

# Inteligencia Artificial

## El Mundo del Wumpus

Edgar Andrade, Ph.D.

Matemáticas Aplicadas y Ciencias de la computación

Última revisión: Abril de 2023



# Contenido

El mundo del Wumpus

Agente híbrido

Modelo del mundo en lógica proposicional

Desempeño baseline

El Wumpus



# Contenido

El mundo del Wumpus

Agente híbrido

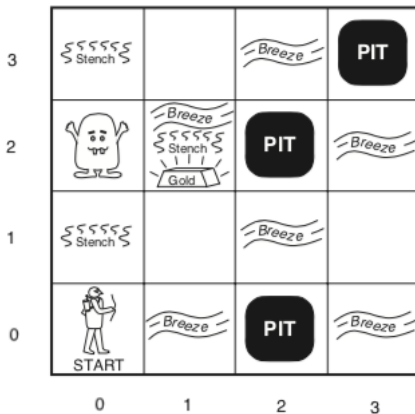
Modelo del mundo en lógica proposicional

Desempeño baseline

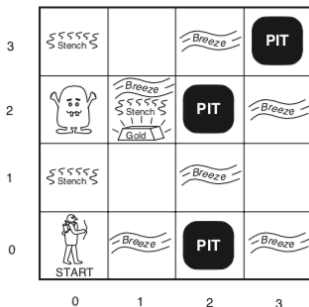
El Wumpus



# El mundo del Wumpus (Gregory Yob, 1975)



# El mundo del Wumpus (Gregory Yob, 1975)

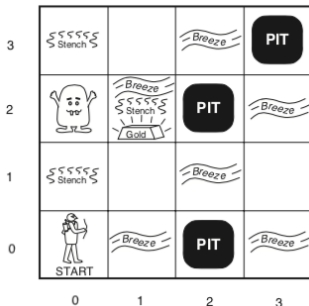


## Entorno:

Una cueva representada por una rejilla  $4 \times 4$  bordeada por muros. El agente siempre comienza en  $(0, 0)$  mirando al este. La ubicación del Wumpus se escoge arbitrariamente de manera uniforme en casillas distintas a la inicial. Cualquier casilla distinta de la inicial puede ser un pozo con probabilidad 0.2. El oro puede estar en cualquier casilla, con probabilidad uniforme.



# El mundo del Wumpus (Gregory Yob, 1975)

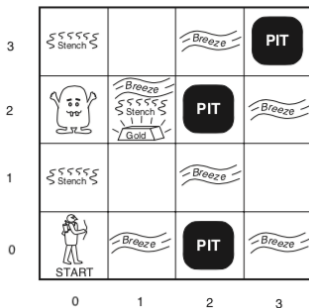


## Actuadores: (1/2)

- ▶ Moverse adelante una casilla
- ▶ `voltearIzquierda`, rotar  $90^\circ$  en contra de las manecillas del reloj.
- ▶ `voltearDerecha`, rotar  $90^\circ$  a favor de las manecillas del reloj.



# El mundo del Wumpus (Gregory Yob, 1975)

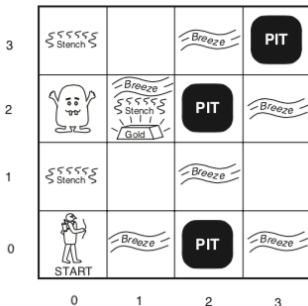


## Actuadores: (2/2)

- ▶ agarrar el oro cuando este esté en la casilla.
- ▶ disparar la flecha en la dirección en que está mirando, la cual seguirá en línea recta hasta golpear un muro o al Wumpus.
- ▶ salir de la cueva desde la casilla inicial.



# El mundo del Wumpus (Gregory Yob, 1975)



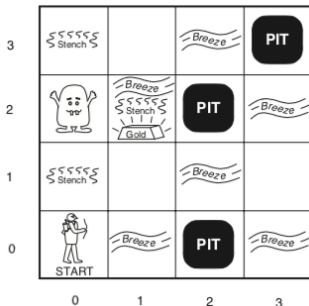
## Sensores: (1/2)

- ▶ hedor cuando llega a la casilla donde está el Wumpus o una adyacente (diagonalmente).
- ▶ En las casillas adyacentes a un pozo percibe una brisa.
- ▶ En el cuadro donde está el oro, percibe un brillo.





# El mundo del Wumpus (Gregory Yob, 1975)

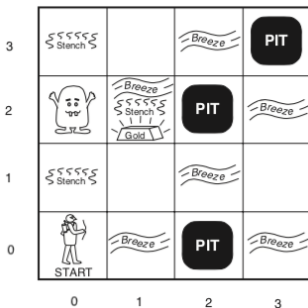


## Sensores: (2/2)

- ▶ Cuando se topa con un muro, percibe un batacazo.
- ▶ Si el Wumpus muere, el heroe percibe un grito desde cualquier casilla.



# El mundo del Wumpus (Gregory Yob, 1975)



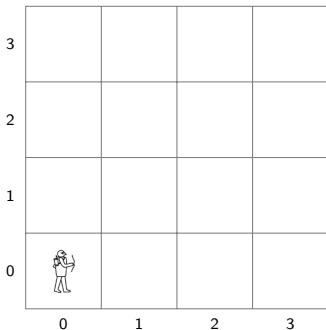
## Medida de desempeño:

- ▶ +1000 por salir de la cueva con el oro
- ▶ -1000 por caer en un pozo o ser comido por el Wumpus
- ▶ -1 por cada movimiento o rotación
- ▶ -10 por usar la flecha.
- ▶ El juego termina cuando el agente muere o sale de la cueva.



# Familiarización

Intentando encontrar el oro sin morir en el intento...



## Sensores

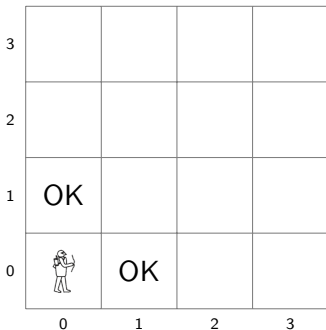
[hedor, brisa, brillo, batacazo, grito]  
(None, None, None, None, None)

## Actuadores



# Familiarización

Intentando encontrar el oro sin morir en el intento...



## Sensores

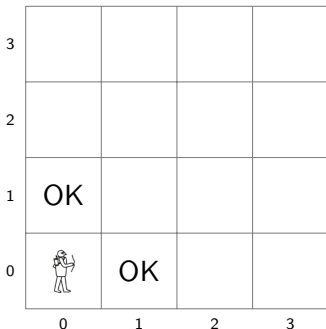
[hedor, brisa, brillo, batacazo, grito]  
(None, None, None, None, None)

## Actuadores



# Familiarización

Intentando encontrar el oro sin morir en el intento...



## Sensores

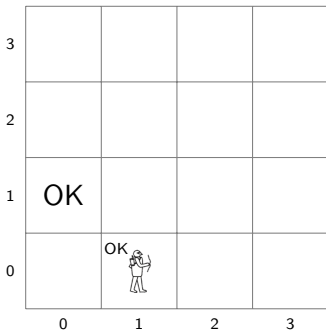
[hedor, brisa, brillo, batacazo, grito]  
(None, None, None, None, None)

Actuadores  
adelante



# Familiarización

Intentando encontrar el oro sin morir en el intento...



## Sensores

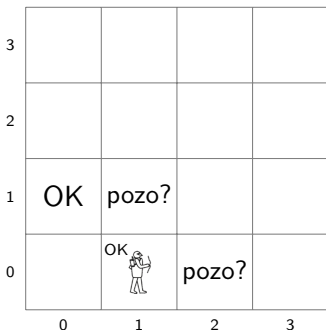
[hedor, brisa, brillo, batacazo, grito]  
(None, brisa, None, None, None)

## Actuadores



# Familiarización

Intentando encontrar el oro sin morir en el intento...



## Sensores


[hedor, brisa, brillo, batacazo, grito]  
(None, brisa, None, None, None)

## Actuadores



# Familiarización

Intentando encontrar el oro sin morir en el intento...

3				
2				
1	OK	pozo?		
0		OK 	pozo?	
	0	1	2	3

## Sensores

[hedor, brisa, brillo, batacazo, grito]  
(None, brisa, None, None, None)

## Actuadores

(voltearIzquierda,  
voltearIzquierda, adelante,  
voltearDerecha, adelante)





# Familiarización

Intentando encontrar el oro sin morir en el intento...



## Sensores

[hedor, brisa, brillo, batacazo, grito]  
(Hedor, None, None, None, None)

## Actuadores



# Familiarización

Intentando encontrar el oro sin morir en el intento...

3				
2	Wumpus			
1	 OK	OK		
0		OK	pozo	
	0	1	2	3

## Sensores

[hedor, brisa, brillo, batacazo, grito]  
(Hedor, None, None, None, None)

## Actuadores



# Familiarización

Intentando encontrar el oro sin morir en el intento...

3				
2	Wumpus			
1	 OK	OK		
0		OK	pozo	
	0	1	2	3

## Sensores

[hedor, brisa, brillo, batacazo, grito]  
(Hedor, None, None, None, None)

## Actuadores

disparar



# Contenido

El mundo del Wumpus

Agente híbrido

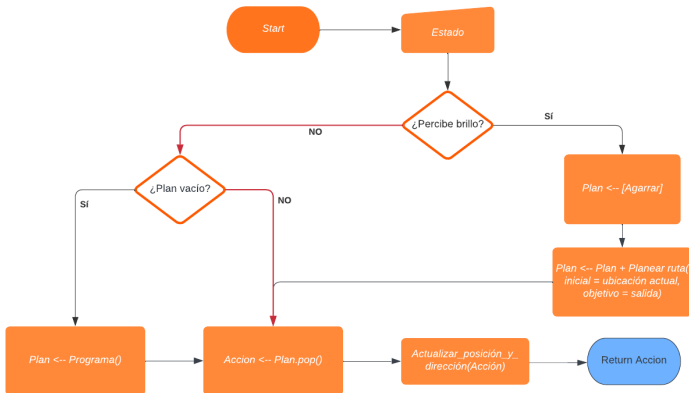
Modelo del mundo en lógica proposicional

Desempeño baseline

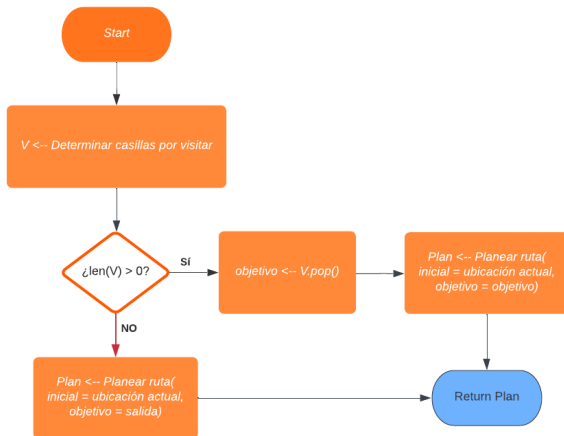
El Wumpus



# Make decision



# Programa de agente



# Determinar casillas por visitar

Asumimos que tenemos acceso a:

- ▶ Casillas visitadas
- ▶ Casillas por visitar
- ▶ Casillas adyacentes a la ubicación actual

El proceso es tomar las casillas adyacentes, determinar cuáles de ellas son seguras y no han sido visitadas, luego añadirlas a las casillas por visitar.



# Contenido

El mundo del Wumpus

Agente híbrido

Modelo del mundo en lógica proposicional

Desempeño baseline

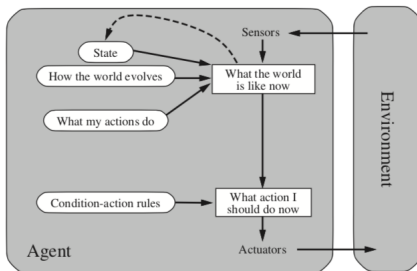
El Wumpus





## Agente basado en modelo

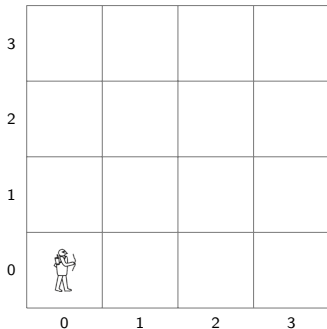
- ▶ Table-driven
- ▶ Simple reflex
- ▶ **Model-based**
- ▶ Goal-based
- ▶ Utility-based



- ▶ ¿Cómo se comporta el entorno por su propia dinámica?
- ▶ ¿Cómo cambia el entorno con mis acciones?



# Razonando... (versión explícita)



## Sensores

(None, None, None, None, None)

## Datos

## Reglas

⋮

$\neg \text{Brisa}(0,0) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1,0)$

$\neg \text{Hedor}(0,0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1,0)$

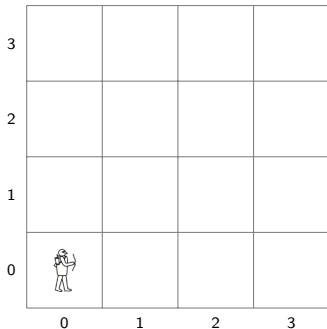
$\neg \text{Pozo}(1,0) \wedge \neg \text{Wumpus}(1,0) \rightarrow$

$\text{Segura}(1,0)$

⋮



# Razonando... (versión explícita)



## Sensores

(None, None, None, None, None)

## Datos

$\neg \text{Brisa}(0,0)$ ,  $\neg \text{Hedor}(0,0)$ ,

## Reglas

⋮

$\neg \text{Brisa}(0,0) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1,0)$

$\neg \text{Hedor}(0,0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1,0)$

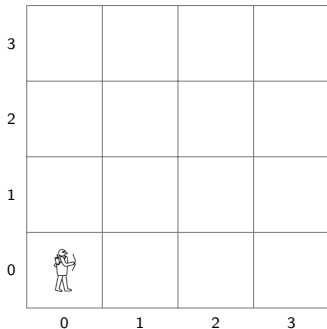
$\neg \text{Pozo}(1,0) \wedge \neg \text{Wumpus}(1,0) \rightarrow$

$\text{Segura}(1,0)$

⋮



# Razonando... (versión explícita)



## Sensores

(None, None, None, None, None)

## Datos

$\neg \text{Brisa}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Hedor}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Wumpus}(1, 0)$ ,

## Reglas

⋮

$\neg \text{Brisa}(0, 0) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1, 0)$

$\neg \text{Hedor}(0, 0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1, 0)$


$\neg \text{Pozo}(1, 0) \wedge \neg \text{Wumpus}(1, 0) \rightarrow$

Segura(1, 0)

⋮



# Razonando... (versión explícita)

3				
2				
1	OK			
0		OK		
	0	1	2	3

## Sensores

(None, None, None, None, None)

## Datos

$\neg \text{Brisa}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Hedor}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Wumpus}(1, 0)$ ,  $\text{Segura}(1, 0)$

## Reglas

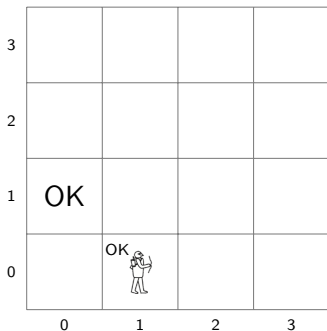
⋮

$\neg \text{Brisa}(0, 0) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1, 0)$   
 $\neg \text{Hedor}(0, 0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1, 0)$   
 $\neg \text{Pozo}(1, 0) \wedge \neg \text{Wumpus}(1, 0) \rightarrow$   
 **$\text{Segura}(1, 0)$**

⋮



# Razonando... (versión explícita)



## Sensores

(None, **Brisa**, None, None, None)

## Datos

$\neg \text{Brisa}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Hedor}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Wumpus}(1, 0)$ ,  $\text{Segura}(1, 0)$ ,

## Reglas

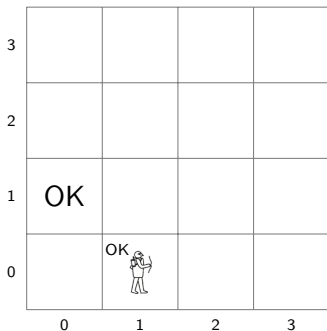
⋮

$\neg \text{Brisa}(1, 0) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1, 1)$   
 $\neg \text{Hedor}(1, 0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1, 1)$   
 $\neg \text{Pozo}(1, 1) \wedge \neg \text{Wumpus}(1, 1) \rightarrow$   
 $\text{Segura}(1, 1)$

⋮



# Razonando... (versión explícita)



## Sensores

(None, Brisa, None, None, None)

## Datos

$\neg \text{Brisa}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Hedor}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Wumpus}(1, 0)$ ,  $\text{Segura}(1, 0)$ ,  $\text{Brisa}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Hedor}(1, 0)$ ,

## Reglas

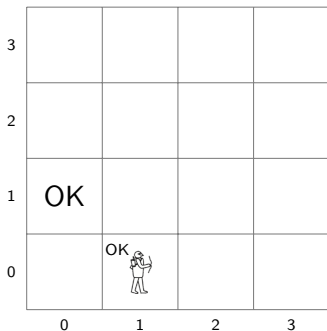
⋮

$\neg \text{Brisa}(1, 0) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1, 1)$   
 $\neg \text{Hedor}(1, 0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1, 1)$   
 $\neg \text{Pozo}(1, 1) \wedge \neg \text{Wumpus}(1, 1) \rightarrow$   
 $\text{Segura}(1, 1)$

⋮



# Razonando... (versión explícita)



## Sensores

(None, Brisa, None, None, None)

## Datos

$\neg \text{Brisa}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Hedor}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Wumpus}(1, 0)$ ,  $\text{Segura}(1, 0)$ ,  $\text{Brisa}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Hedor}(1, 0)$ ,  $\neg \text{Wumpus}(1, 1)$

## Reglas

⋮

$\neg \text{Brisa}(1, 0) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1, 1)$

$\neg \text{Hedor}(1, 0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1, 1)$

$\neg \text{Pozo}(1, 1) \wedge \neg \text{Wumpus}(1, 1) \rightarrow$   
 $\text{Segura}(1, 1)$

⋮





# Razonando... (versión explícita)

## Sensores

(Hedor, None, None, None, None)

## Datos

$\neg \text{Brisa}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Hedor}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Wumpus}(1, 0)$ ,  $\text{Segura}(1, 0)$ ,  $\text{Brisa}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Hedor}(1, 0)$ ,  $\neg \text{Wumpus}(1, 1)$ ,

## Reglas

⋮

$\neg \text{Brisa}(0, 1) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1, 1)$   
 $\neg \text{Hedor}(1, 0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1, 1)$   
 $\neg \text{Pozo}(1, 1) \wedge \neg \text{Wumpus}(1, 1) \rightarrow$   
 $\text{Segura}(1, 1)$



MACC  
Matemáticas Aplicadas y  
Ciencias de la Computación

# Razonando... (versión explícita)

## Sensores

(Hedor, None, None, None, None)

## Datos

$\neg \text{Brisa}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Hedor}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Wumpus}(1, 0)$ ,  $\text{Segura}(1, 0)$ ,  $\text{Brisa}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Hedor}(1, 0)$ ,  $\neg \text{Wumpus}(1, 1)$ ,  
 $\neg \text{Brisa}(0, 1)$ ,  $\text{Hedor}(0, 1)$ ,

## Reglas

⋮

$\neg \text{Brisa}(0, 1) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1, 1)$   
 $\neg \text{Hedor}(1, 0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1, 1)$   
 $\neg \text{Pozo}(1, 1) \wedge \neg \text{Wumpus}(1, 1) \rightarrow$   
 $\text{Segura}(1, 1)$



MACC  
Matemáticas Aplicadas y  
Ciencias de la Computación

# Razonando... (versión explícita)

## Sensores

(Hedor, None, None, None, None)

## Datos

$\neg \text{Brisa}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Hedor}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Wumpus}(1, 0)$ ,  $\text{Segura}(1, 0)$ ,  $\text{Brisa}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Hedor}(1, 0)$ ,  $\neg \text{Wumpus}(1, 1)$ ,  
 $\neg \text{Brisa}(0, 1)$ ,  $\text{Hedor}(0, 1)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 1)$ ,

## Reglas

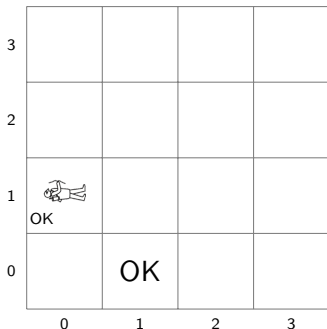
⋮

$\neg \text{Brisa}(0, 1) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1, 1)$

$\neg \text{Hedor}(1, 0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1, 1)$

$\neg \text{Pozo}(1, 1) \wedge \neg \text{Wumpus}(1, 1) \rightarrow$

$\text{Segura}(1, 1)$



# Razonando... (versión explícita)

## Sensores

(Hedor, None, None, None, None)

## Datos

$\neg \text{Brisa}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Hedor}(0, 0)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Wumpus}(1, 0)$ ,  $\text{Segura}(1, 0)$ ,  $\text{Brisa}(1, 0)$ ,  
 $\neg \text{Hedor}(1, 0)$ ,  $\neg \text{Wumpus}(1, 1)$ ,  
 $\neg \text{Brisa}(0, 1)$ ,  $\text{Hedor}(0, 1)$ ,  $\neg \text{Pozo}(1, 1)$ ,  
 $\text{Segura}(1, 1)$

## Reglas

⋮

$\neg \text{Brisa}(0, 1) \rightarrow \neg \text{Pozo}(1, 1)$   
 $\neg \text{Hedor}(1, 0) \rightarrow \neg \text{Wumpus}(1, 1)$   
 $\neg \text{Pozo}(1, 1) \wedge \neg \text{Wumpus}(1, 1) \rightarrow$   
 $\text{Segura}(1, 1)$



# Contenido

El mundo del Wumpus

Agente híbrido

Modelo del mundo en lógica proposicional

Desempeño baseline

El Wumpus



# Desempeño de la exploración segura

Average sum of rewards:

model

Baseline 324.0

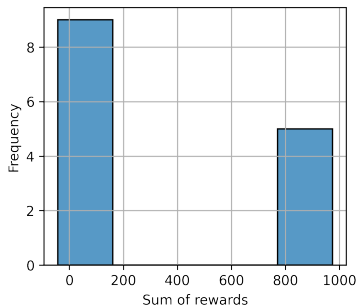
Name: reward, dtype: float64

Episode termination percentage:

model

Baseline 100.0

Name: done, dtype: float64



## Desempeño de la exploración segura

Average sum of rewards:

model

Baseline 324.0

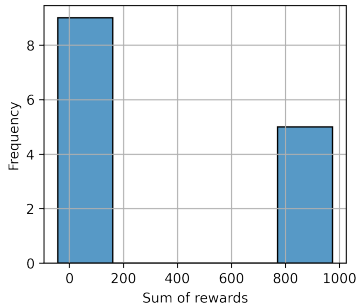
Name: reward, dtype: float64

Episode termination percentage:

model

Baseline 100.0

Name: done, dtype: float64



Porcentaje de veces que el agente muere: 0 %

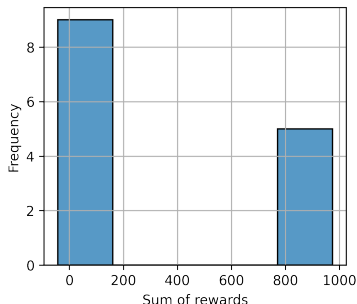


MACC  
Matemáticas Aplicadas y  
Ciencias de la Computación

## Desempeño de la exploración segura

Average sum of rewards:  
model  
Baseline 324.0  
Name: reward, dtype: float64

Episode termination percentage:  
model  
Baseline 100.0  
Name: done, dtype: float64



Porcentaje de veces que el agente termina con recompensa positiva: 36 %





# Contenido

El mundo del Wumpus

Agente híbrido

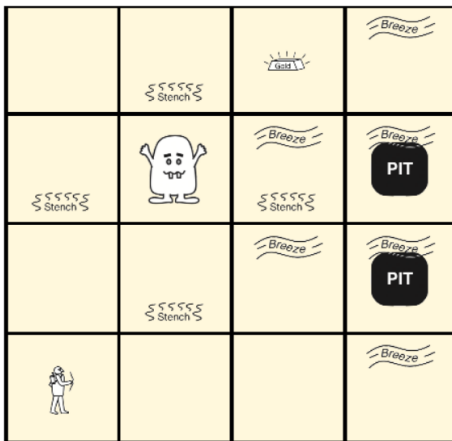
Modelo del mundo en lógica proposicional

Desempeño baseline

El Wumpus



## Bordeando al Wumpus

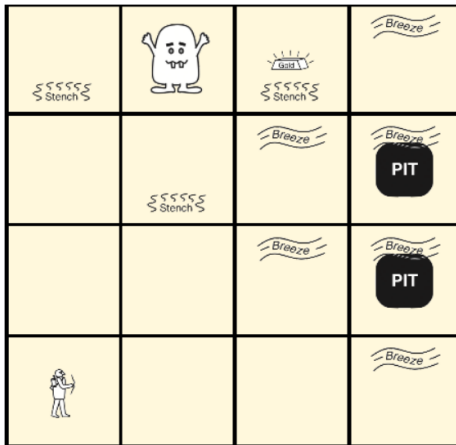


¿Wumpus(1,2)?

¿Segura(0,3)?



# Cazando al Wumpus



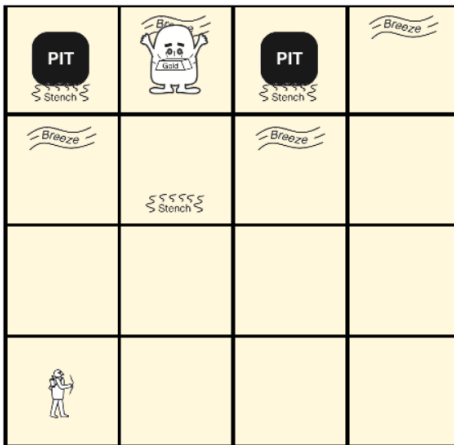
¿Wumpus(1,3)?

¿Plan para lanzar  
flecha?

¿Segura(1,3)?



## Ubicando al Wumpus



¿Wumpus(1,3)?



## En esta sesión usted aprendió

- ▶ Replicar el razonamiento del agente mediante las reglas que representan los aspectos estáticos del mundo del Wumpus.
- ▶ Diseñar un agente baseline para resolver el mundo del Wumpus.
- ▶ Visualizar algunas reglas de conocimiento para lidiar con el Wumpus.

