

---

# **Planificación clásica en PDDL**

---

Guillermo Sandoval Schmidt

# Índice






<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Leyenda</b>	<b>3</b>
<b>3. Ejercicios</b>	<b>4</b>
3.1. Ejercicio 1 . . . . .	4
3.2. Ejercicio 2 . . . . .	7
3.3. Ejercicio 3 . . . . .	9
3.4. Ejercicio 4 . . . . .	13
3.5. Ejercicio 5 . . . . .	16
3.6. Ejercicio 6 . . . . .	19
3.7. Ejercicio 7 . . . . .	22
<b>4. Problemas extra</b>	<b>26</b>
4.1. Ejercicio 1 . . . . .	26
4.2. Ejercicio 2 . . . . .	26
4.3. Ejercicio 3 . . . . .	26
4.4. Ejercicio 4 . . . . .	26
4.5. Ejercicio 5 . . . . .	27
4.6. Ejercicio 6 . . . . .	27
4.7. Ejercicio 7 . . . . .	27

## 1. Introducción

La práctica está inspirada en un mundo de aventuras gráficas, ideado por Raúl Pérez, llamado "*Los extraños mundos de Belkan*". Durante el desarrollo de los siete ejercicios veremos como se van añadiendo elementos al entorno, comenzando con una versión simple del problema y culminando la práctica con una versión completa.

## 2. Leyenda

Para así facilitar la lectura de este guión, he elaborado una pequeña leyenda que contiene el significado de los símbolos utilizados en las imágenes que representan los distintos mapas a los que se enfrentará el planificador. He utilizado iconos fácilmente diferenciables para así facilitar la lectura de los diversos mapas.

	Belkan		Boots		Forest
	Andrana		Bikini		Lake
	Witch		Apple		Cliff
	Princess		Rose		Dirt
	Teacher		Book		Road
	Actor		Oscar		Empty
	Knight		Gold		Path's cost

Para los jugadores he utilizado triángulos; para los personajes he utilizado círculos grises con la inicial del personaje en blanco; para los objetos he usado un icono representativo de cada uno de ellos y, en el caso de los 'regalos' un círculo amarillo y en el de los 'equipables' un círculo del color del tipo de superficie nos permiten atravesar; para los tipos de superficie he usado cuadrados rellenos de un color representativo; y finalmente, para los costes he usado cuadrados con un número en su interior.

### 3. Ejercicios

A continuación, la memoria la dividiré en siete subapartados, uno por cada ejercicio resuelto. En cada apartado expondré brevemente el problema al que nos enfrentamos, la solución que se ha planteado, las decisiones de diseño tomadas y finalmente, mostraré los resultados de la ejecución de dicho problema. Durante el desarrollo de estos ejercicios, iré exponiendo con la mayor brevedad posible, las modificaciones, las adiciones y las mejoras que he ido realizando en cada ejercicio.

#### 3.1. Ejercicio 1

El primer problema consiste principalmente en definir correctamente la base del entorno en el que trabajaremos, consistiendo en la creación de un mundo básico, el cuál se compone de zonas y caminos entre ellas, un jugador (al que llamaremos '*Belkan*'), cinco personajes distribuidos por este mundo y un mínimo de 5 objetos.

- a) En este apartado, nos enfrentamos a la definición del mundo. En este caso he utilizado los tipos:
  - *object* y *character* que se agrupan en el tipo *locatable*.
  - *player* y *NPC* que se agrupan en el tipo *character*.
  - *orientation*.
  - *room*.
  
- b) En este apartado, nos enfrentamos a la definición de los predicados que representan las relaciones entre los objetos de nuestro mundo junto con sus estados. Como predicados he utilizado los siguientes:
  - (*at ?x - room ?y - locatable*): Representa la habitación en la que se encuentra un localizable.
  - (*on-floor ?x - object*): Representa que un objeto está en el suelo.
  - (*compass ?x - orientation*): Representa la orientación del personaje.
  - (*path ?x ?y - room ?z - orientation*): Representa un camino entre dos habitaciones.
  - (*has-object ?x - character*): Representa que un personaje tiene algún objeto.
  
- c) En este apartado, nos enfrentamos a la definición de las acciones que puede realizar el jugador para llegar del estado inicial al estado objetivo. Además de las seis acciones que se nos piden, he implementado una séptima para facilitar la lectura de los planes. Las acciones implementadas son:

- (:action PICK): Permite coger un objeto del suelo al jugador.  
 Como :precondition, establezco que el objeto debe estar en el suelo, que tanto dicho objeto como el jugador deben estar en la misma habitación y el jugador no debe tener ningún objeto cogido.  
  
 Como :effect, la acción provoca que el jugador tenga el objeto en la mano, que dicho objeto deje de estar en el suelo y deje de estar en la habitación actual.
- (:action DROP): Permite dejar un objeto en el suelo al jugador.  
 Como :precondition, establezco que el jugador debe estar en una habitación y que tiene que tener un objeto.  
 Como :effect, la acción provoca que el objeto pase a estar en el suelo, pase a estar en la habitación actual y que el jugador deje de tener un objeto.  
Nota: esta acción no es necesaria implementarla en este paso, ya que el jugador, por el estado actual del problema, no necesita en ningún momento hacer uso de ella.
- (:action GIVE): Permite al jugador dar un objeto a un NPC  
 Como :precondition, establezco que el jugador debe estar en la misma habitación que el NPC, que el jugador tiene que tener un objeto y el NPC no puede tener ningún objeto.  
 Como :effect, la acción provoca que el personaje deje de tener un objeto y pase a tenerlo el NPC.
- (:action GO): Permite al jugador ir de una zona a otra  
 Como :precondition, establezco que el jugador debe estar en una habitación, que el jugador está orientado en un sentido y que existe un camino entre la zona en la que está el personaje a otra en la orientación del jugador.  
 Como :effect, la acción provoca que el personaje pase de estar en una zona a otra.
- (:action TURN\_180): Permite al jugador girar 180 grados  
 Como :precondition, establezco que el jugador debe estar orientado en alguna dirección.  
 Como :effect, la acción provoca que en función de la orientación del personaje, pase a estar orientado hacia la nueva dirección. Por ejemplo, el caso de estar orientado hacia el norte, pasará a estar orientado hacia el sur.
- (:action TURN\_LEFT): Permite al jugador girar 90 grados a la izquierda  
 Como :precondition, establezco que el jugador debe estar orientado en alguna dirección.  
 Como :effect, la acción provoca que en función de la orientación del personaje, pase a estar orientado hacia la nueva dirección. Por ejemplo, el caso de estar orientado hacia el norte, pasará a estar

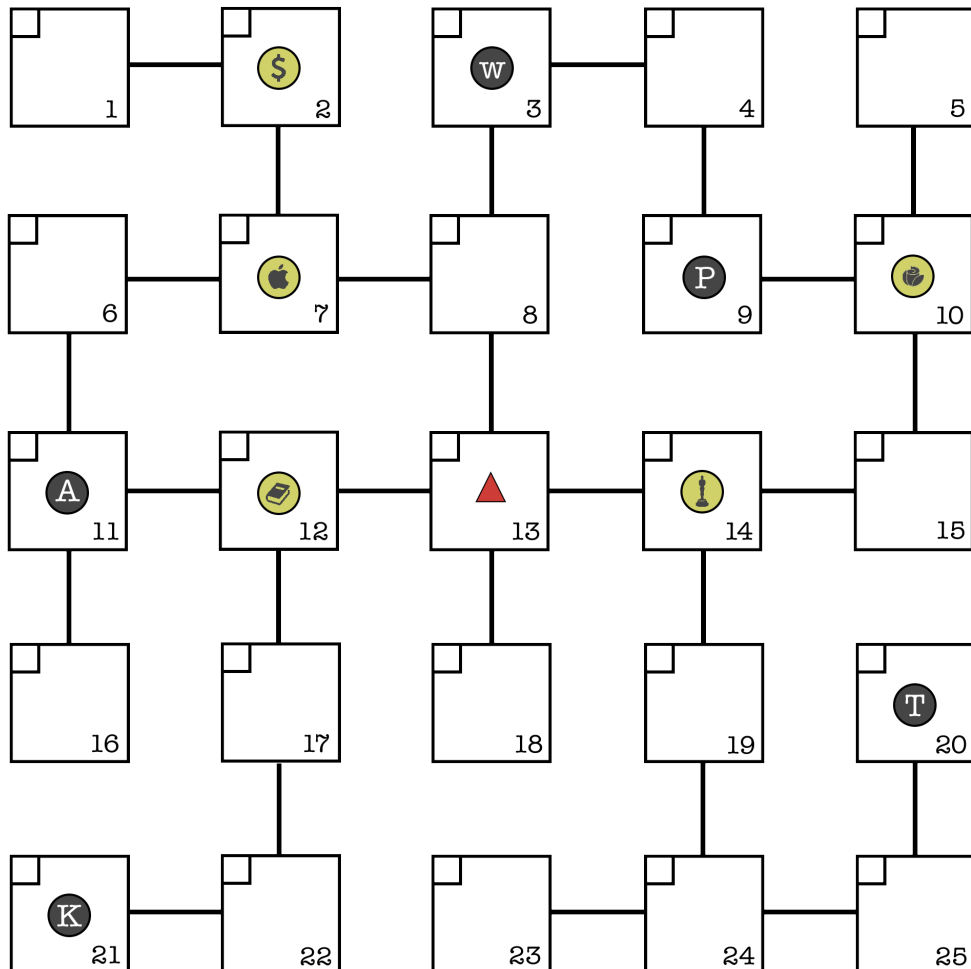
orientado hacia el oeste

- (:action TURN\_RIGHT): Permite al jugador girar 90 grados a la derecha

Como :precondition, establezco que el jugador debe estar orientado en alguna dirección.

Como :effect, la acción provoca que en función de la orientación del personaje, pase a estar orientado hacia la nueva dirección. Por ejemplo, en el caso de estar orientado hacia el norte, pasará a estar orientado hacia el este.

- d) En este apartado, resolveremos un problema dentro del dominio definido. A continuación, procedo a mostrar los resultados de utilizar el 'Ej1problema1.pddl', mostrando una representación del estado inicial y el plan obtenido. El objetivo de este problema es que cada NPC tenga un objeto.



### Plan resultante de Ej1problema1.pddl

0: TURN_RIGHT N	18: TURN_RIGHT S	36: GO BELKAN Z4 Z9 S
1: GO BELKAN Z13 Z14 E	19: GO BELKAN Z8 Z7 W	37: GIVE BELKAN PRINCESS Z9
2: PICK OSCAR BELKAN Z14	20: PICK APPLE BELKAN Z7	38: TURN_LEFT S
3: TURN_180 E	21: TURN_RIGHT W	39: GO BELKAN Z9 Z10 E
4: GO BELKAN Z14 Z13 W	22: GO BELKAN Z7 Z2 N	40: PICK ROSE BELKAN Z10
5: GO BELKAN Z13 Z12 W	23: DROP TEACHER BELKAN Z2	41: TURN_RIGHT E
6: GO BELKAN Z12 Z11 W	24: PICK GOLD BELKAN Z2	42: GO BELKAN Z10 Z15 S
7: GIVE BELKAN ACTOR Z11	25: GIVE BELKAN TEACHER Z2	43: TURN_RIGHT S
8: TURN_180 W	26: PICK TEACHER BELKAN Z2	44: GO BELKAN Z15 Z14 W
9: GO BELKAN Z11 Z12 E	27: TURN_180 N	45: GO BELKAN Z14 Z13 W
10: PICK BOOK BELKAN Z12	28: GO BELKAN Z2 Z7 S	46: GO BELKAN Z13 Z12 W
11: GO BELKAN Z12 Z13 E	29: TURN_LEFT S	47: TURN_LEFT W
12: TURN_LEFT E	30: GO BELKAN Z7 Z8 E	48: GO BELKAN Z12 Z17 S
13: GO BELKAN Z13 Z8 N	31: TURN_LEFT E	49: GO BELKAN Z17 Z22 S
14: GO BELKAN Z8 Z3 N	32: GO BELKAN Z8 Z3 N	50: TURN_RIGHT S
15: GIVE BELKAN WITCH Z3	33: TURN_RIGHT N	51: GO BELKAN Z22 Z21 W
16: TURN_180 N	34: GO BELKAN Z3 Z4 E	52: GIVE BELKAN KNIGHT Z21
17: GO BELKAN Z3 Z8 S	35: TURN_RIGHT E	

### 3.2. Ejercicio 2

El segundo problema consiste principalmente en definir un coste para cada uno de los caminos entre las diversas zonas y así poder establecer una nueva condición al plan, en la cuál delimitemos el coste máximo del mismo.

- a) En este apartado, debemos modificar el dominio para que se adecue a esta nueva característica, los costes de cada camino.

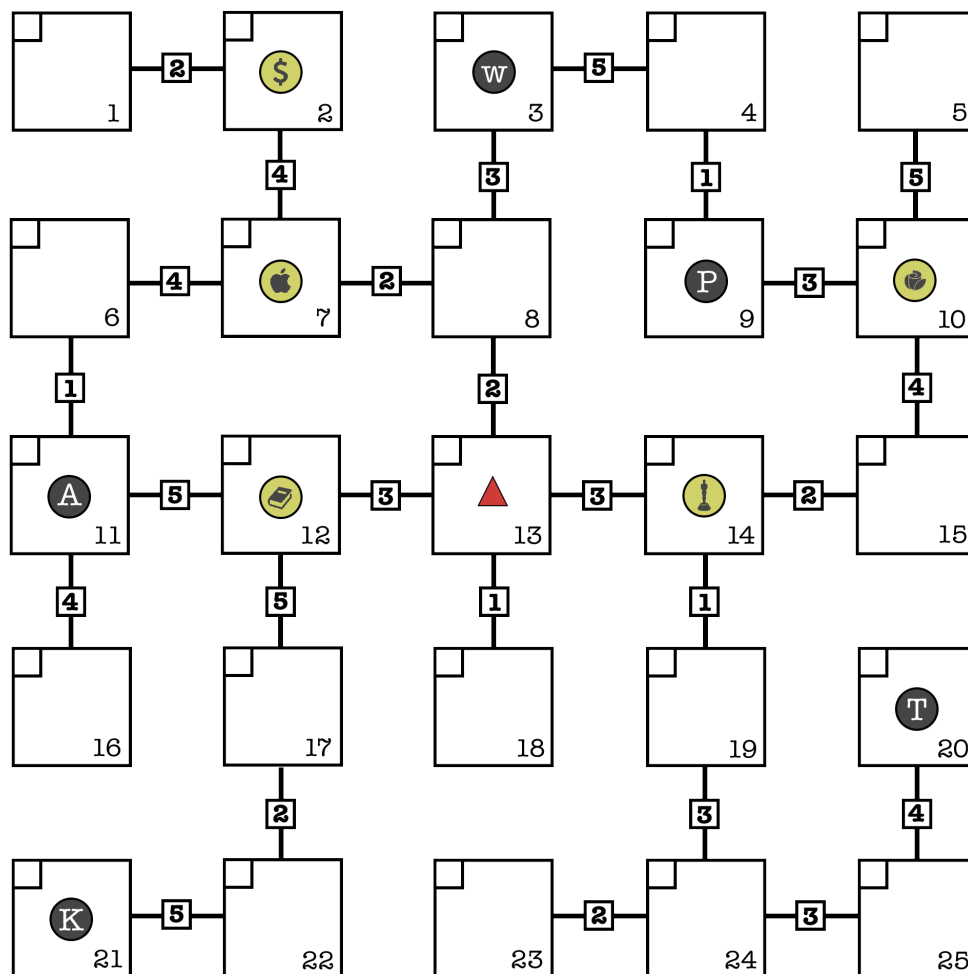
Para ello, he añadido dos funciones y he modificado una acción:

- *(total-cost)*: Representa el coste total del plan.
- *(distance ?x ?y - room)*: Representa el coste entre dos zonas.

- *(:action GO)*: Permite al jugador ir de una zona a otra

Como *:effect*, además de los efectos anteriormente definidos, he añadido que se suma a la distancia total el coste del camino entre la zona en la que está el jugador hasta la zona objetivo.

- b) En este apartado, resolveremos un problema dentro del dominio definido. A continuación, procedo a mostrar los resultados de utilizar el '*Ej2problema1.pddl*', mostrando una representación del estado inicial y el plan obtenido. El objetivo de este problema es que cada NPC tenga un objeto y que el coste del plan no sea mayor que 80. Cabe destacar que a pesar de encontrar el mismo plan que en el ejercicio anterior, tras realizar varias pruebas, cambiando el coste máximo permitido e incluso utilizando la función :metric, he llegado a la conclusión de que el plan que había encontrado originalmente, es el de menor coste total.





### Plan resultante de Ej2problema1.pddl

0: TURN_RIGHT N	18: TURN_RIGHT S	36: GO BELKAN Z4 Z9 S
1: GO BELKAN Z13 Z14 E	19: GO BELKAN Z8 Z7 W	37: GIVE BELKAN PRINCESS Z9
2: PICK OSCAR BELKAN Z14	20: PICK APPLE BELKAN Z7	38: TURN_LEFT S
3: TURN_180 E	21: TURN_RIGHT W	39: GO BELKAN Z9 Z10 E
4: GO BELKAN Z14 Z13 W	22: GO BELKAN Z7 Z2 N	40: PICK ROSE BELKAN Z10
5: GO BELKAN Z13 Z12 W	23: DROP TEACHER BELKAN Z2	41: TURN_RIGHT E
6: GO BELKAN Z12 Z11 W	24: PICK GOLD BELKAN Z2	42: GO BELKAN Z10 Z15 S
7: GIVE BELKAN ACTOR Z11	25: GIVE BELKAN TEACHER Z2	43: TURN_RIGHT S
8: TURN_180 W	26: PICK TEACHER BELKAN Z2	44: GO BELKAN Z15 Z14 W
9: GO BELKAN Z11 Z12 E	27: TURN_180 N	45: GO BELKAN Z14 Z13 W
10: PICK BOOK BELKAN Z12	28: GO BELKAN Z2 Z7 S	46: GO BELKAN Z13 Z12 W
11: GO BELKAN Z12 Z13 E	29: TURN_LEFT S	47: TURN_LEFT W
12: TURN_LEFT E	30: GO BELKAN Z7 Z8 E	48: GO BELKAN Z12 Z17 S
13: GO BELKAN Z13 Z8 N	31: TURN_LEFT E	49: GO BELKAN Z17 Z22 S
14: GO BELKAN Z8 Z3 N	32: GO BELKAN Z8 Z3 N	50: TURN_RIGHT S
15: GIVE BELKAN WITCH Z3	33: TURN_RIGHT N	51: GO BELKAN Z22 Z21 W
16: TURN_180 N	34: GO BELKAN Z3 Z4 E	52: GIVE BELKAN KNIGHT Z21
17: GO BELKAN Z3 Z8 S	35: TURN_RIGHT E	

### 3.3. Ejercicio 3

El tercer problema consiste principalmente en añadir dos nuevos objetos, el bikini y las botas, junto con 5 tipos de superficie, lo cuál dificulta el recorrido del jugador, ya que hay tipos de superficie que solo se pueden atravesar con un objeto concreto equipado y otras que ni si quiera permiten pasar a este. Además, se incluye la aparición de una mochila que el jugador podrá utilizar para guardar un objeto.

- a) En este apartado, debemos modificar el dominio para que se adecue a esta nueva característica, los distintos tipos de superficie, los dos nuevos objetos y las consecuencias que estos cambios conllevan.

Para ello, he añadido un nuevo tipo, 6 nuevos predicados y modificado sustancialmente tres acciones:

- *surface*
- *(covered ?x - room ?y - surface)* : Representa de qué superficie está cubierta una zona.
- *(BIKINI)*: Indica si el jugador tiene el bikini, ya sea en la mano o en la mochila.
- *(BOOTS)*: Indica si el jugador tiene las botas, ya sea en la mano o en la mochila.
- *(empty-hand)*: Indica si el jugador tiene la mano vacía.
- *(equipable ?x - object)* : Representa si un objeto es equipable (botas y bikini).

- (*in-hand ?x - object*) : Representa qué objeto está en la mano del jugador.

- (*:action GO*): Permite al jugador ir de una zona a otra

Como *:precondition*, además de las anteriormente descritas, tengo en cuenta tres posibles situaciones: que la zona objetivo no esté cubierta de una zona peligrosa (lago, bosque o precipicio), que la zona objetivo esté cubierta de lago cuando el personaje tiene el bikini y que la zona objetivo esté cubierta de bosque cuando el personaje tiene las botas.

Nota: cabe destacar que al tener en cuenta estas tres posibles situaciones, estamos contemplando todo el posible abanico de opciones, por ejemplo, en el caso de que la zona objetivo esté cubierta de bosque pero no tengamos las botas equipadas, no saltará ninguna de las tres posibles situaciones.

- (*:action DROP*): Permite dejar un objeto en el suelo al jugador.

Como *:precondition*, además de las anteriormente descritas, tengo en cuenta tres posibles situaciones: que la zona actual no esté cubierta de una zona peligrosa (lago, bosque o precipicio), que la zona actual esté cubierta de lago cuando el objeto que voy a soltar no sea el bikini y que la zona actual esté cubierta de bosque cuando el objeto que voy a soltar no sea las botas.

Nota: cabe destacar que al tener en cuenta estas tres posibles situaciones, estamos contemplando todo el posible abanico de opciones, por ejemplo, en el caso de que la zona actual esté cubierta de bosque y queramos dejar cualquier objeto que no sean las botas, la acción se realizará correctamente.

- b) En este apartado, debemos modificar el dominio para que se adecue a esta nueva característica, la existencia de la mochila, la cuál nos permite llevar un objeto más.

Para ello, he añadido dos predicados y dos acciones:

- *empty-bag*: Indica si el jugador tiene la mochila vacía.
- *in-bag ?x - object*: Representa qué objeto está en la mochila del jugador.

- (*:action PUT*): Permite al jugador poner un objeto en la mochila.

Como *:precondition*, establezco que la mano del jugador no debe estar vacía, que tiene el objeto en la mano y que la mochila tiene que estar vacía.

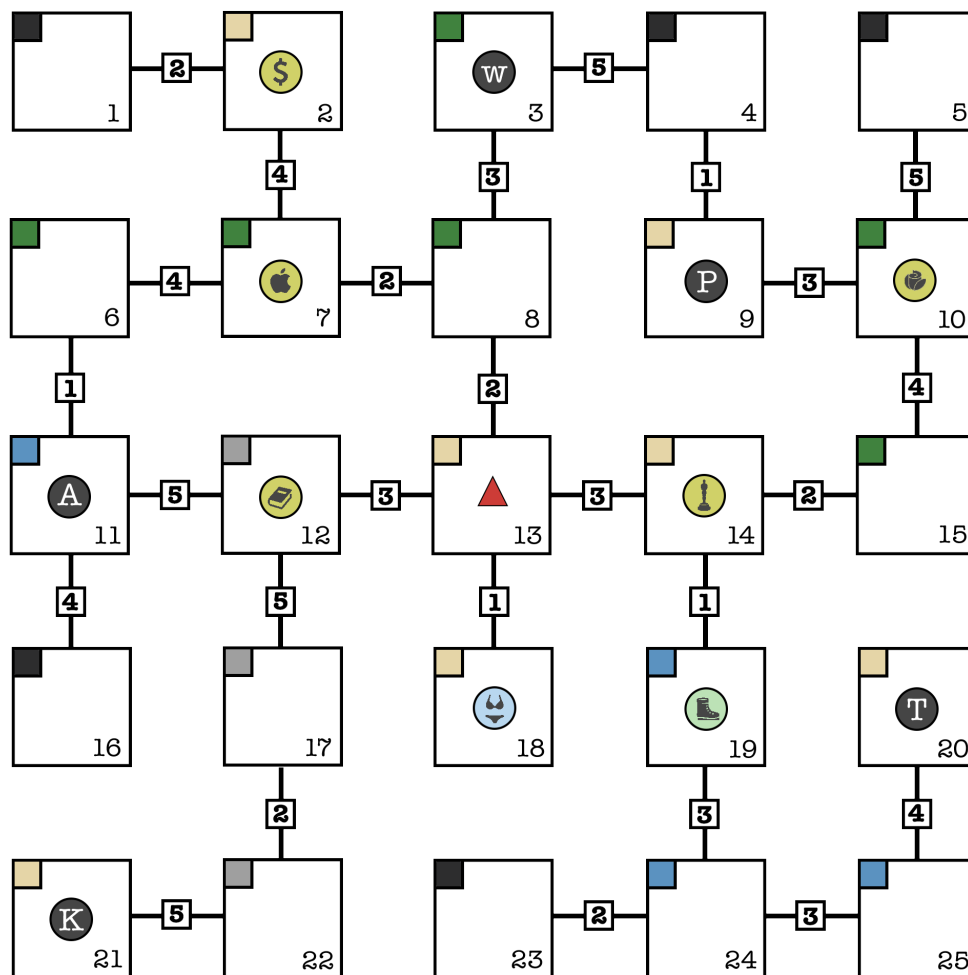
Como *:effect*, la acción provoca que el objeto ya no esté en la mano del jugador, que el jugador tenga la mano vacía, que la mochila ya no esté vacía y el objeto ahora esté dentro de la mochila.

- (*:action GET*): Permite al jugador sacar un objeto en la mochila.

Como *:precondition*, establezco que la mano del jugador debe estar vacía, que tiene el objeto en la mochila y que la mochila no puede estar vacía.

Como *:effect*, la acción provoca que el objeto ya no esté en la mochila, que la mochila se quede vacía, que la mano del jugador ya no esté vacía y el objeto ahora esté en la mano del jugador.

- c) En este apartado, resolveremos un problema dentro del dominio definido. A continuación, procedo a mostrar los resultados de utilizar el '*Ej3problema1.pddl*', mostrando una representación del estado inicial y el plan obtenido. El objetivo de este problema es que cada NPC tenga un objeto, que el coste del plan no sea mayor que 120, teniendo en cuenta las nuevas restricciones causada por las superficies de las zonas y los dos nuevos objetos. Destacaré el hecho de que las botas se encuentran en una casilla cubierta por 'Lake', por lo que obliga al jugador a coger el bikini previamente para poder recogerlas.



### Plan resultante de Ej3problema1.pddl

0: TURN_LEFT N	31: PICK BELKAN Z19 BOOTS	62: GO BELKAN Z3 Z8 S
1: GO BELKAN Z13 Z12 W	32: GO BELKAN Z19 Z14 N	63: TURN_RIGHT S
2: PICK BELKAN Z12 BOOK	33: TURN_RIGHT N	64: GO BELKAN Z8 Z7 W
3: GO BELKAN Z12 Z11 W	34: GO BELKAN Z14 Z15 E	65: TURN_180 W
4: GIVE BOOK BELKAN ACTOR Z11	35: TURN_LEFT E	66: PICK BELKAN Z7 APPLE
5: TURN_180 W	36: GO BELKAN Z15 Z10 N	67: GO BELKAN Z7 Z8 E
6: GO BELKAN Z11 Z12 E	37: TURN_LEFT N	68: TURN_LEFT E
7: GO BELKAN Z12 Z13 E	38: GO BELKAN Z10 Z9 W	69: GO BELKAN Z8 Z3 N
8: TURN_RIGHT E	39: TURN_180 W	70: TURN_180 N
9: GO BELKAN Z13 Z18 S	40: DROP BELKAN Z9 BOOTS	71: GIVE APPLE BELKAN WITCH Z3
10: PICK BELKAN Z18 BIKINI	41: GET BIKINI	72: GO BELKAN Z3 Z8 S
11: TURN_180 S	42: DROP BELKAN Z9 BIKINI	73: TURN_RIGHT S
12: GO BELKAN Z18 Z13 N	43: PICK BELKAN Z9 BOOTS	74: GO BELKAN Z8 Z7 W
13: PUT BIKINI	44: GO BELKAN Z9 Z10 E	75: TURN_RIGHT W
14: TURN_RIGHT N	45: PUT BOOTS	76: GO BELKAN Z7 Z2 N
15: GO BELKAN Z13 Z14 E	46: TURN_LEFT E	77: TURN_180 N
16: TURN_RIGHT E	47: PICK BELKAN Z10 ROSE	78: PICK BELKAN Z2 GOLD
17: PICK BELKAN Z14 OSCAR	48: TURN_LEFT N	79: GO BELKAN Z2 Z7 S
18: GO BELKAN Z14 Z19 S	49: GO BELKAN Z10 Z9 W	80: TURN_LEFT S
19: GO BELKAN Z19 Z24 S	50: TURN_180 W	81: GO BELKAN Z7 Z8 E
20: TURN_LEFT S	51: GIVE ROSE BELKAN PRINCESS Z9	82: TURN_RIGHT E
21: GO BELKAN Z24 Z25 E	52: GO BELKAN Z9 Z10 E	83: GO BELKAN Z8 Z13 S
22: TURN_LEFT E	53: TURN_RIGHT E	84: TURN_RIGHT S
23: GO BELKAN Z25 Z20 N	54: GO BELKAN Z10 Z15 S	85: GO BELKAN Z13 Z12 W
24: GIVE OSCAR BELKAN TEACHER Z20	55: TURN_RIGHT S	86: TURN_LEFT W
25: TURN_180 N	56: GO BELKAN Z15 Z14 W	87: GO BELKAN Z12 Z17 S
26: GO BELKAN Z20 Z25 S	57: GO BELKAN Z14 Z13 W	88: GO BELKAN Z17 Z22 S
27: TURN_RIGHT S	58: TURN_RIGHT W	89: TURN_RIGHT S
28: GO BELKAN Z25 Z24 W	59: GO BELKAN Z13 Z8 N	90: GO BELKAN Z22 Z21 W
29: TURN_RIGHT W	60: GO BELKAN Z8 Z3 N	91: GIVE GOLD BELKAN KNIGHT Z21
30: GO BELKAN Z24 Z19 N	61: TURN_180 N	

### 3.4. Ejercicio 4

El cuarto problema consiste principalmente en definir una puntuación que obtendrá el jugador cuando le de un determinado objeto a un determinado NPC, además de una puntuación total como objetivo. Las puntuaciones siguen la siguiente tabla:

	Actor	Princess	Witch	Teacher	Knight
Oscar	10	5	4	3	1
Rose	1	10	5	4	3
Apple	3	1	10	5	4
Book	4	3	1	10	5
Gold	5	4	3	1	10

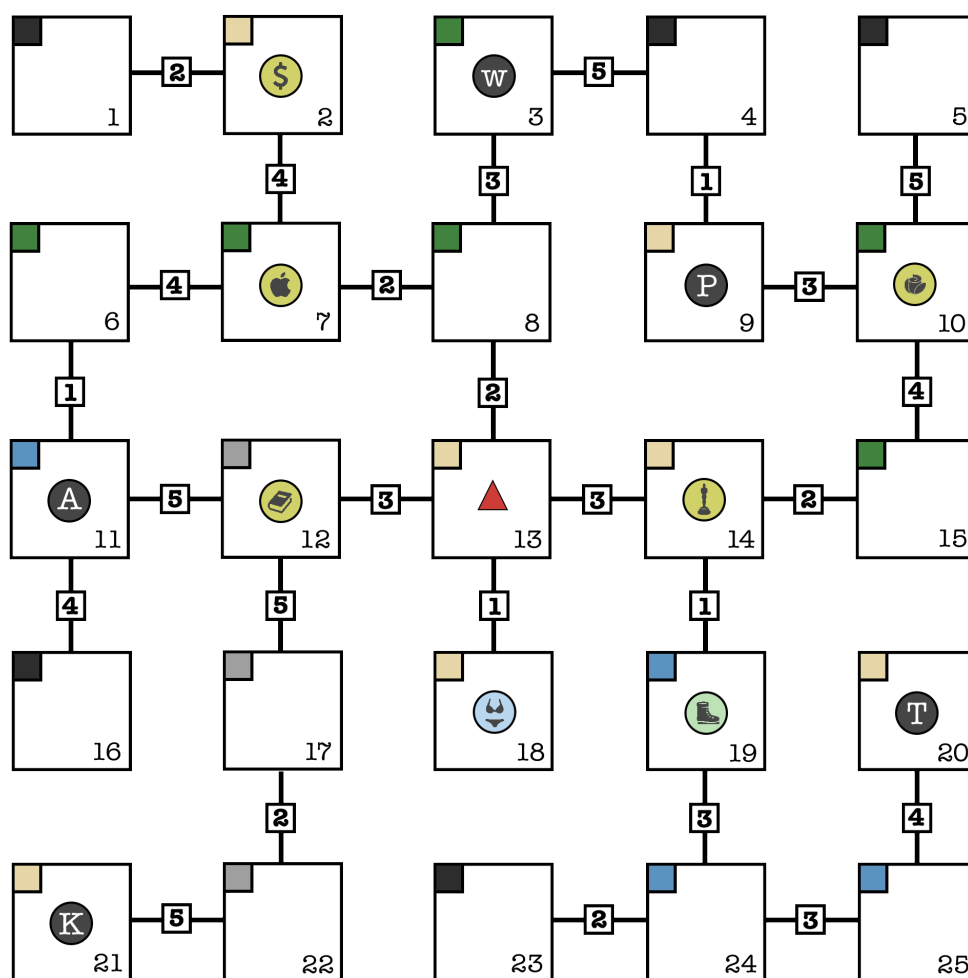
- a) En este apartado, debemos modificar el dominio para que se adecue a esta nueva característica, las puntuaciones al entregar objetos.

Para ello, he añadido dos funciones y he modificado una acción:

- (*points*): Representa el coste total del plan.
- (*value ?x - object ?y - NPC*): Representa los puntos que da entregar un objeto a un personaje.
- (*:action GIVE*): Permite al jugador dar un objeto a un NPC

Como *:effect*, además de los efectos anteriormente definidos, he añadido que se suma a la puntuación total el valor de darle el objeto al NPC.

b) En este apartado, resolveremos un problema dentro del dominio definido. A continuación, procedo a mostrar los resultados de utilizar el '*Ej4problema1.pddl*', mostrando una representación del estado inicial y el plan obtenido. El objetivo de este problema es que cada NPC tenga un objeto, que el coste del plan no sea mayor que 120 y que la puntuación sea mayor o igual que 50 (en este caso, al tener 5 objetos distintos y 5 NPCs, la puntuación nunca podrá ser superior a 50). Además al forzar que la puntuación tenga que ser de 50, estamos obligando a que tenga que entregarle a cada personaje el mejor objeto de los 5, es decir, el que da 10 puntos; y al comparar el plan resultante con el plan del ejercicio anterior, vemos que antes realizaba un plan más corto, pero no entregaba el mejor objeto a cada NPC, pero ahora, a pesar de realizar un plan más largo, entrega los objetos al NPC correspondiente.



## Plan resultante de Ej4problema1.pddl

0: TURN_180 N	33: GO BELKAN Z24 Z19 N	66: GO BELKAN Z3 Z8 S
1: GO BELKAN Z13 Z18 S	34: PICK BELKAN Z19 BOOTS	67: TURN_RIGHT S
2: PICK BELKAN Z18 BIKINI	35: GO BELKAN Z19 Z14 N	68: GO BELKAN Z8 Z7 W
3: TURN_180 S	36: TURN_RIGHT N	69: TURN_180 W
4: GO BELKAN Z18 Z13 N	37: GO BELKAN Z14 Z15 E	70: PICK BELKAN Z7 APPLE
5: PUT BIKINI	38: TURN_LEFT E	71: GO BELKAN Z7 Z8 E
6: TURN_RIGHT N	39: GO BELKAN Z15 Z10 N	72: TURN_LEFT E
7: GO BELKAN Z13 Z14 E	40: TURN_LEFT N	73: GO BELKAN Z8 Z3 N
8: TURN_RIGHT E	41: GO BELKAN Z10 Z9 W	74: TURN_180 N
9: TURN_RIGHT S	42: TURN_180 W	75: GIVE APPLE BELKAN WITCH Z3
10: PICK BELKAN Z14 OSCAR	43: DROP BELKAN Z9 BOOTS	76: GO BELKAN Z3 Z8 S
11: GO BELKAN Z14 Z13 W	44: GET BIKINI	77: TURN_RIGHT S
12: GO BELKAN Z13 Z12 W	45: DROP BELKAN Z9 BIKINI	78: GO BELKAN Z8 Z7 W
13: GO BELKAN Z12 Z11 W	46: PICK BELKAN Z9 BOOTS	79: TURN_RIGHT W
14: GIVE OSCAR BELKAN ACTOR Z11	47: GO BELKAN Z9 Z10 E	80: GO BELKAN Z7 Z2 N
15: TURN_180 W	48: PUT BOOTS	81: TURN_180 N
16: GO BELKAN Z11 Z12 E	49: TURN_LEFT E	82: PICK BELKAN Z2 GOLD
17: PICK BELKAN Z12 BOOK	50: PICK BELKAN Z10 ROSE	83: GO BELKAN Z2 Z7 S
18: GO BELKAN Z12 Z13 E	51: TURN_LEFT N	84: TURN_LEFT S
19: GO BELKAN Z13 Z14 E	52: GO BELKAN Z10 Z9 W	85: GO BELKAN Z7 Z8 E
20: TURN_RIGHT E	53: TURN_180 W	86: TURN_RIGHT E
21: GO BELKAN Z14 Z19 S	54: GIVE ROSE BELKAN PRINCESS Z9	87: GO BELKAN Z8 Z13 S
22: GO BELKAN Z19 Z24 S	55: GO BELKAN Z9 Z10 E	88: TURN_RIGHT S
23: TURN_LEFT S	56: TURN_RIGHT E	89: GO BELKAN Z13 Z12 W
24: GO BELKAN Z24 Z25 E	57: GO BELKAN Z10 Z15 S	90: TURN_LEFT W
25: TURN_LEFT E	58: TURN_RIGHT S	91: GO BELKAN Z12 Z17 S
26: GO BELKAN Z25 Z20 N	59: GO BELKAN Z15 Z14 W	92: GO BELKAN Z17 Z22 S
27: GIVE BOOK BELKAN TEACHER Z20	60: GO BELKAN Z14 Z13 W	93: TURN_RIGHT S
28: TURN_180 N	61: TURN_LEFT W	94: GO BELKAN Z22 Z21 W
29: GO BELKAN Z20 Z25 S	62: TURN_180 S	95: GIVE GOLD BELKAN KNIGHT Z21
30: TURN_RIGHT S	63: GO BELKAN Z13 Z8 N	
31: GO BELKAN Z25 Z24 W	64: GO BELKAN Z8 Z3 N	
32: TURN_RIGHT W	65: TURN_180 N	

### 3.5. Ejercicio 5

El quinto problema consiste principalmente en añadir una nueva característica a los NPCs. En vez de poder recibir un único objeto, ahora poseen un bolsillo mágico el cuál les permite tener una cantidad predefinida de objetos en el problema.

- a) En este apartado, debemos modificar el dominio para que se adecue a esta nueva característica, el bolsillo mágico.

Para ello, he añadido dos funciones y he modificado una acción:

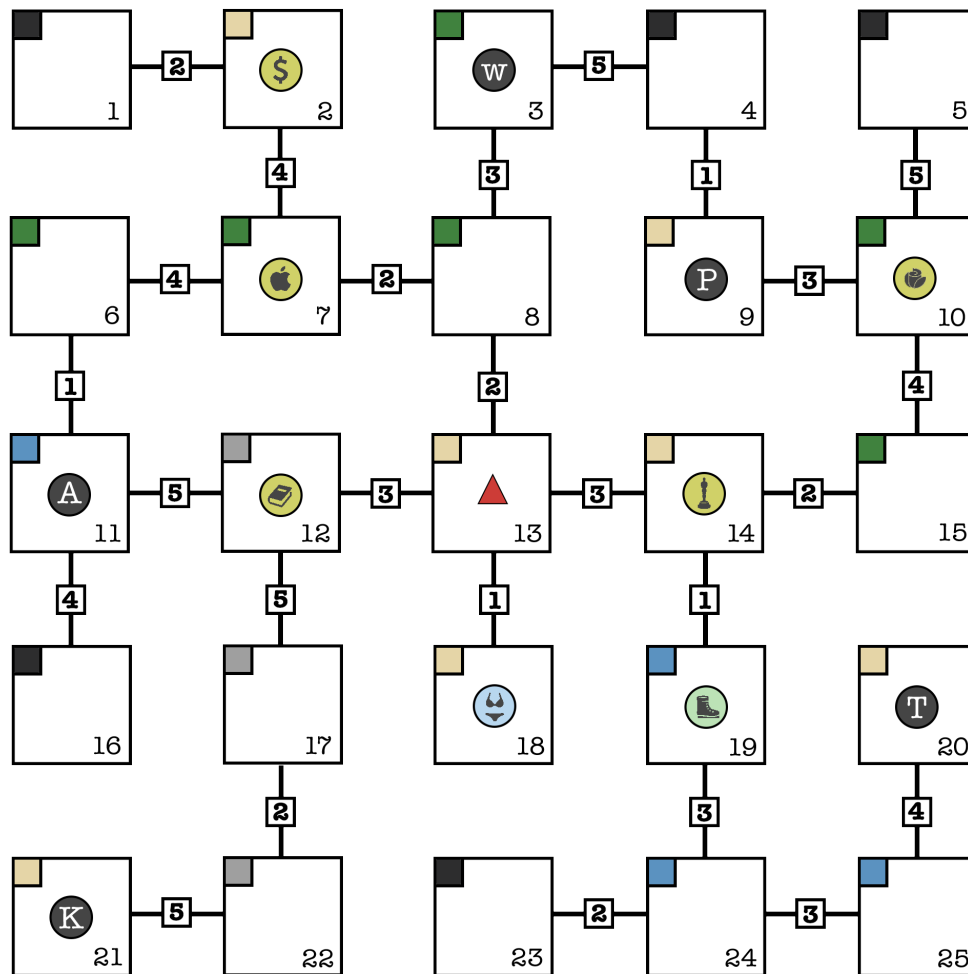
- (*max-objects*): Representa el número máximo de objetos que puede tener el bolsillo mágico.
- (*magic-pocket ?x - NPC*): Representa el número de objetos que tiene un NPC.
- (*:action GIVE*): Permite al jugador dar un objeto a un NPC.

Como *:precondition*, además de precondiciones anteriores, compruebo si el número de objetos que tiene el NPC es menor que el número máximo permitido de objetos que puede contener el bolsillo mágico.

Como *:effect*, además de los efectos anteriores, la acción provoca que el número de objetos del bolsillo mágico del NPC aumente en uno.



- b) En este apartado, resolveremos un problema dentro del dominio definido. A continuación, procedo a mostrar los resultados de utilizar el '*Ej5problema1.pddl*', mostrando una representación del estado inicial y el plan obtenido. El objetivo de este problema, para así poder reflejar que funciona correctamente, es que el NPC '*Witch*' tenga los 5 objetos que hay repartidos por el mapa, además de mantener la condición del coste de 120 del plan.



## Plan resultante de Ej5problema1.pddl

0: TURN_LEFT N	35: TURN_RIGHT W	70: GO BELKAN Z8 Z3 N
1: GO BELKAN Z13 Z12 W	36: GO BELKAN Z7 Z2 N	71: GIVE OSCAR BELKAN WITCH Z3
2: TURN_180 W	37: TURN_180 N	72: TURN_180 N
3: PICK BELKAN Z12 BOOK	38: DROP BELKAN Z2 BOOTS	73: GO BELKAN Z3 Z8 S
4: GO BELKAN Z12 Z13 E	39: GET BIKINI	74: GO BELKAN Z8 Z13 S
5: TURN_180 E	40: DROP BELKAN Z2 BIKINI	75: TURN_LEFT S
6: TURN_LEFT W	41: PICK BELKAN Z2 BOOTS	76: GO BELKAN Z13 Z14 E
7: GO BELKAN Z13 Z18 S	42: PUT BOOTS	77: TURN_180 E
8: TURN_RIGHT S	43: PICK BELKAN Z2 GOLD	78: PICK BELKAN Z14 BOOK
9: DROP BELKAN Z18 BOOK	44: GO BELKAN Z2 Z7 S	79: GO BELKAN Z14 Z13 W
10: PICK BELKAN Z18 BIKINI	45: TURN_LEFT S	80: TURN_RIGHT W
11: PUT BIKINI	46: GO BELKAN Z7 Z8 E	81: GO BELKAN Z13 Z8 N
12: TURN_RIGHT W	47: TURN_LEFT E	82: GO BELKAN Z8 Z3 N
13: PICK BELKAN Z18 BOOK	48: GO BELKAN Z8 Z3 N	83: GIVE BOOK BELKAN WITCH Z3
14: GO BELKAN Z18 Z13 N	49: GIVE GOLD BELKAN WITCH Z3	84: TURN_180 N
15: TURN_LEFT N	50: TURN_180 N	85: GO BELKAN Z3 Z8 S
16: TURN_180 W	51: GO BELKAN Z3 Z8 S	86: GO BELKAN Z8 Z13 S
17: GO BELKAN Z13 Z14 E	52: TURN_RIGHT S	87: TURN_LEFT S
18: TURN_RIGHT E	53: GO BELKAN Z8 Z7 W	88: GO BELKAN Z13 Z14 E
19: GO BELKAN Z14 Z19 S	54: TURN_180 W	89: GO BELKAN Z14 Z15 E
20: TURN_RIGHT S	55: PICK BELKAN Z7 APPLE	90: TURN_LEFT E
21: TURN_RIGHT W	56: GO BELKAN Z7 Z8 E	91: GO BELKAN Z15 Z10 N
22: GO BELKAN Z19 Z14 N	57: TURN_LEFT E	92: TURN_180 N
23: TURN_180 N	58: GO BELKAN Z8 Z3 N	93: PICK BELKAN Z10 ROSE
24: DROP BELKAN Z14 BOOK	59: GIVE APPLE BELKAN WITCH Z3	94: GO BELKAN Z10 Z15 S
25: GO BELKAN Z14 Z19 S	60: TURN_180 N	95: TURN_RIGHT S
26: PICK BELKAN Z19 BOOTS	61: GO BELKAN Z3 Z8 S	96: GO BELKAN Z15 Z14 W
27: TURN_180 S	62: GO BELKAN Z8 Z13 S	97: GO BELKAN Z14 Z13 W
28: GO BELKAN Z19 Z14 N	63: TURN_LEFT S	98: TURN_RIGHT W
29: TURN_LEFT N	64: GO BELKAN Z13 Z14 E	99: GO BELKAN Z13 Z8 N
30: GO BELKAN Z14 Z13 W	65: TURN_180 E	100: GO BELKAN Z8 Z3 N
31: TURN_RIGHT W	66: PICK BELKAN Z14 OSCAR	101: GIVE ROSE BELKAN WITCH Z3
32: GO BELKAN Z13 Z8 N	67: GO BELKAN Z14 Z13 W	
33: TURN_LEFT N	68: TURN_RIGHT W	
34: GO BELKAN Z8 Z7 W	69: GO BELKAN Z13 Z8 N	

### 3.6. Ejercicio 6

El sexto problema consiste principalmente en añadir una nueva jugadora, a la que llamaremos '*Andrana*' y modificar la definición de las puntuaciones, teniendo en cuenta que ahora cada jugador tiene una puntuación personal y que ambos aportan a la puntuación global.

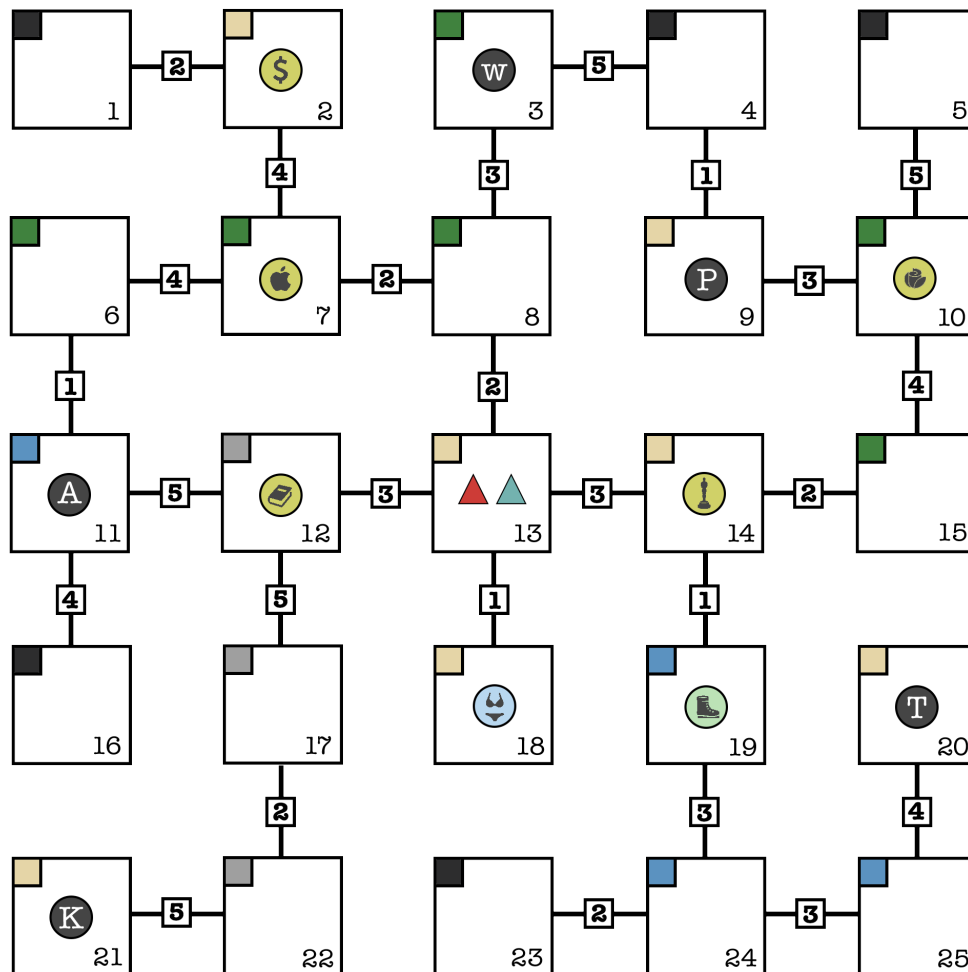
- a) En este apartado, debemos modificar el dominio para que se adecue a esta nueva característica, permitiendo que cada jugador puntue individualmente y a su vez, globalmente.

Para ello, he añadido una función, le he cambiado el nombre a otra y he modificado una acción:

- *(total-score)*: Representa los puntos totales que tiene el jugador (antes se llamaba *(points)*).
- *(points ?x - player)*: Representa los puntos que tiene un jugador concreto.
- *(:action GIVE)*: Permite al jugador dar un objeto a un NPC

Como *:effect*, además de los efectos anteriormente definidos, he añadido que se suma a la puntuación del jugador que entrega el objeto el valor de darle este al NPC.

- b) En este apartado, resolveremos un problema dentro del dominio definido. A continuación, procedo a mostrar los resultados de utilizar el '*Ej6problema1.pddl*', mostrando una representación del estado inicial y el plan obtenido. El objetivo de este problema, para así poder reflejar que funciona correctamente, ha sido que el jugador '*Belkan*' alcance una puntuación mínima de 20 puntos, la jugadora '*Andrana*' alcance una puntuación mínima de 10 puntos y que a su vez, la puntuación global sea mayor que 40 puntos.



## Plan resultante de Ej6problema1.pddl

0: TURN_RIGHT N BELKAN	30: TURN_LEFT N ANDRANA	60: DROP BELKAN Z14 BOOTS
1: TURN_LEFT S ANDRANA	31: GO ANDRANA Z12 Z11 W	61: GET BIKINI BELKAN
2: GO BELKAN Z13 Z14 E	32: TURN_180 W ANDRANA	62: DROP BELKAN Z14 BIKINI
3: TURN_180 E BELKAN	33: GO ANDRANA Z11 Z12 E	63: PICK BELKAN Z14 BOOTS
4: GO ANDRANA Z13 Z14 E	34: GO ANDRANA Z12 Z13 E	64: GO BELKAN Z14 Z15 E
5: TURN_180 E ANDRANA	35: DROP ANDRANA Z13 BOOK	65: TURN_LEFT E BELKAN
6: GO BELKAN Z14 Z13 W	36: PICK BELKAN Z18 BIKINI	66: GO BELKAN Z15 Z10 N
7: PICK ANDRANA Z14 OSCAR	37: PUT BIKINI BELKAN	67: TURN_LEFT N BELKAN
8: GO ANDRANA Z14 Z13 W	38: TURN_180 S BELKAN	68: PUT BOOTS BELKAN
9: GO BELKAN Z13 Z12 W	39: GO BELKAN Z18 Z13 N	69: PICK BELKAN Z10 ROSE
10: GO ANDRANA Z13 Z12 W	40: TURN_RIGHT N BELKAN	70: GO BELKAN Z10 Z9 W
11: DROP ANDRANA Z12 OSCAR	41: PICK BELKAN Z13 BOOK	71: GIVE ROSE BELKAN PRINCESS Z9
12: GO BELKAN Z12 Z11 W	42: GO BELKAN Z13 Z14 E	72: TURN_180 W BELKAN
13: PICK ANDRANA Z12 OSCAR	43: TURN_RIGHT E BELKAN	73: GO BELKAN Z9 Z10 E
14: GO ANDRANA Z12 Z11 W	44: GO BELKAN Z14 Z19 S	74: TURN_RIGHT E BELKAN
15: GIVE OSCAR ANDRANA ACTOR Z11	45: GO BELKAN Z19 Z24 S	75: GO BELKAN Z10 Z15 S
16: TURN_180 W ANDRANA	46: TURN_LEFT S BELKAN	76: TURN_RIGHT S BELKAN
17: TURN_180 W BELKAN	47: GO BELKAN Z24 Z25 E	77: GO BELKAN Z15 Z14 W
18: GO ANDRANA Z11 Z12 E	48: TURN_LEFT E BELKAN	78: GO BELKAN Z14 Z13 W
19: GO BELKAN Z11 Z12 E	49: GO BELKAN Z25 Z20 N	79: TURN_RIGHT W BELKAN
20: TURN_RIGHT E ANDRANA	50: GIVE BOOK BELKAN TEACHER Z20	80: GO BELKAN Z13 Z8 N
21: PICK ANDRANA Z12 BOOK	51: TURN_180 N BELKAN	81: TURN_LEFT N BELKAN
22: GO ANDRANA Z12 Z17 S	52: GO BELKAN Z20 Z25 S	82: GO BELKAN Z8 Z7 W
23: GO ANDRANA Z17 Z22 S	53: TURN_RIGHT S BELKAN	83: TURN_180 W BELKAN
24: GO BELKAN Z12 Z13 E	54: GO BELKAN Z25 Z24 W	84: PICK BELKAN Z7 APPLE
25: TURN_180 S ANDRANA	55: TURN_RIGHT W BELKAN	85: GO BELKAN Z7 Z8 E
26: GO ANDRANA Z22 Z17 N	56: GO BELKAN Z24 Z19 N	86: TURN_LEFT E BELKAN
27: GO ANDRANA Z17 Z12 N	57: PICK BELKAN Z19 BOOTS	87: GO BELKAN Z8 Z3 N
28: TURN_RIGHT E BELKAN	58: GO BELKAN Z19 Z14 N	88: GIVE APPLE BELKAN WITCH Z3
29: GO BELKAN Z13 Z18 S	59: TURN_RIGHT N BELKAN	

### 3.7. Ejercicio 7

El séptimo y último problema consiste principalmente modificar las cualidades de recoger y entregar objetos de cualquier jugador, para crear un tipo de jugador que únicamente podrá recoger objetos y entregárselos al otro jugador y un segundo tipo de jugador que únicamente podrá recibir objetos del otro y entregárselos a los NPCs. Esta nueva característica obligará a los jugadores a colaborar para cumplir el objetivo.

- a) En este apartado, debemos modificar el dominio para que se adecue a esta nueva característica, permitiendo que únicamente un jugador pueda recoger objetos y entregárselo al otro y que únicamente un jugador pueda recibir objetos y entregárselos a los NPCs.

Para ello, he prescindido del predicado (*has-object ?x - NPC*), ya que al modificar otros predicados, he dejado de necesitarla, y de la función (*points ?x - player*), ya que al únicamente poder obtener puntos uno de los dos personajes, no tiene sentido que se mantenga la puntuación individual. Además, he añadido un predicado (también he modificado ligeramente varios predicados) y he modificado dos funciones:

- (*robot ?x - player*): Indica que el jugador es un robot, es decir, que únicamente puede coger objetos.
- (*:action PICK*): Permite coger un objeto del suelo al jugador robot.  
Como *:precondition*, además de las precondiciones anteriores deberá comprobar si el jugador es un robot.

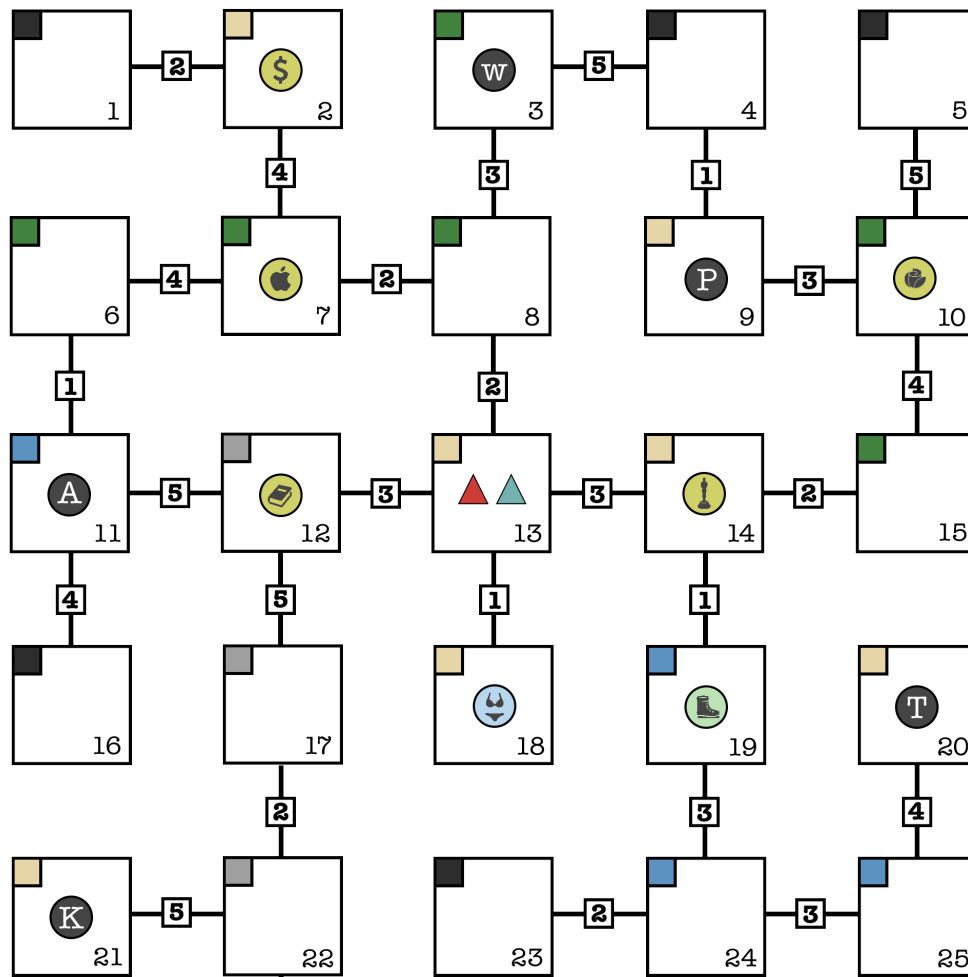
Como *:effect*, la acción provoca que el jugador tenga el objeto en la mano, que dicho objeto deje de estar en el suelo y deje de estar en la habitación actual.

- (*:action GIVE*): Permite al jugador robot dar un objeto al otro jugador y al jugador dar un objeto a un NPC.

Como *:precondition*, establezco dos posibles situaciones: la primera, mantiene las precondiciones anteriores, permitiendo que el jugador le de un objeto al NPC; la segunda, comprueba si el jugador robot y el jugador están en la misma habitación, si el jugador tiene la mano vacía, si el jugador robot no tiene la mano vacía y tiene un objeto en la mano.

Como *:effect*, la acción provoca que el personaje deje de tener un objeto y pase a tener la mano vacía, y dependiendo de a quién se lo entregue actuará de un modo u otro. Si se lo entrega a un NPC, actualiza el contador de este; y si se lo entrega al otro jugador, realiza los cambios pertinentes para que uno deje de tener el objeto y pase a tenerlo el otro, teniendo en cuenta por ejemplo, que si uno le da el bikini al otro, el primero ya no podrá atravesar las zonas cubiertas de 'Lake'.

b) En este apartado, resolveremos un problema dentro del dominio definido. A continuación, procedo a mostrar los resultados de utilizar el '*Ej7problema1.pddl*', mostrando una representación del estado inicial y el plan obtenido. El objetivo de este problema, para así poder reflejar que funciona correctamente, ha sido que la puntuación total debe ser de 50 puntos, y ya que tenemos 5 objetos distintos y 5 NPCs, estamos obligando a que colaboren para llevar el mejor objeto a cada uno de los NPCs.



### Plan resultante de Ej7problema1.pddl

0: TURN_RIGHT S ANDRANA	36: GO BELKAN Z19 Z24 S
1: TURN_180 W ANDRANA	37: TURN_LEFT S BELKAN
2: TURN_180 N BELKAN	38: GO BELKAN Z24 Z25 E
3: GO ANDRANA Z13 Z14 E	39: TURN_LEFT E BELKAN
4: TURN_180 E ANDRANA	40: GO BELKAN Z25 Z20 N
5: PICK ANDRANA OSCAR Z14	41: GIVE BOOK BELKAN TEACHER Z20
6: GO ANDRANA Z14 Z13 W	42: TURN_180 N BELKAN
7: GO ANDRANA Z13 Z12 W	43: GO BELKAN Z20 Z25 S
8: TURN_RIGHT S BELKAN	44: GET BIKINI BELKAN
9: GO BELKAN Z13 Z12 W	45: TURN_180 W ANDRANA
10: DROP ANDRANA Z12 OSCAR	46: GO ANDRANA Z12 Z13 E
11: GO BELKAN Z12 Z11 W	47: TURN_RIGHT S BELKAN
12: PICK ANDRANA OSCAR Z12	48: GO BELKAN Z25 Z24 W
13: GO ANDRANA Z12 Z11 W	49: TURN_RIGHT W BELKAN
14: GIVE OSCAR ANDRANA BELKAN Z11	50: GO BELKAN Z24 Z19 N
15: GIVE OSCAR BELKAN ACTOR Z11	51: GO ANDRANA Z13 Z14 E
16: TURN_180 W ANDRANA	52: TURN_RIGHT E ANDRANA
17: GO ANDRANA Z11 Z12 E	53: GO BELKAN Z19 Z14 N
18: GO ANDRANA Z12 Z13 E	54: GIVE BIKINI BELKAN ANDRANA Z14
19: TURN_RIGHT E ANDRANA	55: GO ANDRANA Z14 Z19 S
20: GO ANDRANA Z13 Z18 S	56: TURN_RIGHT N BELKAN
21: TURN_180 S ANDRANA	57: TURN_180 S ANDRANA
22: PICK ANDRANA BIKINI Z18	58: PUT BIKINI ANDRANA
23: GO ANDRANA Z18 Z13 N	59: PICK ANDRANA BOOTS Z19
24: TURN_LEFT N ANDRANA	60: GO ANDRANA Z19 Z14 N
25: GO ANDRANA Z13 Z12 W	61: TURN_RIGHT N ANDRANA
26: TURN_180 W BELKAN	62: DROP ANDRANA Z14 BOOTS
27: GO BELKAN Z11 Z12 E	63: GET BIKINI ANDRANA
28: GIVE BIKINI ANDRANA BELKAN Z12	64: DROP ANDRANA Z14 BIKINI
29: PICK ANDRANA BOOK Z12	65: PICK ANDRANA BOOTS Z14
30: PUT BIKINI BELKAN	66: GO ANDRANA Z14 Z15 E
31: GIVE BOOK ANDRANA BELKAN Z12	67: TURN_LEFT E ANDRANA
32: GO BELKAN Z12 Z13 E	68: GO ANDRANA Z15 Z10 N
33: GO BELKAN Z13 Z14 E	69: TURN_180 N ANDRANA
34: TURN_RIGHT E BELKAN	70: PUT BOOTS ANDRANA
35: GO BELKAN Z14 Z19 S	71: PICK ANDRANA ROSE Z10



72: GO ANDRANA Z10 Z15 S	110: PICK ANDRANA APPLE Z13
73: TURN_RIGHT S ANDRANA	111: PUT BOOTS BELKAN
74: GO ANDRANA Z15 Z14 W	112: TURN_RIGHT W BELKAN
75: DROP ANDRANA Z14 ROSE	113: GIVE APPLE ANDRANA BELKAN Z13
76: GET BOOTS ANDRANA	114: GO BELKAN Z13 Z8 N
77: GIVE BOOTS ANDRANA BELKAN Z14	115: GO BELKAN Z8 Z3 N
78: PICK ANDRANA ROSE Z14	116: GIVE APPLE BELKAN WITCH Z3
79: PUT BOOTS BELKAN	117: GET BOOTS BELKAN
80: GIVE ROSE ANDRANA BELKAN Z14	118: TURN_180 N BELKAN
81: GO BELKAN Z14 Z15 E	119: GO BELKAN Z3 Z8 S
82: TURN_LEFT E BELKAN	120: TURN_180 S ANDRANA
83: GO BELKAN Z15 Z10 N	121: GO BELKAN Z8 Z13 S
84: TURN_LEFT N BELKAN	122: GIVE BOOTS BELKAN ANDRANA Z13
85: GO BELKAN Z10 Z9 W	123: GO ANDRANA Z13 Z8 N
86: GIVE ROSE BELKAN PRINCESS Z9	124: TURN_LEFT N ANDRANA
87: GET BOOTS BELKAN	125: GO ANDRANA Z8 Z7 W
88: GO ANDRANA Z14 Z13 W	126: TURN_RIGHT W ANDRANA
89: TURN_RIGHT W ANDRANA	127: GO ANDRANA Z7 Z2 N
90: TURN_180 W BELKAN	128: PUT BOOTS ANDRANA
91: GO BELKAN Z9 Z10 E	129: TURN_180 N ANDRANA
92: TURN_RIGHT E BELKAN	130: PICK ANDRANA GOLD Z2
93: GO BELKAN Z10 Z15 S	131: GO ANDRANA Z2 Z7 S
94: TURN_RIGHT S BELKAN	132: TURN_RIGHT S BELKAN
95: GO BELKAN Z15 Z14 W	133: GO BELKAN Z13 Z12 W
96: GO BELKAN Z14 Z13 W	134: TURN_RIGHT S ANDRANA
97: GIVE BOOTS BELKAN ANDRANA Z13	135: GO ANDRANA Z7 Z6 W
98: GO ANDRANA Z13 Z8 N	136: TURN_LEFT W BELKAN
99: TURN_LEFT N ANDRANA	137: TURN_LEFT W ANDRANA
100: GO ANDRANA Z8 Z7 W	138: GO ANDRANA Z6 Z11 S
101: TURN_180 W ANDRANA	139: TURN_LEFT S ANDRANA
102: PUT BOOTS ANDRANA	140: GO ANDRANA Z11 Z12 E
103: PICK ANDRANA APPLE Z7	141: GIVE GOLD ANDRANA BELKAN Z12
104: GO ANDRANA Z7 Z8 E	142: GO BELKAN Z12 Z17 S
105: TURN_RIGHT E ANDRANA	143: GO BELKAN Z17 Z22 S
106: GO ANDRANA Z8 Z13 S	144: TURN_RIGHT S BELKAN
107: DROP ANDRANA Z13 APPLE	145: GO BELKAN Z22 Z21 W
108: GET BOOTS ANDRANA	146: GIVE GOLD BELKAN KNIGHT Z21
109: GIVE BOOTS ANDRANA BELKAN Z13	

## 4. Problemas extra

### 4.1. Ejercicio 1

- *Ej1problema2.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej1problema1.pddl*', pero cambiando la localización de los objetos, del jugador y de los NPCs.

### 4.2. Ejercicio 2

- *Ej2problema2.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej2problema1.pddl*', pero cambiando la localización de los objetos, del jugador y de los NPCs.

- *Ej2problema3.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej2problema1.pddl*', pero cambiando los pesos de los distintos caminos entre las zonas.

### 4.3. Ejercicio 3

- *Ej3problema2.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej2problema1.pddl*', pero las superficies que cubren las zonas.

- *Ej3problema3.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej2problema1.pddl*', pero las botas y el bikini de localización, haciendo que el bikini esté en una zona cubierta de bosque.

### 4.4. Ejercicio 4

- *Ej4problema2.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej4problema1.pddl*', pero en vez de tener 5 objetos distintos, tendremos 2 manzanas y 3 libros. También se ha reducido la puntuación objetivo mínima a 30 puntos para que se pueda cumplir.

- *Ej4problema3.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej4problema1.pddl*', pero la puntuación objetivo es exacta a 22

puntos y se ha eliminado el objetivo de que todos los personajes tengan un objeto como mínimo.

- *Ej4problema4.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej4problema1.pddl*', pero la puntuación objetivo tendrá que ser menor o igual que 10 puntos.

#### 4.5. Ejercicio 5

- *Ej5problema2.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej5problema1.pddl*', pero utilizando los bolsillos mágicos, cada personaje deberá tener al menos un objeto.

- *Ej5problema3.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej5problema1.pddl*', pero el NPC '*Witch*' tendrá que tener 2 objetos y el NPC '*Knight*' tendrá que tener 3 objetos.

#### 4.6. Ejercicio 6

- *Ej6problema2.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej6problema1.pddl*', cambiando la puntuación objetivo individual de cada uno de los jugadores y reduciendo la puntuación objetivo global.

- *Ej6problema3.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej6problema1.pddl*', cambiando la puntuación objetivo individual de cada uno de los jugadores, para que la de uno sea 0 puntos y la del otros 50 puntos, manteniendo la puntuación global en 50 puntos.

#### 4.7. Ejercicio 7

- *Ej7problema2.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej7problema1.pddl*', cambiando la puntuación objetivo para que sea menor que 35 puntos y a la vez sea mayor que 20 puntos.

- *Ej7problema3.pddl*

El ejercicio parte del mismo mundo que el '*Ej7problema1.pddl*', cambiando la puntuación objetivo para que tenga que ser exactamente 6 puntos.