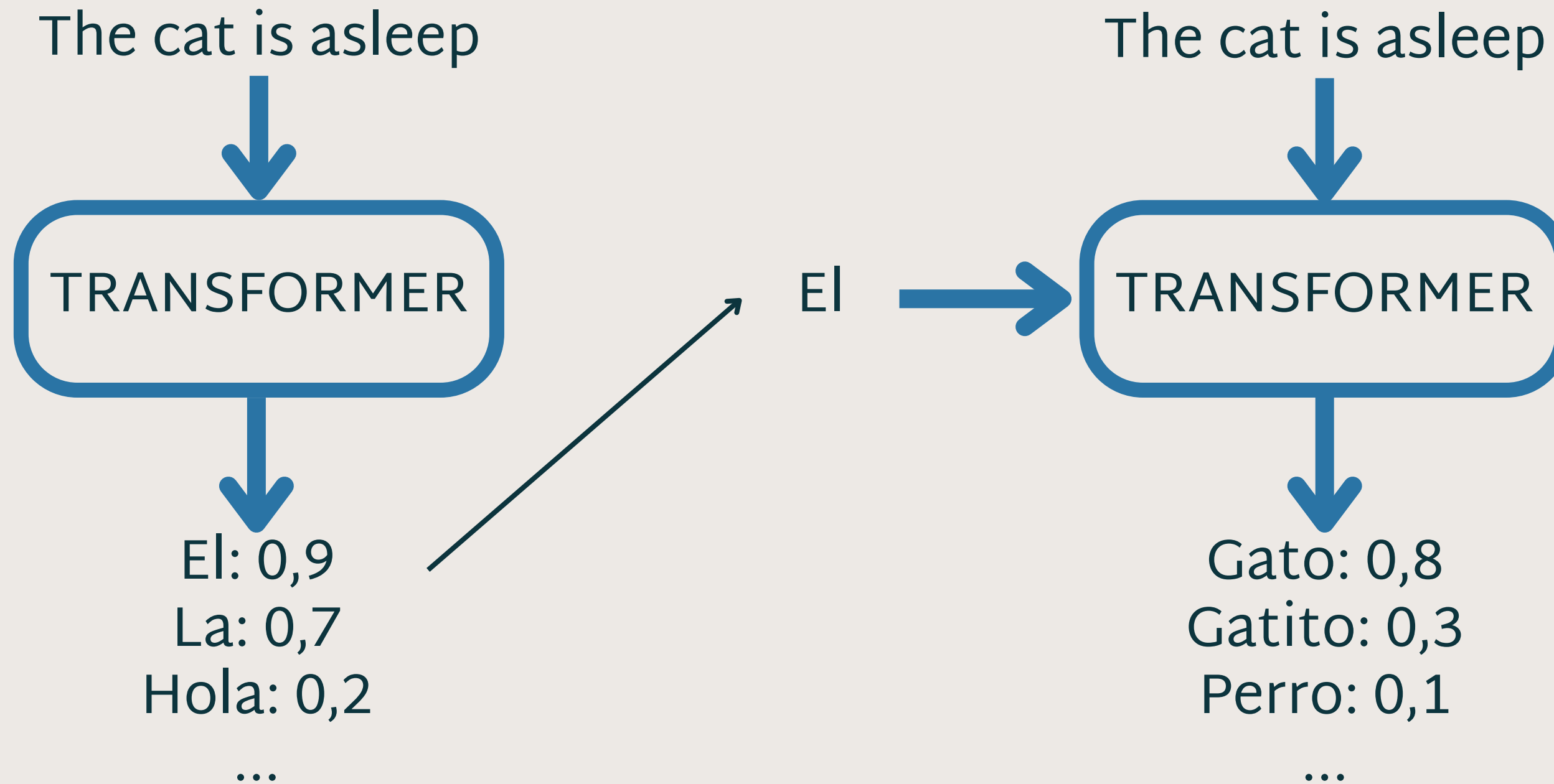


Modelo de
traducción



Plan
aproximado

Arquitectura Transformer



¿Cómo asignamos relevancia?



Acción 1 → Muy **distinta** a los testigos → **Nada relevante**
Acción 2 → **Parecida** algunos testigos → **Un poco relevante**
Acción 3 → **Igual** a algunos testigos → **Muy relevante**

...

Métrica usada: PUO

Porcentaje de operadores no instanciados

Acción1	0,70
Acción2	0,54
Acción3	0,50
Acción4	0,43
Acción5	0,30
Acción6	0,14

PUO: 0,66

Acción1	0,70
Acción4	0,54
Acción3	0,50
Acción6	0,43
Acción2	0,30
Acción5	0,14

PUO: 0,16

Generar testigos

¿Cómo usamos el modelo de traducción?

Greedy Decode

Elegir siempre el token más probable

Beam Search

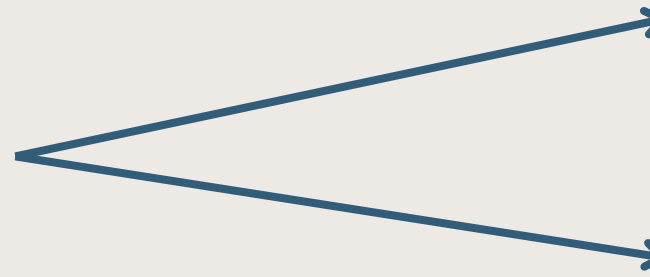
Mantener varias traducciones según su probabilidad acumulada

Conjunto de Testigos

cargarComb(Avión1)
volar(Avión1, Ezeiza, IngAT)

cargarComb(Avión1)
volar(Avión2, IngAT, Ezeiza)

volar(Avión1, Ezeiza, IngAT)



Distancia

¿Cómo usamos los testigos?

Conjunto de testigos

cargarComb(**Avión1**)

cargarComb(**Avión1**)

volar(**Avión2**, **Ezeiza**, **IngAT**)

volar(**Avión1**, **Ezeiza**, **IngAT**)

volar(**Avión2**, **IngAT**, **Ezeiza**)

dist 0/1

dist 0/1

dist 2/3

dist 3/3

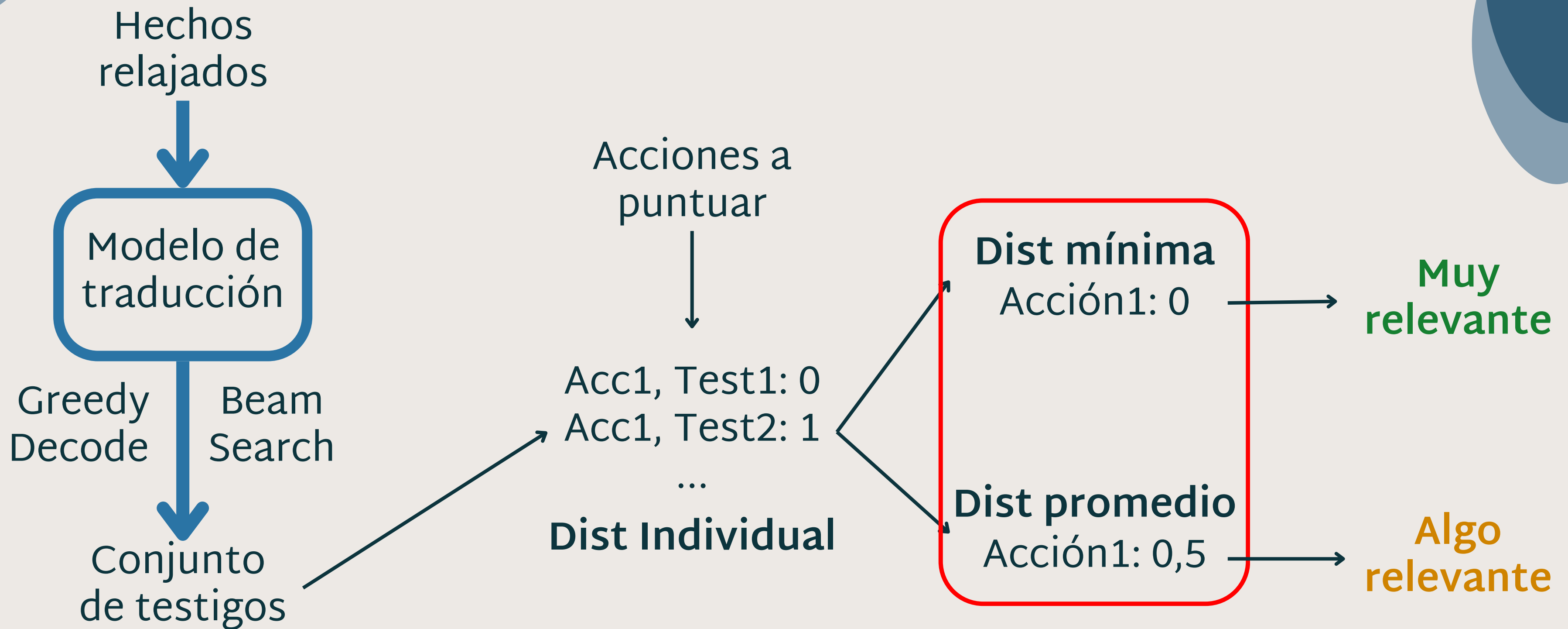
dist 0/3

Acciones a puntuar

cargarComb(Avión1)

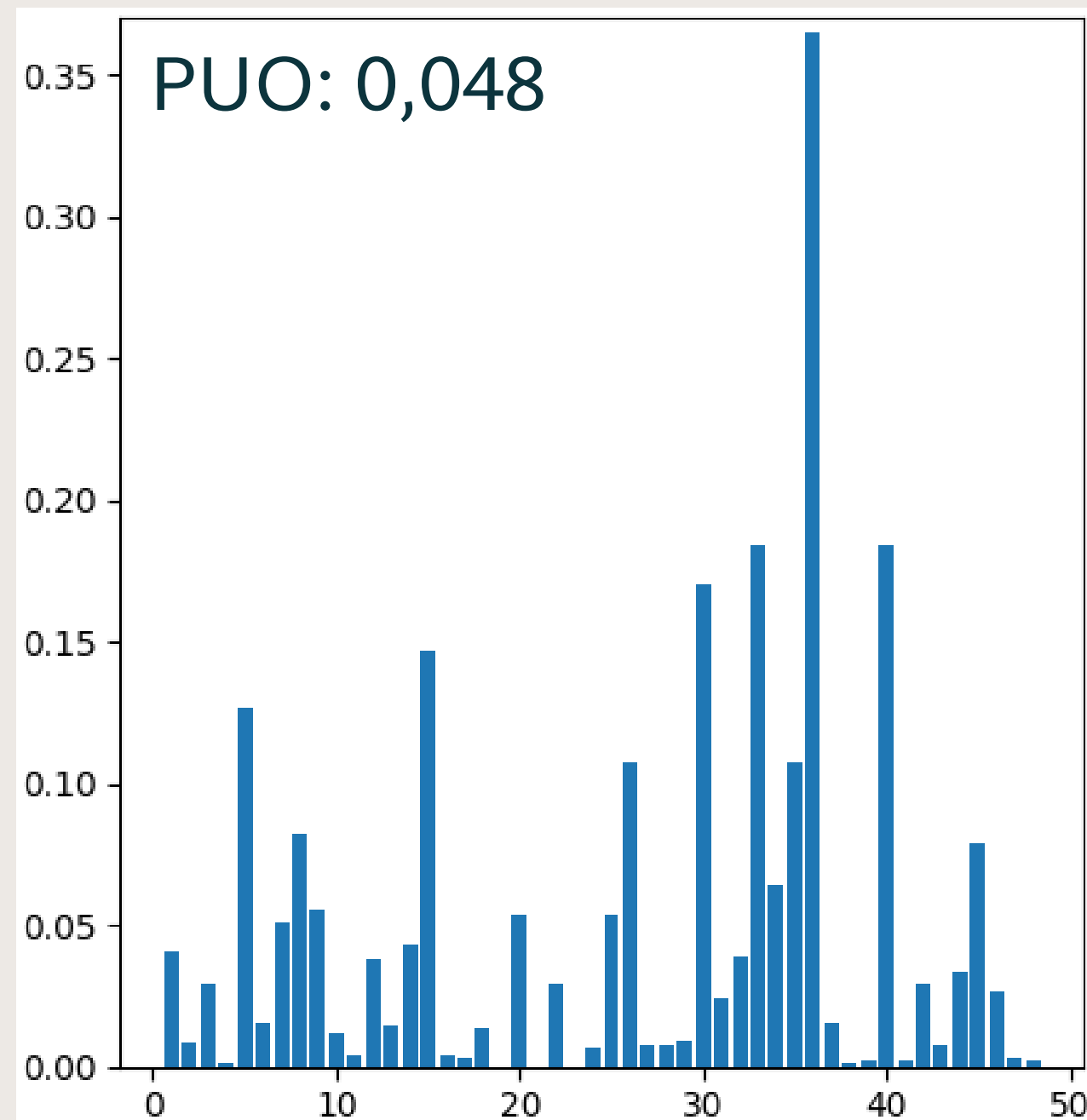
volar(Avión2, IngAT, Ezeiza)

Experimento 1: Función de distancia

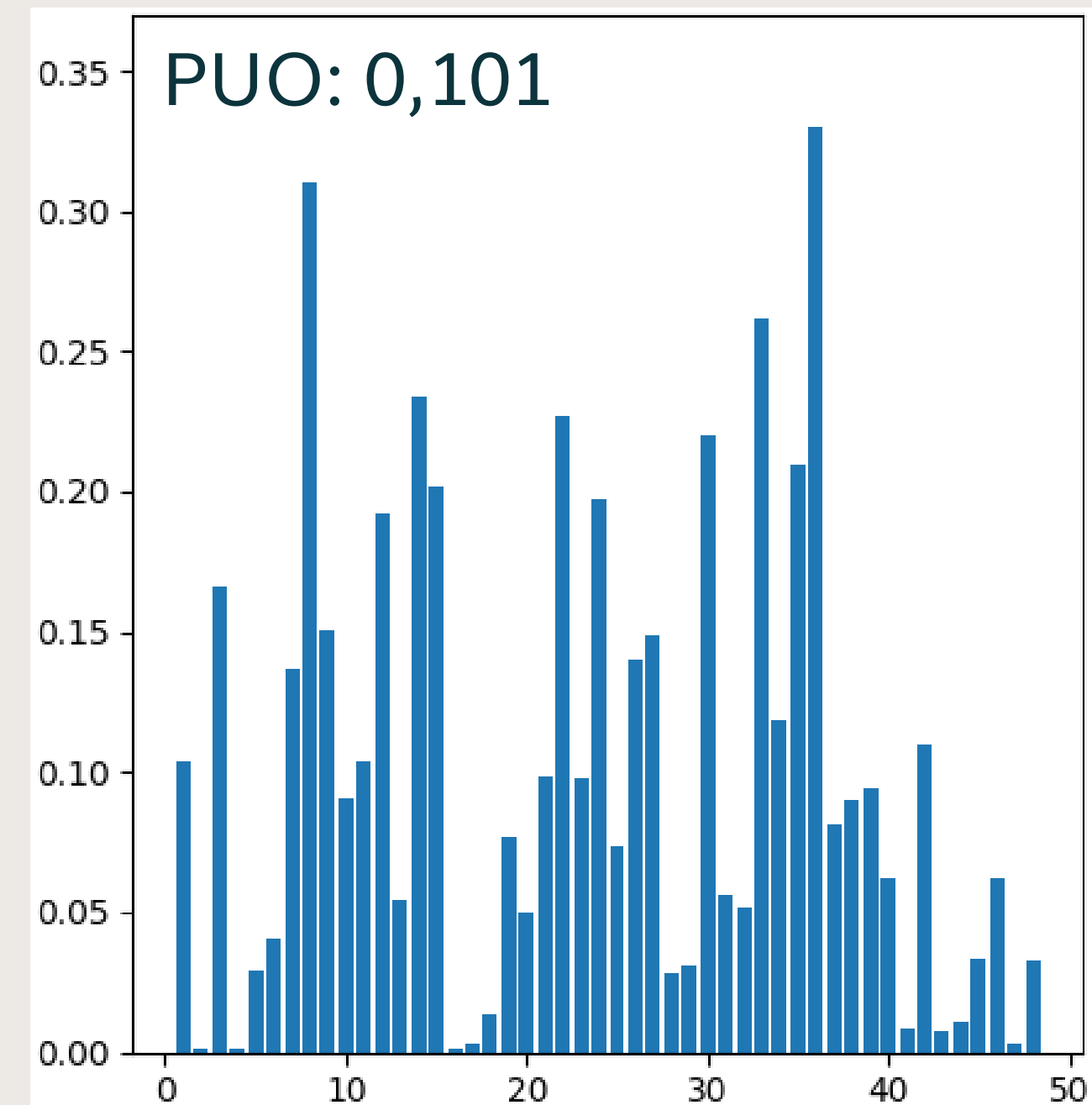


Experimento 1: Función de distancia

Distancia mínima



Distancia promedio



Objetos no presentes en los Hechos Relajados

¿Qué acciones parecen tener sentido?

Hechos relajados

aterrizado(Avión1, Ezeiza)
tieneComb(Avión1)
aterrizado(Avión1, IngAT)

Acciones a puntuar

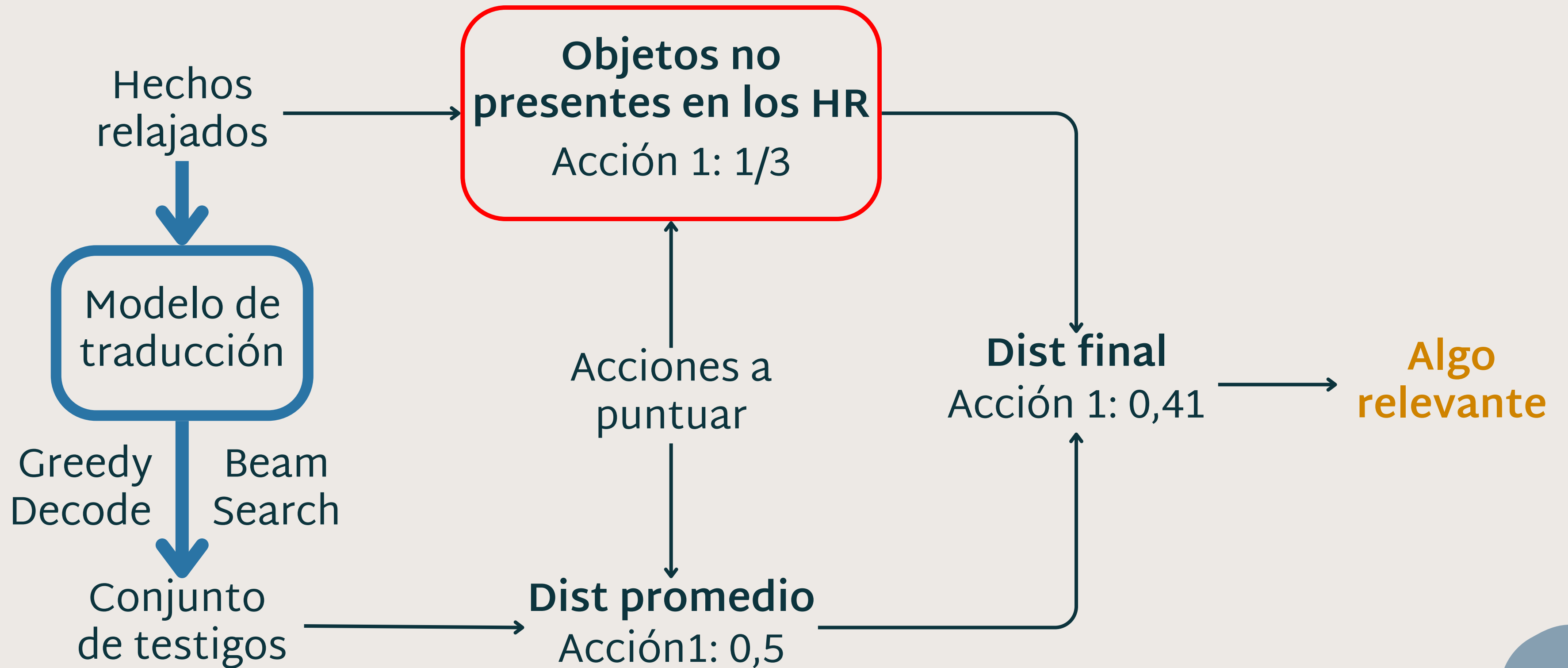
cargarComb(Avión1)

volar(Avión2, IngAT, Ezeiza)

Obj no presentes
en HR: 0

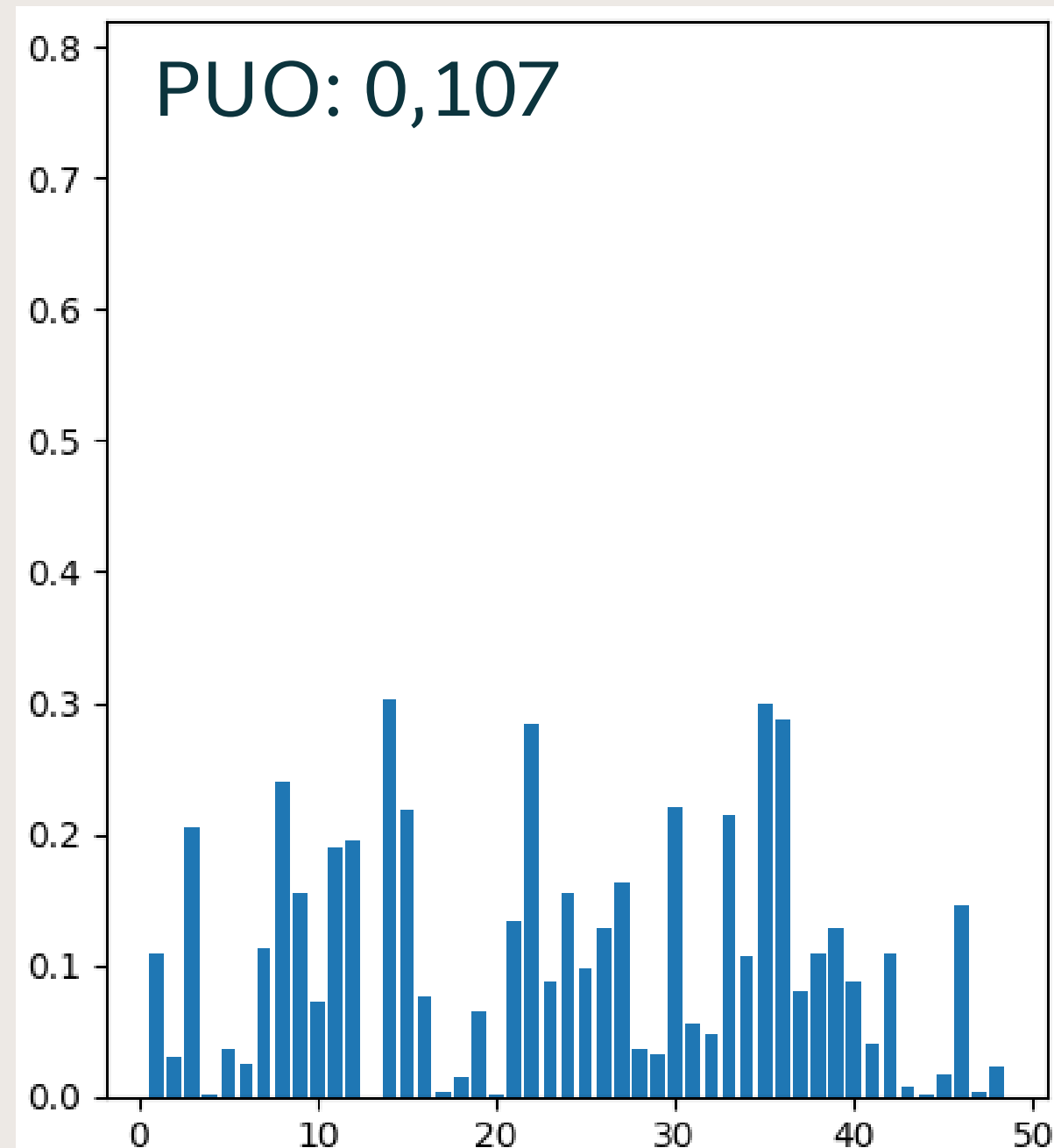
Obj no presentes
en HR: 1/3

Experimento 2: Objetos no presentes en HR

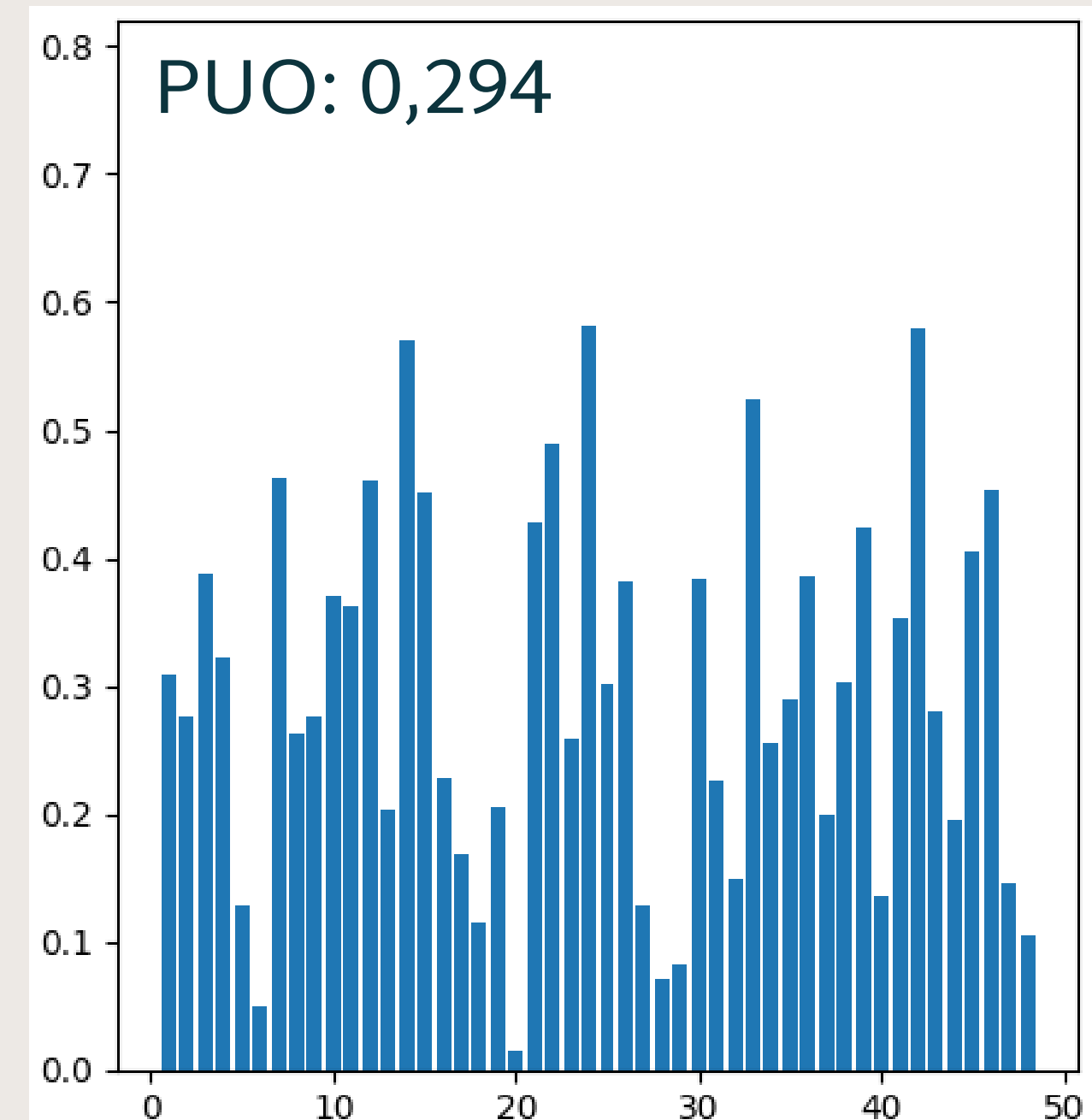


Experimento 3: Objetos en los hechos

Distancia promedio



Dist promedio + objetos no presentes en HR



Entrada del modelo

¿Cómo ordenamos los hechos relajados?

Estado Inicial:

{Aterrizado(Avión1, Ezeiza),
TieneComb(Avión1)}

Plan relajado

volar(Avión1, Ezeiza, IngAT)

Hechos relajados

tieneComb(Avión1)
aterrizado(Avión1, IngAT)
aterrizado(Avión1, Ezeiza)

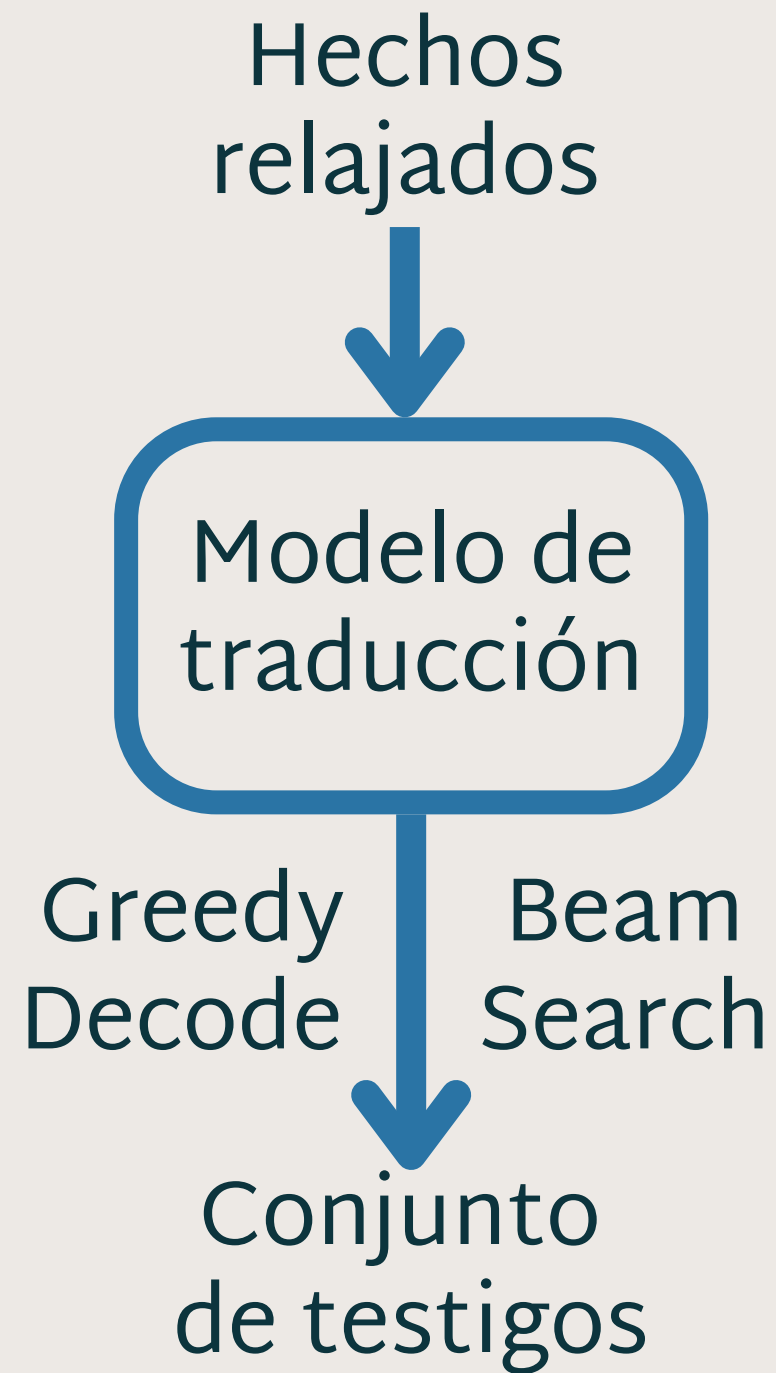
Orden de aparición

Aterrizado(Avión1, Ezeiza)
TieneComb(Avión1)
Aterrizado(Avión1, IngAT)

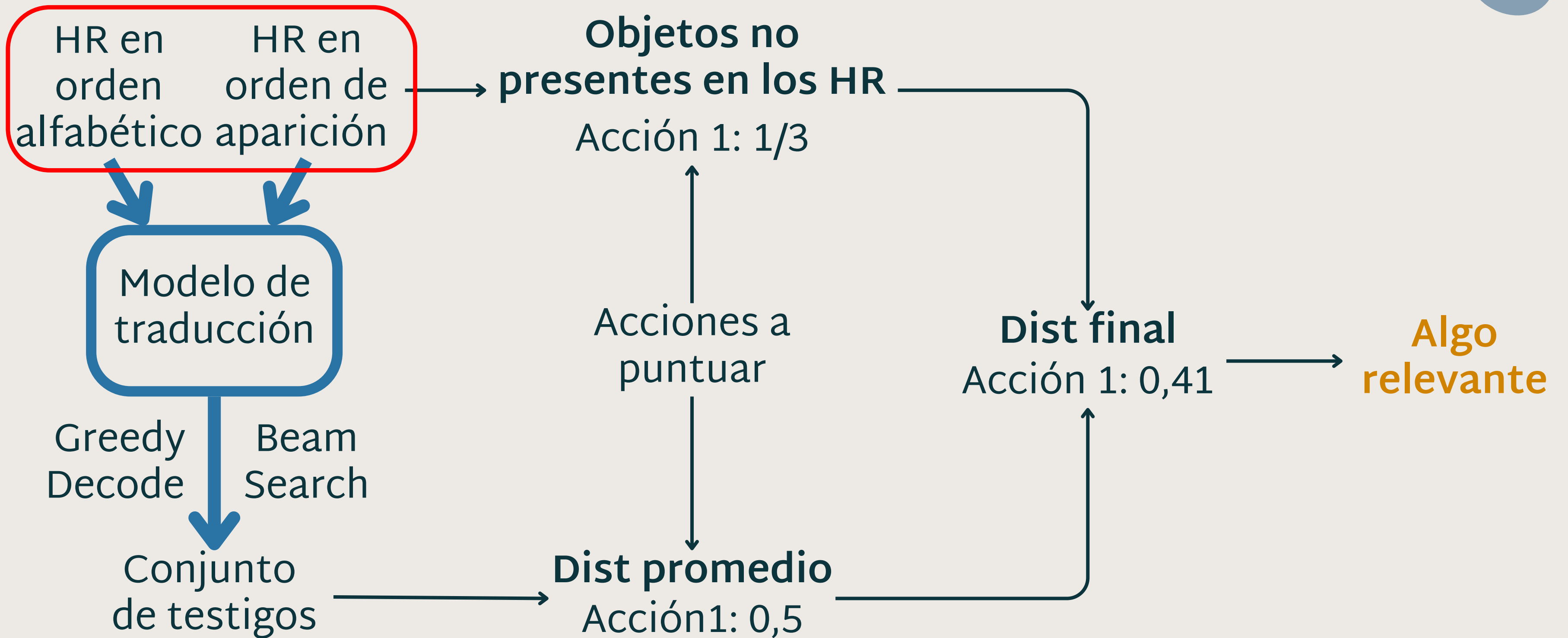
Orden alfabético

Aterrizado(Avión1, Ezeiza)
Aterrizado(Avión1, IngAT)
TieneComb(Avión1)

Experimento 3: Orden de hechos

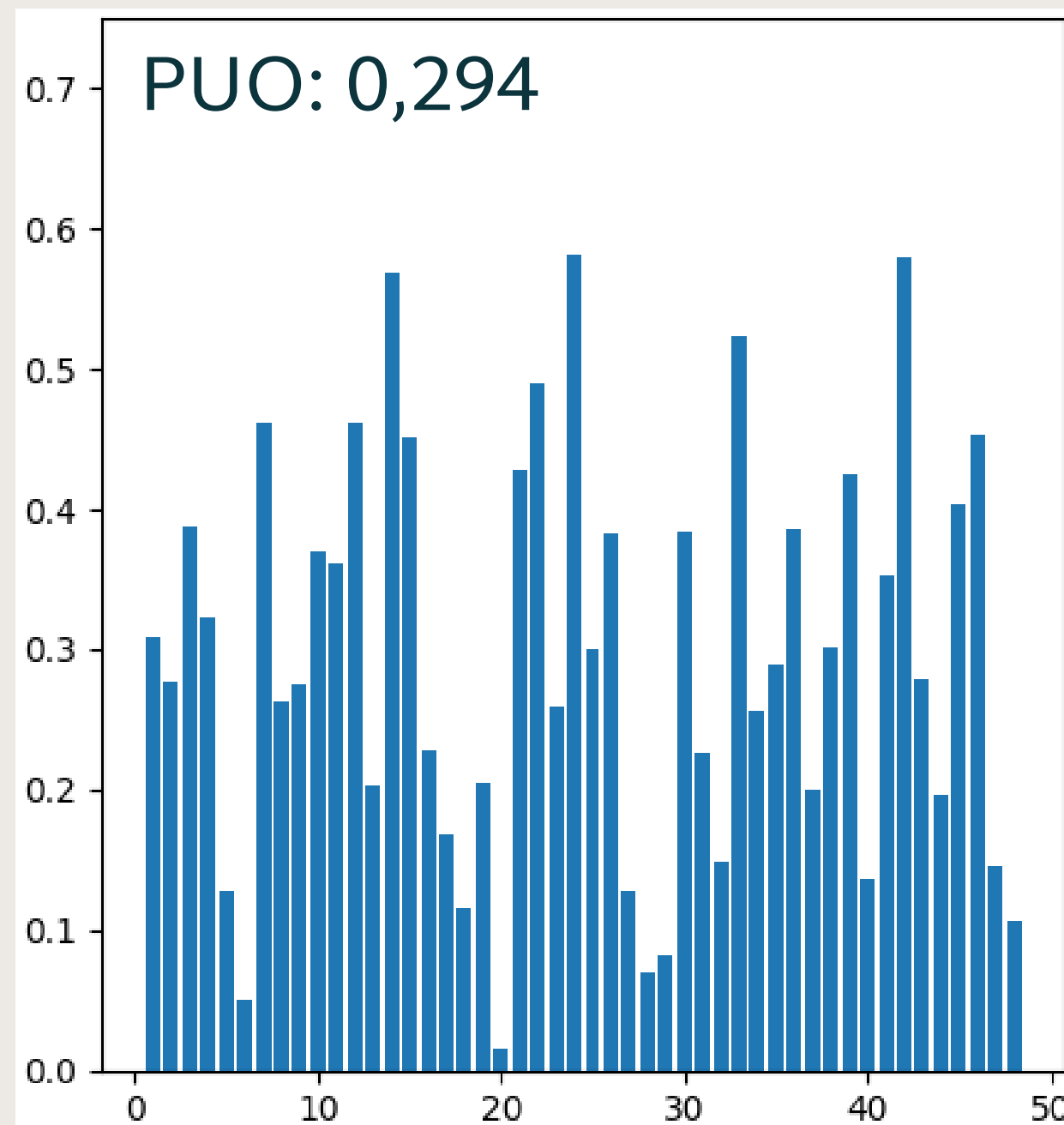


Experimento 3: Orden de hechos

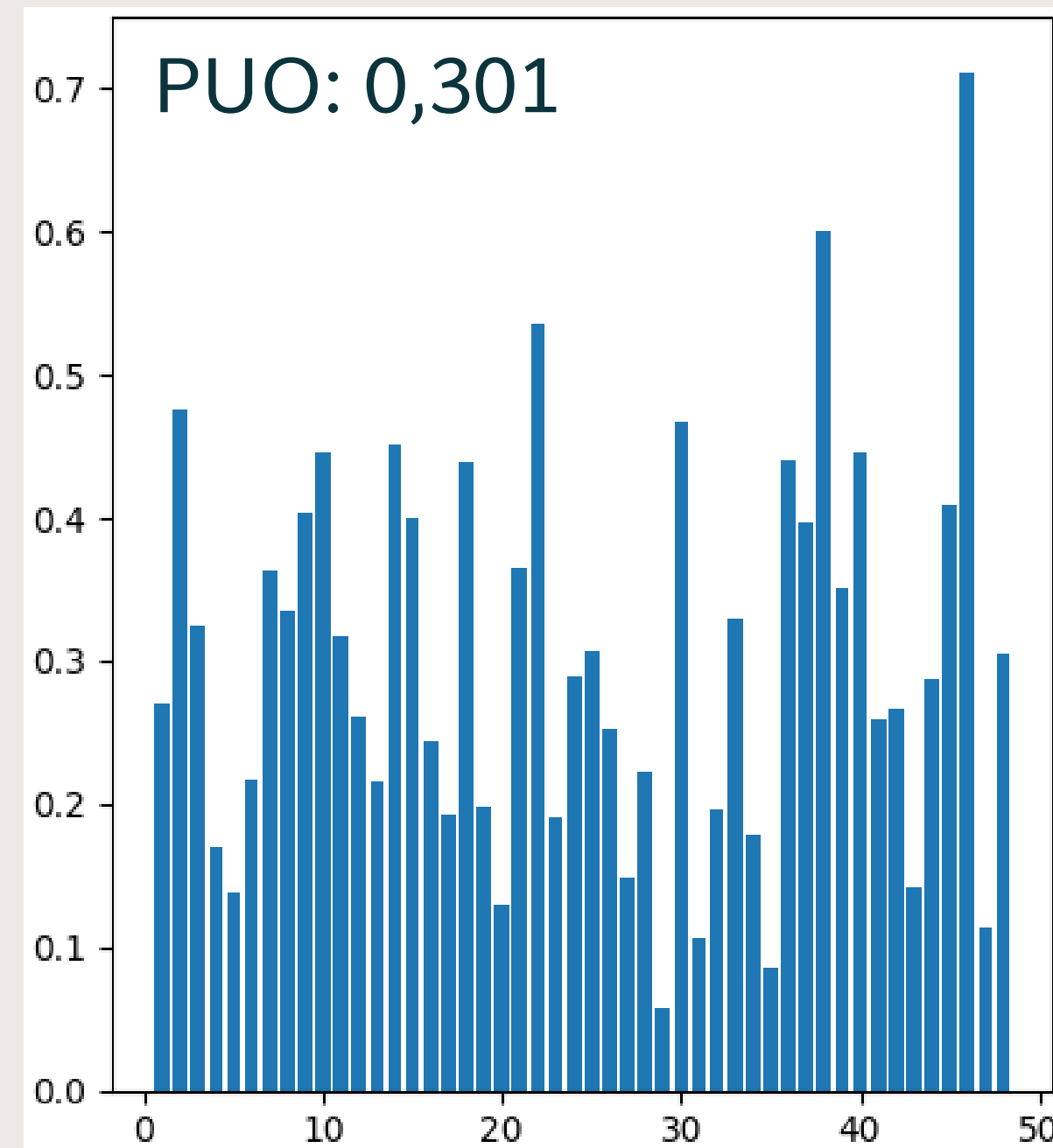


Experimento 3: Orden de hechos

Orden alfabético



Orden de aparición



Muchos experimentos

1.1	Hechos relajados en orden alfabético	No se usa	Buenos Operadores	Distancia mínima	0,996
1.2	Hechos relajados en orden alfabético	No se usa	Buenos Operadores, reemplazado uno por un Mal Operador	Distancia mínima	0,512
1.3	Hechos relajados en orden alfabético	No se usa	Buenos Operadores, reemplazando dos por Malos Operadores	Distancia mínima	0,470
2.1	Hechos relajados en orden alfabético	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Greedy Decode	Distancia mínima	0,038
2.2	Hechos relajados en orden alfabético	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Beam Search (tamaño 4)	Distancia mínima	0,040
2.3 3.1	Hechos relajados en orden alfabético	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Greedy Decode y Beam Search (tamaño 4)	Distancia mínima	0,048
3.2 4.2	Hechos relajados en orden alfabético	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Greedy Decode y Beam Search (tamaño 4)	Distancia promedio	0,101
4.1	Hechos relajados en orden alfabético	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Greedy Decode y Beam Search (tamaño 2)	Distancia promedio	0,110
4.3 5.1	Hechos relajados en orden alfabético	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Greedy Decode y Beam Search (tamaño 7)	Distancia promedio	0,107
5.2	Hechos relajados en orden alfabético	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Greedy Decode y Beam Search (tamaño 7)	Porcentaje de objetos no presentes en los hechos relajados	0,098

Exp.	Datos de Entrada	Configuración del Modelo	Generación de testigos	Distancia Final	PUO promedio
5.3 6.1	Hechos relajados en orden alfabético	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Greedy Decode y Beam Search (tamaño 7)	Distancia promedio y porcentaje de objetos no presentes en los hechos relajados	0,294
6.2 7.1 8.1	Hechos relajados en orden de aparición	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Greedy Decode y Beam Search (tamaño 7)	Distancia promedio y porcentaje de objetos no presentes en los hechos relajados	0,301
7.2 8.2	Hechos relajados en orden de aparición descartando pares con ruido mayor a 0,5 (1961 pares de entrenamiento)	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Greedy Decode y Beam Search (tamaño 7)	Distancia promedio y porcentaje de objetos no presentes en los hechos relajados	0,251
7.3	Hechos relajados en orden de aparición descartando pares con ruido mayor a 0,25 (1243 pares de entrenamiento)	$N_{Encoder}: 2$ $N_{Decoder}: 6$ $d: 128$ $h: 2$	Greedy Decode y Beam Search (tamaño 7)	Distancia promedio y porcentaje de objetos no presentes en los hechos relajados	0,274
8.3	Hechos relajados en orden de aparición descartando pares con ruido mayor a 0,5 (1961 pares de entrenamiento)	$N_{Encoder}: 6$ $N_{Decoder}: 2$ $d: 64$ $h: 2$	Greedy Decode y Beam Search (tamaño 7)	Distancia promedio y porcentaje de objetos no presentes en los hechos relajados	0,288

Conclusiones

- Estructura para usar con cualquier dominio
- Uso estratégico del Transformer
- 30% de operadores descartados
- Descarta operadores en poco tiempo

Trabajo Futuro

- Ida y vuelta entre grounding y búsqueda de planes
- Mejorar la distancia individual
- Incorporar explícitamente reglas gramaticales
- Evaluar distintos dominios



¡Gracias!