



UNIVERSITAT
JAUME·I

Trabajo Final de Máster

EDUROLBOTS: Educación, rol y robótica

Máster en Profesor/a de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas

Autor: Carlos Rubert Escuder
Director TFM: Julio Pacheco Aparicio

Universitat Jaume I
Curso 2018/2019

Índice

1. Introducción	4
1.1 Introducción y estado del arte	4
1.2 Objetivos	5
2. Fundamentos teóricos	6
2.1 Aprendizaje basado en juegos	6
2.2 La caza del Wumpus	6
3. Materiales	7
3.1 Tablero de Juego	7
3.1.1 Casilla trampa	8
3.1.2 Casilla monstruo	8
3.1.3 Casilla pasillo	8
3.1.4 Casillas especiales	9
3.2 Mazo de cartas	9
3.2.1 Mazo de llaves	9
3.2.2 Mazo de acciones	10
3.3 Robot	12
3.4 Fabricación de materiales	14
4. Mecánica del juego	14
4.1 Preparación del juego	14
4.2 Desarrollo de los turnos	16
4.3 Estrategia de Juego	16
4.4 Fin de la partida	17
4.5 Modos de Juego	17
4.5.1 Modo movimiento	18
4.5.2 Modo Llaves	18
4.5.3 Tablero misterio	19
4.5.4 Tablero esquinas	20
4.5.5 Tablero aleatorio	21
5. Temario matemáticas	22
5.1 Aritmética	22
5.2 Álgebra	22
5.3 Geometría	23
5.4 Funciones y análisis	23
5.5 Estadística y probabilidad	23
7. El laberinto matemático	23
7.1 Casillas especiales	24

7.2 Casillas pasillo	24
7.2.1 Aritmética	24
7.2.2 Álgebra	25
7.2.3 Geometría	26
7.2.4 Funciones y Análisis	27
7.2.5 Estadística y probabilidad	28
7.3 Casillas trampa	29
7.3.1 Aritmética - Álgebra	29
7.3.2 Geometría - Estadística y Probabilidad	30
7.4 Casillas monstruo	30
7.4.1 Aritmética - Álgebra	31
7.4.2 Geometría - Funciones y análisis	31
8. Fase Experimental	32
8.1 Metodología experimental	32
8.2 Evaluación	33
8.3 Resultados	34
9. Conclusiones	36
Anexo I. Casillas del Laberinto	37
Anexo I.1 Casillas Especiales	37
Anexo I.1 Casillas Pasillo	44
Anexo I.2 Casillas Trampa	59
Anexo I.3 Casillas Monstruo	63
10. Bibliografía	67

1. Introducción

1.1 Introducción y estado del arte

La aplicación de nuevas tecnologías en el campo de la enseñanza es una de las principales áreas de interés tanto en el área de educación como en la computación. Son diversos los estudios (Yelland N., 2006, Bates A. T., 2005, Herrington J. et al., 2009, Martin S. et al., 2001) que han mostrado la eficacia de la aplicación de nuevas tecnologías para mejorar el aprendizaje en alumnos de todos los rangos de edad.

Dentro de estas nuevas tecnologías, el área de la robótica está experimentando un era dorada. Cada vez es más común la presencia de dispositivos inteligentes y robots en nuestro día a día, ya sea en el hogar: teléfonos o televisores inteligentes, aspiradores o robots de cocina; o en la industria, donde cada vez es más importante la presencia de robots para adentrarse en una nueva era tecnológica.

Es por ello, que el campo de la educación no debe quedarse atrás y debe beneficiarse de la presencia de robots en el aprendizaje del alumno. Las características de los robots, hacen que los alumnos los perciban como un juguete, más que como un elemento educativo, esto hace que sientan un mayor atracción hacia ellos, ganándoles ya en implicación y motivación (Yilmaz R. M., 2016, Mubin O. et al., 2013, Toh L. P. E. et al., 2016). Utilizar a los robots como elemento motivador se convierte pues en un factor clave para enseñarles nuevos conocimientos o poner a prueba los ya adquiridos.

Dentro del área de las matemáticas, son diversos los estudios (Herrington J. et al., 2009, Jewitt C., 2012, Le Q. et al., 2015, Thompson P. W. y Lambdin D., 1994) que se han realizado para mostrar la eficacia de los materiales de apoyo para mejorar el aprendizaje. Se ha demostrado la eficiencia de utilizar otros elementos visuales y materiales para reforzar el aprendizaje teórico y realizar demostraciones de los ejercicios y problemas que deben resolver los alumnos. Sin embargo, no se ha llegado a abordar el uso de estos materiales desde un punto de vista lúdico, que genere un interés más motivador en los alumnos.

Así mismo, el Aprendizaje Basado en Juegos (*ABJ*) o Game-Based Learning (*GBL*) en inglés, ha mostrado ser una herramienta efectiva en el aprendizaje. El trabajo de Hainey T. (2016), muestra que los alumnos que aprenden jugando tienen una mayor capacidad para retener el conocimiento, aumenta su interés en los estudios y aprenden a mayor velocidad.

Los trabajos de Squire K. (2003), Squire K. and Jenkins H. (2003), Gros B. (2007), Tesekleves E. (2016), muestran que utilizar juegos y elementos lúdicos en la enseñanza mejora el aprendizaje de los alumnos. En estos estudios se observa que los alumnos que han podido aprender a través de videojuegos adquieren los conceptos con mayor rapidez y son capaces de retenerlos por más tiempo.

Dentro del *ABJ* encontramos el trabajo de Kordaki M. y Gousiou A. (2017) donde se realiza una revisión del uso de Juegos de Cartas Digitales (*JCD*) o Digital Card Games (*DCG*) en la

educación. Este estudio muestra que se obtuvieron resultados positivos en términos de aprendizaje, aceptación de los JCD, mejora de la colaboración e interacción social y mejoras de pensamiento y desarrollo cognitivo.

Todos estos estudios nos muestran que el uso de juegos para evaluar y practicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la enseñanza no solo tiene un carácter positivo para los conocimientos pasados, sino que mejora la percepción y la motivación del propio alumno en el aprendizaje de la materia y sus aptitudes.

El presente trabajo tiene como objetivo utilizar las nuevas tecnologías y *el ABJ*, para reforzar y poner a prueba los conocimientos adquiridos por los alumnos. Aunque el trabajo está enfocado en el refuerzo de las matemáticas en el primer ciclo de la educación secundaria, puede ser fácilmente adaptable a todos los niveles y edades, así como a otras materias.

Así pues, con este trabajo pretendemos proporcionar un nuevo material didáctico que tenga aplicación en cualquier área de conocimiento y que sea fácilmente adaptable a cualquier nivel o rango de edad.

El trabajo está estructurado como sigue: primero se hará un pequeño repaso teórico sobre los fundamentos que han inspirado el trabajo y el juego que se va a presentar, a continuación se describirán los materiales del juego. Seguidamente se detallará la mecánica y el funcionamiento del juego. A continuación se explicará el tipo de pruebas matemáticas que se plantearán a los jugadores y se detallará el tablero que conforma el juego. Seguidamente se presentará una parte experimental en que los alumnos prueben el juego. Finalmente, se plantearán las conclusiones al trabajo presentado y se hará una valoración crítica sobre el mismo.

1.2 Objetivos

El objetivo del presente Trabajo Fin de Máster (TFM) es desarrollar un material didáctico que sirva de apoyo y refuerzo en el aprendizaje de las Matemáticas en el primer ciclo de secundaria. Para ello nos basaremos en el aprendizaje basado en juegos y los juegos de cartas digitales. Se utilizarán los elementos principales del aprendizaje basado en juegos, los juegos de cartas digitales y las nuevas tecnologías. Dentro de las nuevas tecnologías se utilizarán los robots como elemento novedoso y motivador hacia el alumno. Utilizando todos estos elementos, se pretende desarrollar un juego de mesa en el que se plantearán diversas pruebas matemáticas hacia el alumno.

El objetivo principal es el desarrollo de un nuevo material didáctico que sirva de apoyo al aprendizaje de las matemáticas. Como objetivo secundario está el desarrollo de un juego de mesa que cumpla con las características del aprendizaje basado en juegos y el uso de nuevas tecnologías para mejorar en el proceso de aprendizaje y el desarrollo del juego.

2. Fundamentos teóricos

2.1 Aprendizaje basado en juegos

El Aprendizaje Basado en Juegos (*ABJ*) es un método de enseñanza que aprovecha el uso de juegos para mejorar la experiencia de aprendizaje. El juego se convierte en parte del proceso de aprendizaje y tiene como objetivo enseñar una habilidad concreta o el aprendizaje de un concepto, mientras proporciona a los estudiantes una experiencia divertida y motivadora.

El aprendizaje basado en juegos se caracteriza por utilizar elementos de ganancia y ejercicios competitivos con el objetivo de motivar a los estudiantes a mejorar su aprendizaje. El *ABJ* introduce al alumno en un contexto virtual que puede parecer familiar y seguro, y en el que es posible tomar decisiones, cometer errores y experimentar las consecuencias en un entorno libre de riesgos.

Las características principales del aprendizaje basado en juegos son:

- **Competitividad:** No se trata de hacer competir a los estudiantes entre ellos o contra el maestro, sino contra el juego y contra ellos mismos. Estos juegos requieren que los alumnos piensen rápido y utilicen su lógica para resolver los problemas y completar los niveles.
- **Involucración:** Los juegos suelen ofrecer elementos de fantasía que involucran al estudiante en una actividad de aprendizaje a través de una historia. Cuando los alumnos juegan a un juego, se estimulan la curiosidad y la imaginación, hasta el punto de que no llegan a ser conscientes del aprendizaje que están recibiendo.
- **Recompensas:** En el *ABJ* los jugadores reciben recompensas, mejoras o premios a medida que resuelven los problemas. Esto sirve para mantenerlos interesados y estimularles durante el proceso de aprendizaje.

2.2 La caza del Wumpus

El material didáctico desarrollado se inspira en el clásico juego de “*la caza del Wumpus*”. La caza del Wumpus es un juego de ordenador desarrollado en los ‘80 en el que un héroe recorre un laberinto donde debe: a) encontrar un tesoro ó b) cazar al Wumpus. La peculiaridad de dicho juego por turnos es que el laberinto está lleno de trampas y, en cada turno, el Wumpus se va moviendo por lo que siempre cabe la posibilidad de que el Wumpus cace al héroe antes de que este encuentre el tesoro o pueda matar al monstruo.

Dicho juego ha sido ampliamente utilizado como ejemplo en el desarrollo de la Inteligencia Artificial. La idea consistía en desarrollar una aplicación que fuera recorriendo el laberinto y fuese capaz de cazar al Wumpus antes de que este le encontrara. Para ello debía ir esquivando las trampas y anticiparse a los movimientos del monstruo. Como elementos de

ayuda, había ciertas señales sonoras, de temperatura, olfativas, que permitían al héroe saber si estaba cerca de algún peligro y así poder evitarlo.

Basándonos en esa idea de un laberinto lleno de trampas, se pretende desarrollar un tablero en el que el héroe (robot) vaya desplazándose por turnos hasta encontrar un tesoro. Al igual que en el juego original, nuestro laberinto tendrá trampas y monstruos, por lo que no siempre será posible encontrar el tesoro o sobrevivir al mismo.

3. Materiales

El juego, al que denominaremos “El laberinto matemático”, está formado por un robot, dos dados, un mazo de cartas de acción, otro mazo de cartas de llaves y el tablero de juego.

3.1 Tablero de Juego

El tablero de 6x5 estará formado por 30 casillas. Las casillas podrán ser de 10x10cm o 15x15cm. según el tipo de robot a utilizar. La figura 3.1 muestra el esquema básico de una casilla del juego. Las casillas estarán formadas por un código de colores en sus laterales, que indicarán las llaves necesarias para poder avanzar, en la parte superior se indicará el tipo y número de casilla y en la parte inferior un texto describiendo el enigma y la operación a superar.



Figura 3.1. Esquema básico de casilla de juego.

Todas las casillas del laberinto contienen una serie de puertas que requieren de dos llaves para ser cruzadas, estas llaves pueden ser de un solo uso o maestras y se pueden utilizar indistintamente. Cuando un jugador desee cruzar una casilla, deberá disponer de las dos llaves necesarias para abrir la puerta de la casilla en la que se encuentra. **Nota:** las llaves son necesarias sólo para abandonar una casilla, entrar en una casilla no requiere de llaves adicionales.

Cada casilla presentará una prueba matemática que los jugadores deberán resolver, según el resultado de la prueba y el tipo de casilla habrá unas consecuencias u otras. Las casillas serán de 4 tipos distintos: pasillo, trampa, monstruo y especiales. Las casillas se distribuyen de la siguiente forma:

- 7 casillas especiales
- 15 casillas pasillo
- 4 casillas trampa
- 4 casillas monstruo

Cada casilla, salvo las especiales, estará centrada en trabajar una de las 5 temáticas del temario de matemáticas en la educación secundaria. La distribución de temáticas y casillas serán como sigue:

- Aritmética: 4 casillas pasillo, 1 casilla trampa y 1 casilla monstruo
- Álgebra: 3 casillas pasillo, 1 casilla trampa y 1 casilla monstruo
- Geometría: 3 casillas pasillo, 1 casilla trampa y 1 casilla monstruo
- Funciones y análisis: 2 casillas pasillo y 1 casilla monstruo
- Estadística y probabilidad: 3 casillas pasillo y 1 casilla trampa

Hay que tener en cuenta, que muchos de los conceptos de una determinada temática son transversales a otras cuestiones y que se trabajan indirectamente a lo largo del juego: ejes de coordenadas, jerarquía de operaciones, variables e incógnitas, cálculo mental, etcétera.

3.1.1 Casilla trampa

En estas casillas habrá una trampa que funcionará o no en función de la operación matemática que se deba resolver. Si el resultado es satisfactorio, la casilla será segura, si el resultado es fallido, la trampa acabará con el héroe y finalizará la partida.

3.1.2 Casilla monstruo

En estas casillas habrá un monstruo durmiente que podrá acabar con nuestro héroe. En función del resultado de la operación matemática el héroe morirá y perderá la partida, o podrá permanecer seguro en esa casilla

3.1.3 Casilla pasillo

En estas casillas se atravesará un pasillo inestable, por lo que el jugador deberá realizar ciertos cálculos que le indicarán si puede cruzarlo o no. Si al resolver el enigma, el resultado

es positivo, el jugador puede permanecer en la casilla. Si el resultado es fallido, el jugador deberá retroceder y permanecer en la casilla anterior.

En el caso de que se deba retroceder a una casilla anterior, se asumirá que es segura y el jugador no deberá resolver ningún tipo de prueba en ella.

3.1.4 Casillas especiales

Las casillas especiales serán las de inicio, fin del juego, y las 5 casillas de llaves maestras. Estas casillas no requerirán de ninguna llave para ser cruzadas, si bien para llegar a la casilla de fin del juego se deberá poseer las 6 llaves maestras. Estas casillas son zonas seguras y el jugador no debe realizar ningún tipo de operación ni tampoco corre ningún peligro.

3.2 Mazo de cartas

Se utilizarán dos tipos de mazos de cartas: mazo de acciones y mazo de llaves. Todas las cartas serán de tamaño 6x8 cm.

3.2.1 Mazo de llaves

Las cartas llave podrán ser de dos tipos, *maestras* o *un sólo uso* (ver figura 3.2). Las llaves se utilizarán para poder cruzar las casillas del laberinto. Cruzar cada casilla requerirá del uso de dos llaves. Las llaves tienen un código de color que indican que puerta pueden abrir: *rojo, verde, azul, amarillo, morado o blanco*.

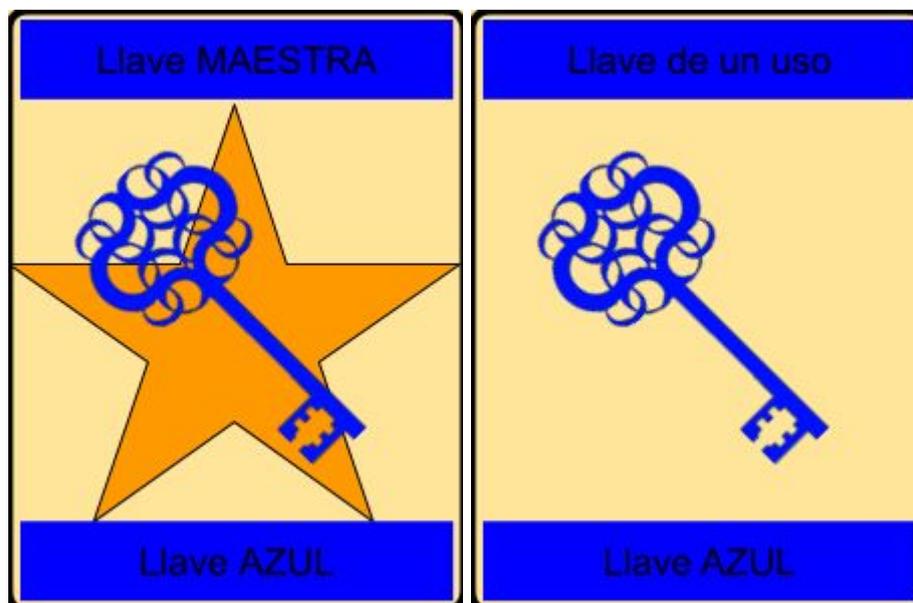


Figura 3.2. Llaves maestra y de un solo uso azules

Las llaves *maestras* se obtienen al caer en una casilla especial del laberinto, las llaves de *un sólo uso* se obtienen al resolver correctamente cada uno de los enigmas que se encuentra en el laberinto. **Nota:** si cruzar una casilla requiere de dos llaves del mismo color,

se deberá gastar dos llaves de *un sólo uso* o la llave *maestra* junto a una llave de *un sólo uso*.

Después de usar una carta llave de *un sólo uso*, esta se dejará en el mazo de descartes, si se acaba el mazo de cartas llave se barajará el de descartes y se utilizará de nuevo como mazo de llaves. Una vez obtenida una llave *maestra*, esta se podrá utilizar siempre que se desee sin necesidad de descartarla.

Para poder superar el juego y llegar a la sala del tesoro, será necesario que el jugador tenga las 6 llaves *maestras*. La llave *maestra blanca* se proporciona al jugador nada más comenzar la partida. El **mazo de llaves** estará compuesto por 6 llaves *maestras* (una de cada color) y 24 llaves de *un sólo uso* (4 para cada color).

3.2.2 Mazo de acciones

Para poder moverse por el laberinto y sobrevivir, se proporcionarán unas cartas de acción que determinarán los movimientos que puede realizar el robot y las acciones que puede realizar el jugador. La figura 3.3 muestra el diseño básico de una carta de acción. Las cartas de acción son de tres tipos: *movimiento*, *objeto* y *magos*.

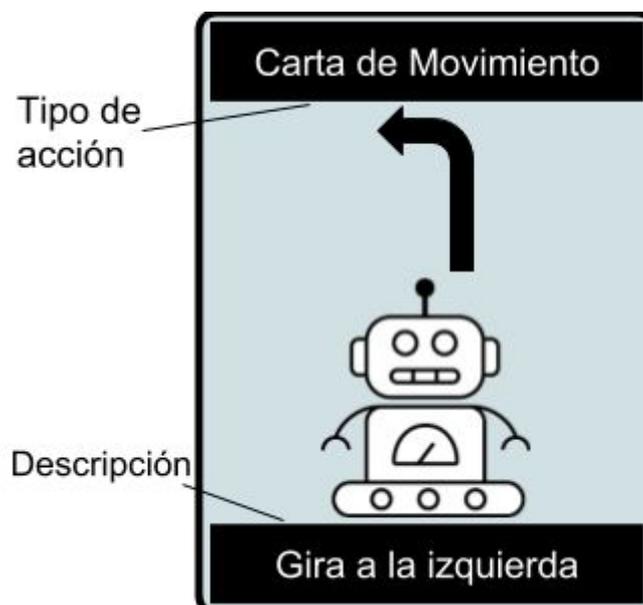


Figura 3.3. Esquema de carta de tipo acción

Cada vez que se juegue una carta de *acción* esta se dejará en el montón de descartes, si se acaban las cartas del mazo de acción, todas las del montón de descartes se barajarán y se usarán de nuevo.

Hay 4 tipos de movimiento: avanzar, retroceder, girar a la derecha o girar a la izquierda, ver figura 3.4. Cada vez que se desee atravesar una casilla se deberá disponer de las llaves correspondientes para poder abrir la puerta.

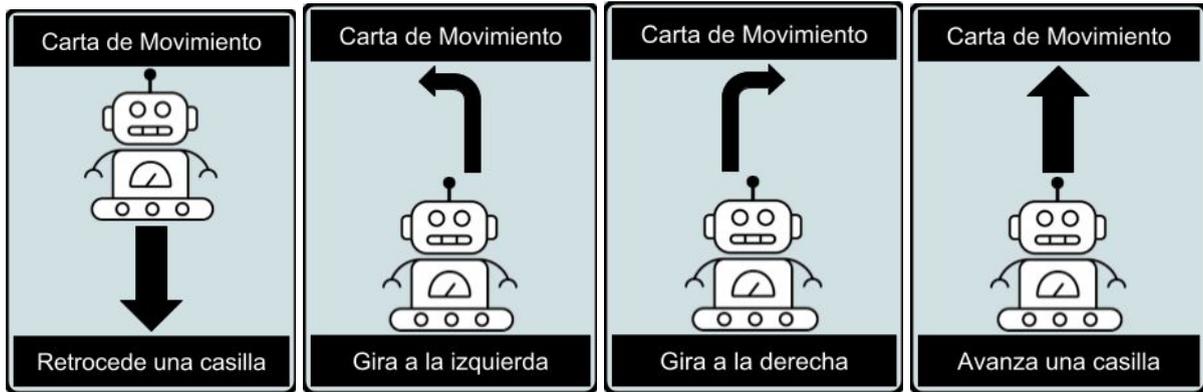


Figura 3.4. Cartas de movimiento: retroceder, girar izquierda, girar derecha y avanzar.

Nota: Las acciones de giro no implican movimiento de avance, por lo que si se desea que el robot vaya a la casilla de la derecha o la izquierda se deberá gastar una carta de giro y a continuación una carta de avanzar/retroceder.

Las cartas *objeto* serán de dos tipos: arma y señuelo (ver figura 3.5). La carta arma puede ser usada para matar a un monstruo, la carta señuelo puede ser usada para evitar que una trampa mate al jugador.



Figura 3.5. Cartas objeto: señuelo y arma

La carta arma sólo puede ser utilizada en casillas de tipo monstruo. Esta carta deberá jugarse cuando se acceda a una casilla monstruo y sirve para matarlo y que esa casilla sea segura. La carta señuelo debe jugarse antes de jugar una carta de movimiento. Esta carta permitirá que la casilla (trampa o laberinto) sea anulada, por lo que el héroe podrá avanzar a esa casilla sin peligro.

Matar a un monstruo o anular una casilla implica que esa prueba ya no debe realizarse y la casilla es segura. Para marcarla como tal, se deberá dejar la carta arma o señuelo sobre la casilla, de forma que si se vuelve a caer el jugador sepa que ya no corre peligro.

Las cartas *magos* pueden jugarse después de resolver un enigma y permite modificar el resultado obtenido para que el jugador pueda superar la prueba. Las cartas mago permitirán: volver a lanzar los dados, incrementar o decrementar en 1 unidad el resultado obtenido o cambiar el signo (+ ó -) de ciertos números, ver figura 3.6.



Figura 3.6. Cartas de tipo mago: incrementa/decrementa, signos y dados.

El **mazo de acción** estará formada por 40 cartas de la siguiente manera:

- 10 cartas de avanzar 1 casilla
- 6 cartas de retroceder 1 casilla
- 4 cartas de girar a la derecha
- 4 cartas de girar a la izquierda
- 4 cartas mago: volver a lanzar dados
- 3 cartas mago: incrementar o decrementar resultado
- 3 cartas mago: cambia el signo del número que desees
- 2 cartas arma
- 4 cartas señuelo

3.3 Robots

Para el desarrollo de las partidas se puede utilizar todos tipo de robots educativos-programables: Escornabot, DOC, BeeBot, etc. Se tratan de robots programables en los que el alumno debe indicar los movimientos a realizar con el robot utilizando una serie de botones en su superficie o dispositivos móviles (smartphones o tablets).

Cada movimiento del robot le permite avanzar o retroceder 15 cm. y girar a derecha o izquierda sobre si mismo (en el caso del Esornabot, la distancia que recorre el robot es de 10cm, aunque puede ser modificada vía software). Para realizar los movimientos del robot se debe pulsar un botón que indica que comienzan las órdenes y a continuación indicar la

serie de movimientos a realizar. Una vez dadas todas las órdenes se volverá a pulsar el botón de inicio y el robot se moverá por si solo. En caso de cometer un error a la hora de indicar los movimientos del robot se puede presionar un botón de cancelar y se deberá comenzar de nuevo con todo el proceso.

Para el desarrollo de las partidas en la fase experimental, se seleccionaron los robots DOC y Escornabot, el funcionamiento es el mismo para ambos tal y como se ha descrito anteriormente. El robot “Escornabot” (<https://escornabot.com/>), (Figura 3.7), nace de proyecto de código abierto en 2014 y puede ser fabricado por cualquiera siguiendo sus instrucciones. El coste del robot oscila entre los 20€-50€ ya que depende de donde se compren los materiales y los costes de fabricación de ciertas piezas de impresión 3D.

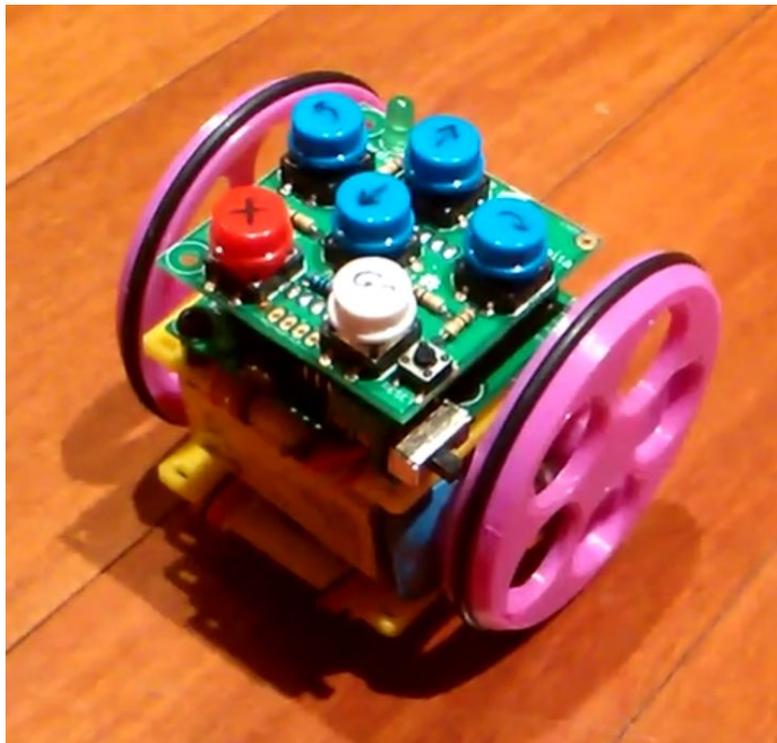


Figura 3.7. Robot Escornabot

El robot DOC es un robot comercial de la empresa Clementoni (<https://www.clementoni.com/>) (Figura 3.8). Este robot tiene diversos modos de “juego” y sus propios tableros y actividades, para la actividad del presente trabajo se utilizará el modo *Libre*, que permite indicar al robot los movimientos mediante los botones de su superficie. El coste del set de juego del robot DOC oscila entre los 30€-40€.



Figura 3.8. Robot DOC

3.4 Fabricación de materiales

Para realizar las pruebas con alumnos, se imprimieron las 30 casillas del tablero en cartón-pluma con un grosor de 1,5 mm. Las tarjetas de los mazos de cartas se imprimieron en un papel especial plastificado para tarjetas. El coste de los materiales fue de 30€ para el tablero de juego y 3€ para los dos mazos de cartas.

4. Mecánica del juego

4.1 Preparación del juego

Para comenzar la partida, primero se colocará la casilla de inicio y fin sobre la mesa. La casilla de inicio estará centrada en la fila inferior (casilla 6, 3), mientras que la casilla de fin se centrará en la fila superior (casilla 1, 3). A continuación se extraerán y barajarán las casillas de llaves maestras para colocarlas en las esquinas del tablero, casillas (1, 1), (6, 1), (6, 5), (1, 5) y en la zona central (casilla 3,3).

Una vez dispuesto el esquema básico del tablero, se barajarán el resto de casillas del tablero y se colocarán sobre el tablero completando primero la fila inferior y siguiendo el orden de izquierda a derecha hasta completar un tablero de 6 filas y 5 columnas (ver figura 3.8).

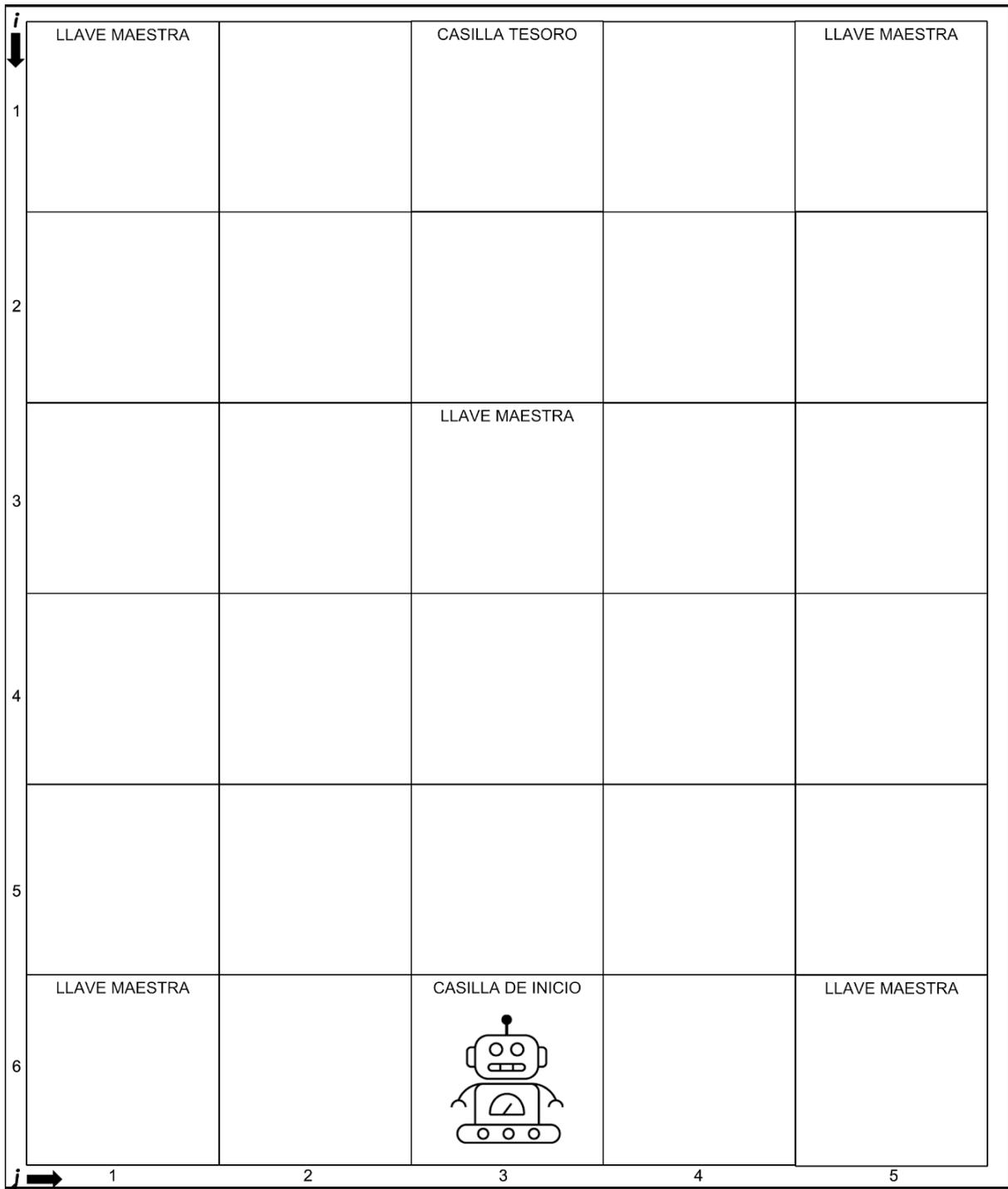


Figura 3.8. Disposición del tablero de juego. Las casillas de llaves maestras están en las esquina y la zona central. Las casillas de inicio y fin están centradas en la fila superior e inferior.

Una vez colocadas todas las casillas, se separarán las llaves maestras y se colocarán sobre la casilla correspondiente, a continuación se barajará el mazo de llaves y se le entregarán dos al jugador. Se barajará el mazo de acciones y se repartirán 5 cartas de acción al jugador.

La llave maestra blanca se repartirá al jugador y el robot se colocará sobre la casilla de inicio. Las llaves que posea el jugador se colocarán sobre la mesa delante del jugador, en

una zona denominada “llavero”. No habrá límite en el número de llaves que tiene el jugador en su llavero, pero si habrá un límite de 5 cartas de acción que puede tener en la mano.

4.2 Desarrollo de los turnos

En cada turno, el jugador deberá robar tantas cartas de *acción* como sea necesario, hasta tener 5 en su mano. A continuación deberá jugar tantas como desee de su mano, esto le permitirá realizar un recorrido del laberinto, siempre que disponga de las llaves necesarias, en caso contrario se quedará bloqueado en la última casilla que pudo cruzar. Cuando se llega a una casilla el jugador deberá resolver el enigma matemático que se le plantea.

Nota: Si en un turno se atraviesan varias casillas sólo se comprobará que se dispone de las llaves necesarias. En cada turno sólo se realizará una prueba y será la de la casilla de destino final de los movimientos del robot.

En función de la casilla y el resultado obtenido, podrán suceder 3 cosas:

- a) El jugador puede permanecer en la casilla.
- b) El jugador debe retroceder a la casilla anterior.
- c) El jugador cae en una trampa/monstruo y muere.

Independientemente del resultado obtenido, si el jugador es capaz de resolver el enigma robará una carta del mazo de llaves. Una vez finalizado el enigma y conseguida la nueva carta de tipo llave, finalizará el turno.

Si en algún momento de la partida el jugador no tiene ninguna carta del tipo avanzar o se encuentra bloqueado, se deberá descartar de las cartas de acción en su mano y robar 5 nuevas cartas del mazo.

4.3 Estrategia de Juego

Como estrategia de juego, se recomienda que el jugador intente alcanzar primero las casillas que otorgan llaves maestras, ya que una vez tenga una, no necesitará gastar las llaves de ese color. Así mismo, a lo largo del juego será importante minimizar el número de movimientos necesarios para alcanzar las casillas y calcular correctamente las llaves necesarias para atravesar las casillas.

Movimientos: Un robot puede cruzar una casilla avanzando o retrocediendo, de modo que puede resultar más efectivo cruzar una casilla con un movimiento de retroceso en lugar de realizar los giros pertinentes antes de poder avanzar. Por ejemplo, supón que en tu mano solo tienes 3 movimientos de giro a la derecha, un movimiento de retroceder y otro de avanzar, una forma de ir a la casilla a tu izquierda sería realizar 3 giros y avanzar (Opción A), o una forma más óptima, realizar un giro y retroceder (Opción B), ver figura 4.1.

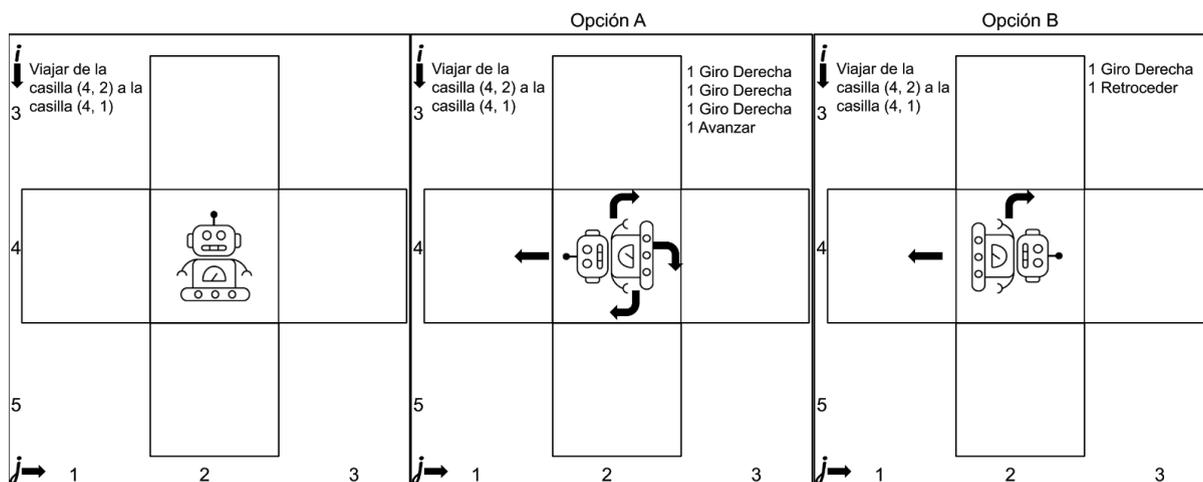


Figura 4.1. Ejemplo de estrategia optimizando los movimientos necesarios. Un robot puede avanzar entre casillas utilizando movimientos de retroceder en lugar de avanzar.

Claves: Nótese que cruzar una puerta requiere de dos llaves, de modo que si se dispone ya de una llave maestra, el jugador solo necesitaría gastar una llave de un sólo uso.

Objetos: Los enigmas tienen distintos niveles de dificultad en base a dos parámetros, dificultad del problema y probabilidades de éxito. Dado que las cartas de tipo objeto son escasas y sólo pueden utilizarse una vez en la partida, se recomienda conservarlas para casos en que nos enfrentemos a monstruos o trampas cuyas probabilidades de éxito sean escasas.

4.4 Fin de la partida

Si el héroe es capaz de encontrar el tesoro la partida finaliza y se proclama vencedor. Por el contrario, si el héroe cae en alguna de las trampas o es atrapado por el monstruo este pierde y finaliza la partida.

Nota: Podría darse el caso de que un héroe se viese atrapado por falta de llaves, en ese caso deberá descartarse de todas las llaves de un sólo uso en su posesión y robar dos nuevas cartas de llaves.

4.5 Modos de Juego

La mecánica descrita anteriormente se corresponde con el modo de juego normal, si bien el tablero y las características del mismo se prestan a otras variantes de juego que pueden resultar más interesantes o divertidas. Estos modos de juego se caracterizan por variar el tablero de juego y los mazos utilizados.

Los tableros serán de 5x5 (25 casillas) o 6x5 (30 casillas) y los modos de juego se caracterizarán por utilizar sólo el mazo de movimientos o el de llaves.

En el *modo movimiento* se utilizará el tablero de 5x5 y en el *modo llaves* se utilizará el tablero de 6x5. A continuación se detallan los tableros en formato 5x5, la variación para 6x5

sería únicamente incluir las casillas de llave maestra. En el formato 6x5 la casilla central del tablero será siempre la casilla (3, 3).

Otras variantes del juego podrían incluir separar las cartas de tipo monstruo y trampa de la disposición inicial, y colocarlas junto a las casillas finales, de forma que haya que superar pruebas más complejas antes de hallar la salida.

Estos modos de juego y tablero podrán combinarse como se desee, así mismo, las características del tablero hacen que este abierto a otras variaciones en la disposición de las casillas.

4.5.1 Modo movimiento

En esta modalidad de juego, se prescindirá del mazo de llaves y las casillas de llave maestra. El tablero estará formado por 25 casillas en un tablero de 5x5. Al prescindir del mazo y las casillas de llaves el jugador puede recorrer el tablero con libertad, y la casilla de fin no requerirá de llaves para llegar hasta ella.

En este modo de juego el jugador solo utilizará el mazo de cartas de acción y en cada turno solo podrá cruzar una casilla. A diferencia del modo normal, al superar un enigma se podrá robar hasta dos cartas del mazo de acción. En esta modalidad, en cada turno el jugador no podrá robar cartas del mazo de acción y el límite de cartas de acción del jugador será de 7 cartas.

4.5.2 Modo Llaves

En esta modalidad de juego, se prescindirá del mazo de movimiento. El tablero estará formado por las 30 casillas en un tablero de 6x5. Al prescindir del mazo de movimiento, el robot podrá moverse como desee y su única limitación serán las llaves que el jugador tiene en su poder

En este modo de juego el jugador solo utilizará el mazo de cartas de llaves y al inicio de cada turno podrá robar 1 llave del mazo. Inicialmente, al jugador se le proporcionarán 4 cartas del mazo de llaves. En cada turno, una vez se decida que recorrido va a realizar, el robot avanzará y realizará la prueba como en el modo normal.

4.5.3 Tablero misterio

Al inicio, se extraerán las casillas de inicio, fin y 10 casillas más al azar (casillas *finales*). La casilla de inicio se colocará en la posición (5, 3) y a continuación se barajarán las otras 13 casillas y se colocarán **bocabajo** alrededor de la casilla de inicio, formando un recorrido máximo de 3 casillas. Luego se barajarán las restantes 10 casillas finales junto con la de fin y se colocarán en el resto del tablero, también **bocabajo**, ver figura 4.2.

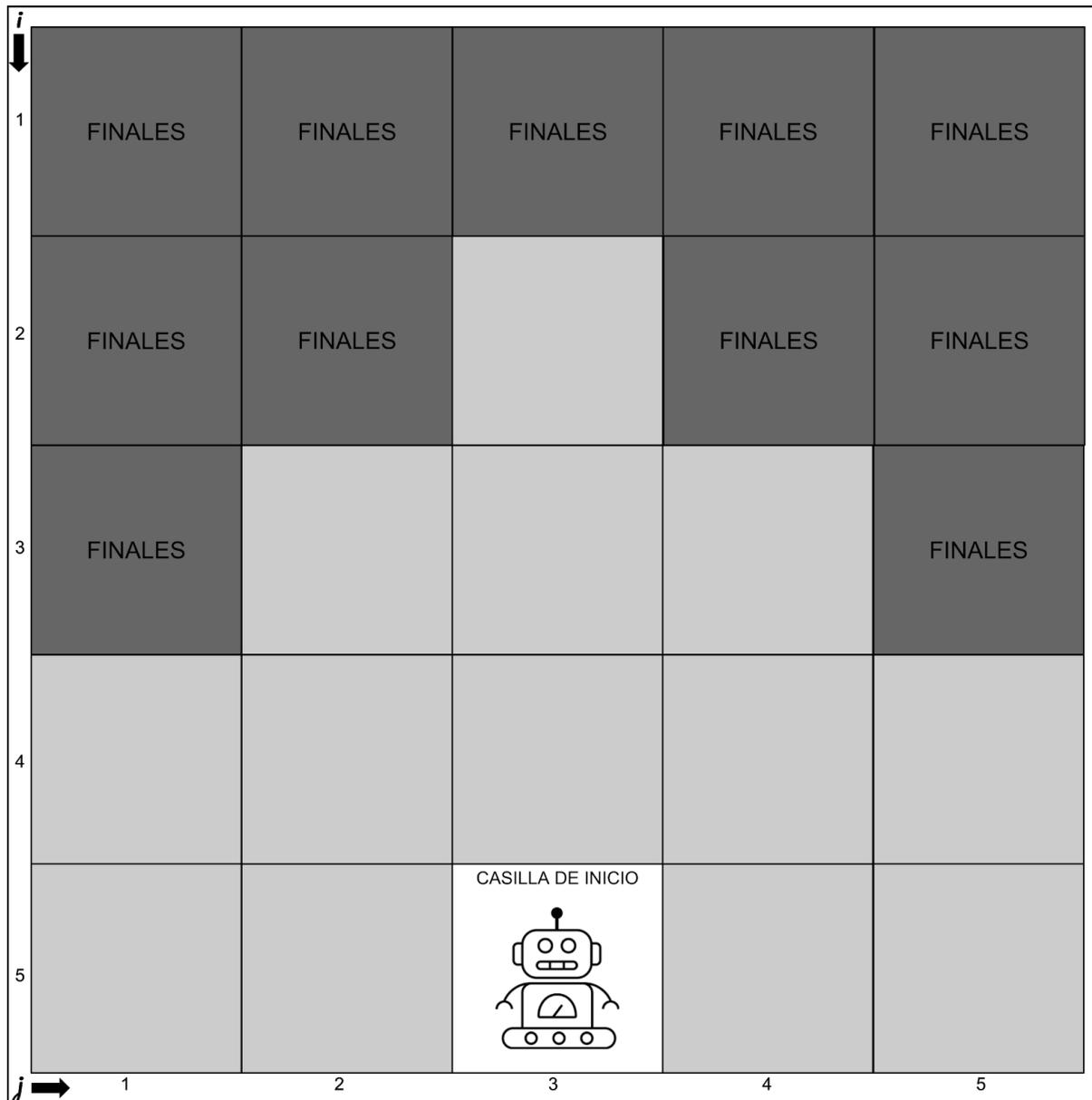


Figura 4.2. Modo de juego misterio. Todas las casillas se colocan bocabajo y la casilla de fin está entre una de las finales.

En cada turno, una vez se decida que casilla se va a cruzar, se le dará la vuelta, el robot avanzará y realizará la prueba como en el modo normal.

4.5.4 Tablero esquinas

En este modo de juego se separarán las casillas de inicio, fin y 3 casillas más al azar. La casilla de inicio se colocará en el centro del tablero y el resto de casillas se colocarán alrededor de esta, dejando libres las 4 esquinas, a continuación se colocarán la casilla fin y las otras 3 casillas separadas en las esquinas. Todas las casillas salvo la de inicio se colocarán bocabajo, ver figura 4.3.

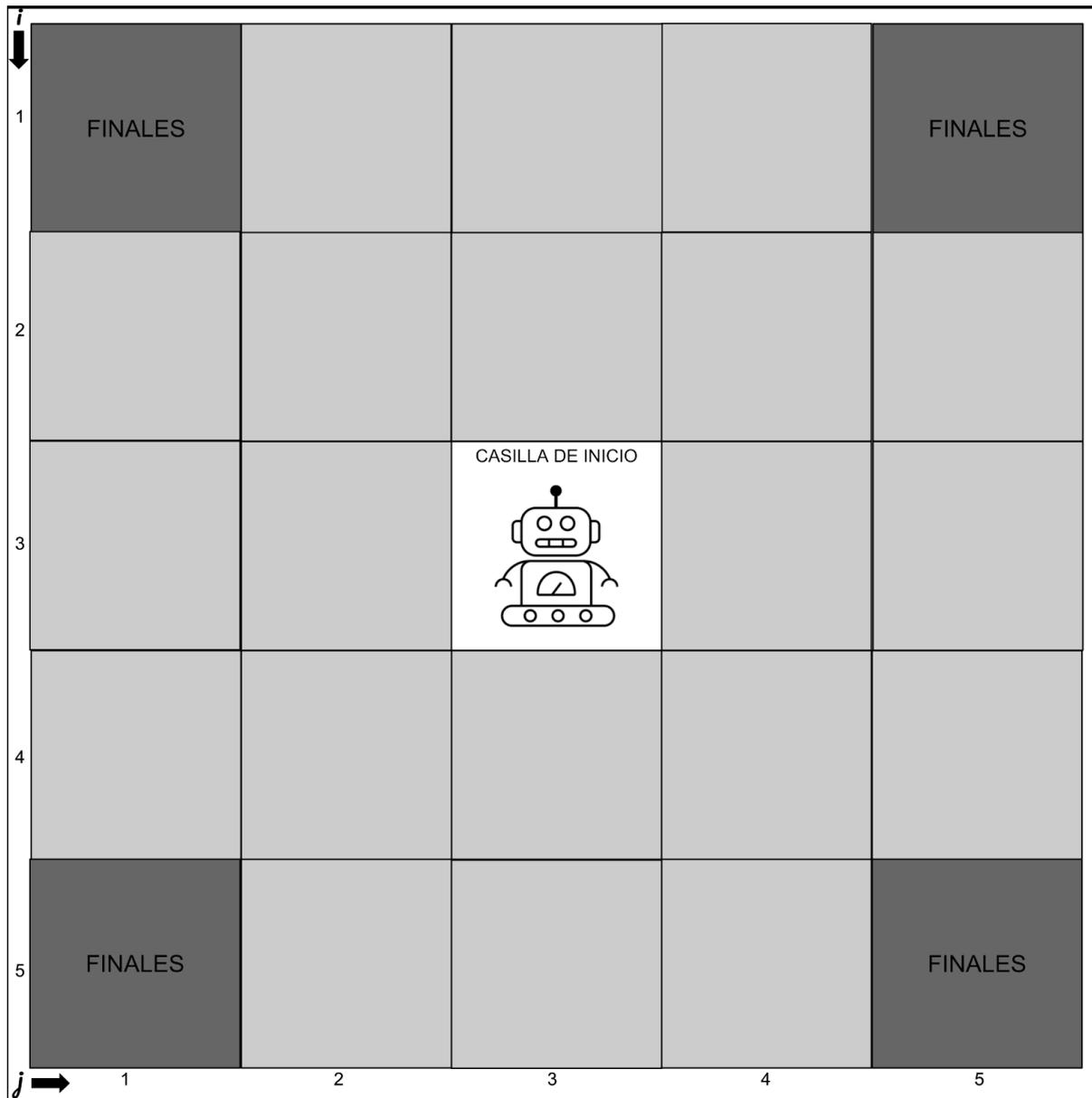


Figura 4.3. Modo de juego esquinas. El robot empieza en el centro y la salida se encontrará en una de las esquinas.

4.5.5 Tablero aleatorio

En este modo de juego se separará la casilla de inicio y se colocará en el centro del tablero, casilla (3, 3). El resto de casillas se colocarán alrededor de esta. Todas las casillas salvo la de inicio se colocarán bocabajo, ver figura 4.4.

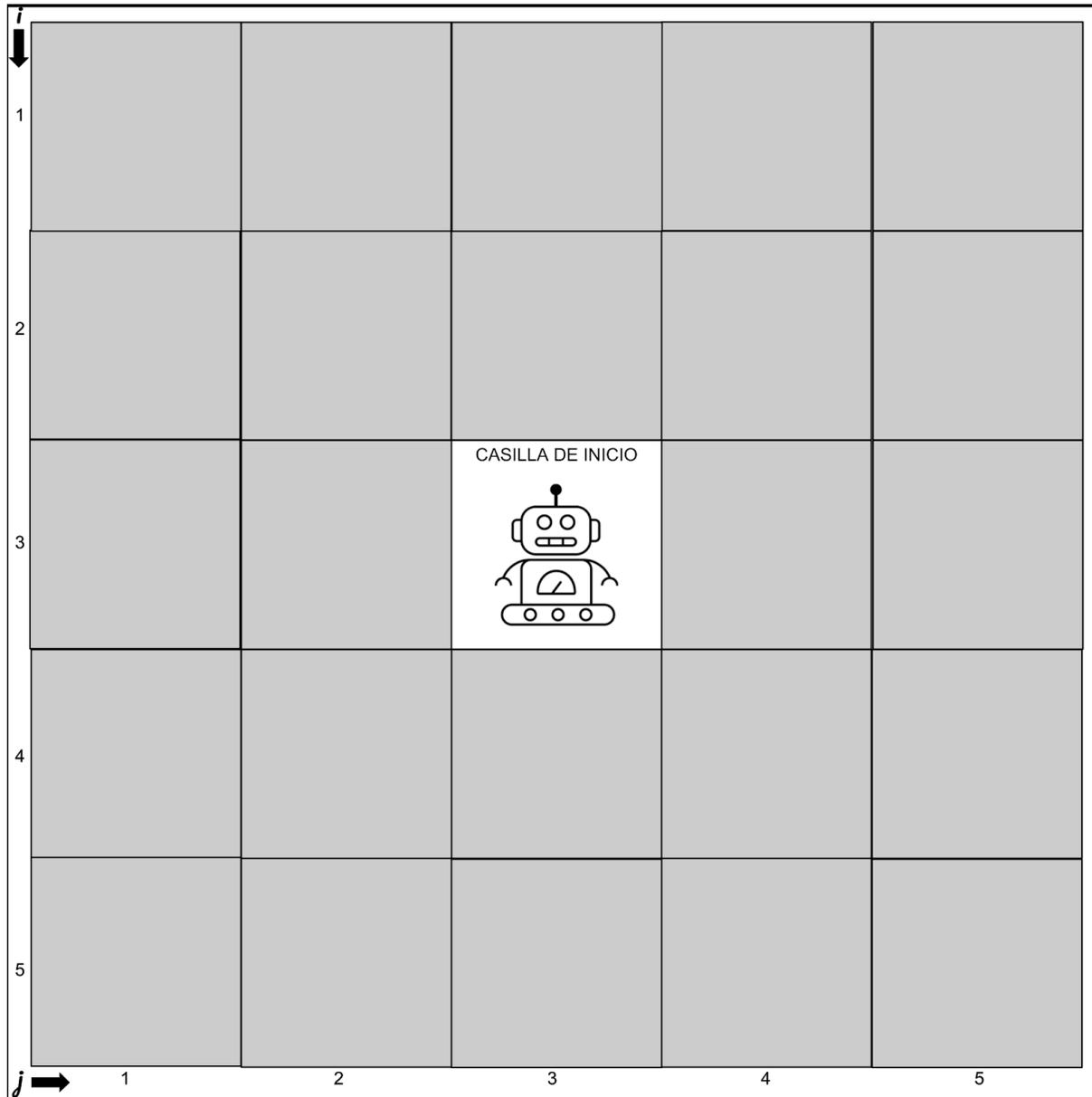


Figura 4.4. Modo aleatorio, se coloca la casilla inicio en el centro y el resto alrededor de esta bocabajo

5. Temario matemáticas

En este proyecto aplicaremos el temario de matemáticas de 1º de ESO para las casillas de nuestro laberinto. Las 5 temáticas que trabajaremos serán: aritmética, álgebra, geometría, funciones y análisis y estadística y probabilidad.

5.1 Aritmética

La aritmética de 1.º de ESO está centrada en el manejo de números naturales, enteros y decimales. Además, se trabajan los conceptos de potencias, bases, jerarquía de operaciones, proporciones, cálculo con porcentajes.

Dentro de los números naturales encontramos:

- Criterios de divisibilidad
- Descomposición de números en factores primos
- Máximo común divisor
- Mínimo común múltiplo

En los números enteros se trabaja con:

- Representación de números negativos
- Operaciones

En este apartado incluimos también a las fracciones, y se trabaja:

- Operaciones con decimales
- Relación entre fracciones y decimales
- Fracciones equivalentes
- Operaciones con fracciones

Dentro del manejo de operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división), tenemos:

- Jerarquía de operaciones
- Potencias
- Cambios de base

Por último, se trabaja con magnitudes y proporciones, los temas principales son:

- Proporción directa
- Proporción inversa
- Cálculos con porcentajes

5.2 Álgebra

El álgebra en primero de ESO tiene un carácter principalmente introductorio. Este es un nuevo concepto para los estudiantes, y que además, es clave para su futuro aprendizaje de las matemáticas, por lo que se debe trabajar constantemente. Dentro del álgebra encontramos:

- Introducción al lenguaje algebraico

- Operaciones con expresiones algebraicas
- Operaciones con monomios y polinomios
- Ecuaciones de primer grado
- Sistemas de ecuaciones con dos incógnitas

5.3 Geometría

Los conceptos geométricos que se trabajan en primero de ESO están muy relacionados con lo que el alumnado ve en primaria. Se trabaja principalmente con los cálculos de áreas y perímetros, construcciones geométricas, medida y cálculo de ángulos y volúmenes. Las figuras geométricas con las que se trabaja también son sencillas y principalmente se trata de triángulos, cuadriláteros y círculos, aunque también ven otro tipo de polígonos y poliedros regulares.

5.4 Funciones y análisis

El temario de funciones en el primer curso de secundaria es muy limitado. Se centra en dar soltura a los alumnos en el uso de los sistemas de coordenadas. Se introducen los conceptos de función y su representación, crecimiento/decrecimiento, continuidad/discontinuidad, máximos y mínimos. Por último se estudia la recta y sus funciones.

5.5 Estadística y probabilidad

En el apartado de estadística se da mucha importancia a la construcción de tablas, los tipos de variables y la construcción de diagramas. El temario de probabilidad se centra en el estudio de sucesos y se hace una primera introducción a los diagramas de árbol y la regla de Laplace.

7. El laberinto matemático

A continuación se detallan las 25 casillas del juego “El laberinto matemático” y las operaciones que se deberán aplicar a cada una de ellas. El juego está planteado para un nivel de 1º de ESO, si bien la mecánica puede adaptarse a otros niveles o áreas de conocimiento.

Todas las casillas del juego (salvo las especiales) presentarán pruebas matemáticas de diversa dificultad. Con el objetivo de evitar que las operaciones puedan ser memorizadas y dar una mayor variabilidad al desarrollo de las partidas, las operaciones matemáticas se podrán nutrir de hasta 4 variables distintas: i , j , $D1$ y $D2$. Estas variables se corresponden con las posiciones i y j de la casilla en el tablero (número entre 1 y 6), y con el resultado de lanzar los dados 2 veces (números entre 1 y 6).

Un ejemplo de prueba podría ser:

Resuelve la siguiente igualdad: $ix + d1 = d2 + jx$. Si x es un número positivo podrás continuar, si el número es negativo la trampa se activará.

Las casillas del laberinto se pueden consultar en el [Anexo I](#)

7.1 Casillas especiales

Las casillas especiales no requerirán de ningún tipo de operación y serán zonas de seguridad para los jugadores. Estas casillas serán la de inicio, la de tesoro(fin) y las 5 casillas para obtener llaves maestras.

7.2 Casillas pasillo

Al ser las casillas más comunes, las casillas pasillo tendrán operaciones más sencillas, el propósito de estas casillas es trabajar la agilidad mental del alumno y poner a prueba su atención en los errores más comunes. Todas las casillas de tipo pasillo se pueden consultar en el [Anexo I.1](#)

7.2.1 Aritmética

Nombre	Pasillo Laberinto 01
Prueba	Te adentras en el pasillo, pero de pronto te das cuenta de que el techo bajo el que pasas se está resquebrajando, ante la duda de que se derrumbe y te deje atrapado decides hacer unos cálculos para saber cuánto tiempo queda antes de que caiga. Resuelve la siguiente operación y si el resultado es positivo podrás avanzar sin peligro. Sin embargo, si el resultado es negativo el derrumbe es inminente por lo que deberás retroceder y buscar un nuevo camino: $D1 + i - j * D2$
Competencias	Jerarquía de operaciones.
Características	Primero multiplicar, luego sumar/restar. Números positivos y negativos

Nombre	Pasillo Laberinto 02
Prueba	Das tus primeros pasos en el nuevo pasillo, pero de pronto te das cuenta de que el suelo parece poco fiable, ante la duda de que se rompa y caigas al vacío, decides hacer unos cálculos para saber si podrá aguantar tu peso. Resuelve las siguientes operaciones para saber tu peso y el que podrá aguantar el suelo: Peso del robot: $D1 + i * j + D2$ Resistencia del suelo: $(D1 + i) * (j + D2)$
Competencias	Jerarquía de operaciones.

Características	Primero paréntesis, luego multiplicar, luego sumar/restar. Comparar números
------------------------	---

Nombre	Pasillo Laberinto 03
Prueba	Llegas a un nuevo pasillo, pero observas que parte del camino ha desaparecido por lo que para avanzar tendrás que ir dando saltos. Para saber el número de saltos que hay que dar deberás resolver esta operación, si el resultado es par podrás avanzar, en caso de ser impar tus motores no tendrán bastante potencia para realizar todos los saltos y el pasillo quedará bloqueado. $D1 - D2 + D2 * (i - j)$
Competencias	Jerarquía de operaciones.
Características	Primero paréntesis, luego multiplicar, luego sumar/restar. Números pares e impares.

Nombre	Pasillo Laberinto 04
Prueba	Al adentrarte en el pasillo, observas que tus sensores empiezan a dar señales confusas y tus sistemas fallan...se trata de una fuerte campo magnético!! Para poder contrarrestar el campo electromagnético del pasillo deberás aumentar la potencia de tu escudo. Sin embargo, eso requiere de gran parte de tu energía. Realiza el siguiente cálculo, si la fracción resultante es mayor a la unidad tendrás energía suficiente para mejorar tu escudo. $\frac{D1}{i} + \frac{j}{D2}$
Competencias	Operaciones con fracciones.
Características	Búsqueda del mínimo común múltiplo. Comparar fracciones con la unidad

7.2.2 Álgebra

Nombre	Pasillo Laberinto 05
Prueba	Te adentras en el pasillo y pronto te das cuenta de que el suelo es un camino de barro. Cruzar el pasillo requerirá de aumentar la potencia de los motores inferiores. El siguiente monomio te dice cuánta energía necesitas para recorrer el pasillo en función de la distancia del mismo...¿podrás cruzar? (Energía necesaria < Energía disponible) Distancia del pasillo (x): $D1$ Energía necesaria: jx Energía disponible: $D2+i$

Competencias	Lenguaje algebraico. Operaciones con expresiones algebraicas.
Características	Relación entre la incógnita y su valor. Comparar números

Nombre	Pasillo Laberinto 06
Prueba	Un lúgubre pasillo se abre ante ti, las células de energía que lo iluminan parecen estar desgastadas, quieres recargarlas utilizando tus propios sistemas pero no estás seguro de tener potencia suficiente. Resuelve la siguiente ecuación, si el resultado es positivo podrás recargar la energía y cruzar el pasillo $D1x + jx - i = D2$
Competencias	Operaciones con monomios. Ecuaciones de primer grado.
Características	Resolver ecuaciones sencillas

Nombre	Pasillo Laberinto 07
Prueba	El siguiente pasillo está bloqueado por una puerta, comienzas a inspeccionarla y observas una serie de símbolos matemáticos en la misma. En el lateral de la puerta hay un panel numérico, pero este solo contiene números impares y una X grabada encima. Tal vez si somos capaz de resolver la ecuación podamos abrir la puerta $D1 * x - j * i + D2 = 0$
Competencias	Operaciones con monomios. Ecuaciones de primer grado.
Características	Resolver ecuaciones sencillas. La solución debe ser un número impar

7.2.3 Geometría

Nombre	Pasillo Laberinto 08
Prueba	Comienzas a avanzar por el pasillo, pero observas algo extraño, parece que las paredes se van estrechando a un ritmo constante. Puedes ver la luz al final del túnel pero no estás seguro de si tu cuerpo podrá pasar por ese agujero. Sabiendo que tu área es de $i * j \text{ cm}^2$, calcula el área del agujero de salida de diámetro $D1 + D2 \text{ cm}$.
Competencias	Cálculo de áreas. Área del círculo
Características	Calcular el área del círculo. Comparar números

Nombre	Pasillo Laberinto 09
Prueba	Una puerta se alza ante ti, observas varias hendiduras con forma hexagonal, en el suelo, hay varias piezas con forma triangular...¡son triángulos equiláteros! Tal vez haya suficientes piezas para construir los hexágonos que forman la cerradura de la puerta. Hexágonos: $D1$ Triángulos: $D2 * (i + j)$
Competencias	Construcción de figuras geométricas.
Características	Construir un hexágono utilizando triángulos equiláteros.

Nombre	Pasillo Laberinto 10
Prueba	Un sonido chispeante te acompaña mientras recorres el pasillo, avanzas unos pocos metros más y ante ti, se alza lo que parece ser una valla electrificada. Tienes que encontrar una forma de anularla pero lo único a tu alrededor es una especie de pozo a unos metros de la valla y un alambre cuadrado en el suelo, tal vez sea lo bastante largo como para conectar la valla al pozo y sobrecargarla Distancia al pozo: $i+D2$ Área del alambre: $D1*j$
Competencias	Cálculo de áreas y perímetros. Área y perímetro del cuadrado
Características	Relación entre el área del cuadrado y su perímetro.

7.2.4 Funciones y Análisis

Nombre	Pasillo Laberinto 11
Prueba	Algo extraño sucede en este pasillo, a medida que avanzas, observas que las paredes se ensanchan y estrechan a cada metro. Dibuja la gráfica del tamaño del pasillo, si la tendencia final es creciente podrás pasar, si es decreciente, no podrás avanzar al llegar al final del túnel. Valores de X: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Valores Y: j, i, i+j, $D1-j$, $D2-i$, $i+D1$, $j+D2$
Competencias	Gráficas crecientes y decrecientes
Características	Saber dibujar una gráfica. Determinar intervalos crecientes y decrecientes

Nombre	Pasillo Laberinto 12
---------------	-----------------------------

Prueba	Llegas a un nuevo pasillo y observas que se encuentra inclinado, avanzar por él requiere de un esfuerzo extra y no sabes si tus motores tendrán suficiente potencia para superar la inclinación del mismo. Calcula el ángulo de inclinación de la recta y comprueba si podrás superarlo. Pendiente máxima: $10 \cdot D2 + i$ Pendiente de la recta: $(j + D1) / 10$
Competencias	Ecuación de la recta y sus funciones
Características	Relación entre la pendiente de la recta y su ángulo

7.2.5 Estadística y probabilidad

Nombre	Pasillo Laberinto 13
Prueba	El nuevo pasillo se encuentra bloqueado por una puerta, para poder desbloquearla tienes que sobrecargar los fusibles, pero tienes que hacerlo de forma controlada para evitar que tus sistemas se vean afectados. Tira los dados 6 veces y suma en cada tirada los valores ($D1 + D2$). Calcula la media aritmética de esas tiradas, si el valor es superior a $i + j$ habrás sido capaz de anular la puerta.
Competencias	Parámetros estadísticos
Características	Anotar datos estadísticos en una tabla. Calcular la media aritmética

Nombre	Pasillo Laberinto 14
Prueba	Avanzas unos pocos metros hasta encontrarte con un precipicio que bloquea el camino, al otro lado, observas lo que parece ser un puente y varias palancas. Lanzas una serie de piedras para ver si consigues accionarlas sin embargo, solo la del medio parecía funcionar. Lanza los dados 7 veces y anota sus valores ($D1 + D2$). Calcula la mediana de tus tiradas y comprueba si con tu tirada central has sido capaz de accionar la palanca ($i + j$).
Competencias	Parámetros estadísticos
Características	Anotar datos estadísticos en una tabla. Calcular la mediana

Nombre	Pasillo Laberinto 15
Prueba	Tras avanzar unos pocos metros te encuentras con una puerta bloqueada por un panel numérico y 4 bombillas rojas. Decides pulsar varios números al azar y 3 de las bombillas se encienden. Calcula las probabilidades de acertar, sabiendo que solo un número es correcto y

	ya has fallado 3 veces. Comprueba si esa probabilidad es inferior a la probabilidad de acierto de tu generador de números aleatorios. $P_{\text{Generador}} = D1 + D2 + i + j$
Competencias	Estudio de sucesos
Características	Calcular casos posibles y casos favorables. Cálculo de probabilidades.

7.3 Casillas trampa

Las casillas trampa serán un primer reto de verdad para los alumnos, en estas casillas se deberán resolver operaciones más complicadas. Al ser casillas sobre las que se puede volver a caer, se tratará de buscar operaciones y métodos que el alumno debe memorizar y manejar con soltura (p. ej. aplicar productos notables o factorizar números). Todas las casillas de tipo trampa se pueden consultar en el [Anexo I.2](#).

7.3.1 Aritmética - Álgebra

Nombre	Trampa Laberinto 01
Prueba	¡Es una trampa! El pasillo por el que avanzabas acaba de quedar bloqueado y ante ti, una serie de 4 péndulos con afiladas cuchillas te bloquean el paso. Realiza los siguientes cálculos para calcular la oscilación de cada péndulo y tu avance. Si para cada caso, la diferencia entre ambos es mayor a 10 podrás ir esquivándolos. Oscilación del péndulo: $D1 + i * D2 + j$ Avance del robot: $(D1 + i) * (D2 + j)$
Competencias	Jerarquía de operaciones
Características	Resolver paréntesis, luego multiplicaciones y luego sumas. Ver la importancia de la jerarquía de las operaciones

Nombre	Trampa Laberinto 02
Prueba	La puerta que acabas de cruzar se cierra y empieza a avanzar hacia ti, simultáneamente, las paredes del pasillo se van estrechando. No tienes tiempo de cruzar el pasillo, tu única salida, aguantar las paredes y confiar en que tus motores tendrán la suficiente potencia(x) como para sobrecargar el mecanismo (y) que hace a las paredes moverse. Resuelve el siguiente sistema de ecuaciones y averigua si tienes la suficiente fuerza para bloquear las paredes Potencia robot: $D1x + jy = D2 * i$ Mecanismo paredes: $D2x + D1y = i + j$
Competencias	Sistemas de ecuaciones con dos incógnitas
Características	Resolver sistemas de ecuaciones. Comparar números

7.3.2 Geometría - Estadística y Probabilidad

Nombre	Trampa Laberinto 03
Prueba	Das un paso en falso y el suelo bajo tus pies cae. Estás atrapado en un pozo cuadrado y un grifo se abre dejando caer agua sin cesar. Tu única opción es escalar las paredes antes de que el agua lo inunde todo y tus circuitos se vean afectados. Realiza los siguientes cálculos para saber si podrás escalar la pared antes de que se llene el pozo. Altura pozo (m): $D1 + i$ Radio pozo(m): $D2 + j$ Velocidad escalada (m/mín): $D1$ Flujo grifo (m^3/s): $D2*j$
Competencias	Volúmenes. Volumen del cilindro
Características	Calcular el volumen del cilindro. Comparar el tiempo que tarda en llenar el cilindro con el de escalada.

Nombre	Trampa Laberinto 04
Prueba	Un fogonazo se alza ante ti, comienzas a avanzar con velocidad, huyendo del fuego, hasta llegar a lo que parece una zona segura. Ante ti, hay una serie de antorchas que activan un fuego que impide el paso, aunque este no siempre aparece. Comienzas a observar cuando el camino es seguro y calculas tus opciones de cruzar sin ser quemado. Comprueba si tu probabilidad de éxito será superior a la probabilidad de que se active el fuego: Fuegos activados: $D1*i$ Fuegos fallidos: $D2*j$ Éxito: $D1*D2$
Competencias	Estudio de sucesos
Características	Construir un tabla estadística con sucesos pasados. Calcular probabilidades

7.4 Casillas monstruo

Las casillas monstruo serán las más complicadas, en estas casillas es donde se puede decidir el final de la partida, es por ello que se requerirá al alumno que aplique todos sus conocimientos. En estas casillas se plantearán directamente problemas matemáticos por lo que se pondrá a prueba la capacidad del alumno para leer y entender enunciados matemáticos. Todas las casillas de tipo pasillo se pueden consultar en el [Anexo I.3](#).

7.4.1 Aritmética - Álgebra

Nombre	Monstruo Laberinto 01
Prueba	Llegas a una habitación pobremente iluminada, ante ti yace grupo de pequeños monstruos que escupen ácido. Sabes que tu armadura puede resistir $D1*(j+i)$ ml de ácido y que cada monstruo inyecta de $D2$ ml de ácido con cada mordisco. Calcula tus opciones de sobrevivir a su ataque sabiendo que cada monstruo te atacará i veces antes de quedar exhausto y que hay tantos monstruos como veces puedes pueden atacarte.
Competencias	Resolución de problemas
Características	Interpretación de problemas con expresiones algebraicas. Resolución de problemas mediante ecuaciones

Nombre	Monstruo Laberinto 02
Prueba	Llegas a una habitación con un foso, te adentras en el mismo y lo cruzas sin problemas, pero al llegar al otro lado tus sistemas comienzan a fallar. Tu cuerpo ha sido infestado de parásitos y empiezas a eliminarlos antes de que afecten a tu sistema. Calculas que has eliminado el doble de parásitos del brazo derecho que del izquierdo, que en tu pierna izquierda había el triple de los que había en tus brazos, que tu pierna derecha tiene la mitad que tu otra pierna y que todos ellos suman $(D1*D2)+(i*j)$. Sabiendo que tu unidad central es capaz de eliminar j parásitos y que hay la misma cantidad que había en tu brazo izquierdo, averigua si has podido deshacerte de todos ellos.
Competencias	Resolución de problemas
Características	Álgebra. Interpretación de problemas como expresiones algebraicas. Resolución de problemas mediante ecuaciones

7.4.2 Geometría - Funciones y análisis

Nombre	Monstruo Laberinto 03
Prueba	Te encuentras con un ermitaño que descansa sobre una roca y te informa de que una serie de ardillas salvajes custodian la siguiente puerta, él puede construir para ti cercado rectangular que las aisle, pero necesita que alguien las distraigas, por lo que aceptas adentrarte en la siguiente habitación y hacer de señuelo. Sabiendo que para cubrir 1 ardilla necesitas $D1$ m ² de cerca y que al entrar cuentas j ardillas. Calcula el área mínima que debe tener el cerco. Si solo

	dispones de $D2 \cdot i$ metros de madera, calcula si el ermitaño podrá construir el cerco y evitar que las ardillas te devoren.
Competencias	Resolución de problemas. Áreas y perímetros.
Características	Interpretar un problema matemático. Relación entre área y perímetro.

Nombre	Monstruo Laberinto 04
Prueba	Un terrible monstruo se alza ante ti. Las cadenas que lo contienen están oxidadas y no tardará en librarse de ellas. Dispones de más cadenas en el suelo con las que formar una red cruzada con la que dejarlo atrapado. Cada cadena tiene una longitud de $i+j$ metros y que dispones de $D1+D2$ cadenas. Calcula el polígono y el área máxima del mismo que puedes construir y comprueba si sirve para atrapar al monstruo que tiene un área de $D1 \cdot j$ metros.
Competencias	Construcciones geométricas. Área y perímetro
Características	Construcción de polígonos mediante triángulos. Calcular las diagonales de un polígono. Relación entre área y perímetro.

8. Fase Experimental

Para poner a prueba la utilidad y eficacia del juego propuesto, se han realizado una serie de pruebas con alumnos de 1.º, 2.º y 3.º de ESO. Se trata de alumnos del IES Penyalosa con edades que oscilan entre los 12 y los 15 años. Así pues se cuenta con alumnos de distintos niveles educativo y rangos de edad.

Para explicar los objetivos y la mecánica del juego se realizó una presentación en la que el docente explico como se debía desarrollar la actividad. Se empleo únicamente una sesión (50 min.) para realizar los experimento con cada clase.

8.1 Metodología experimental

Dado que el juego esta pensado para jugarse de forma individual y la fase experimental se realizó en aulas con entre 13 y 25 alumnos, las reglas y la mecánica del juego se adaptaron para dar más dinamismo a la actividad y resultara más fácil de entender.

Modificaciones

- Se elimino el uso del mazo de llaves, de modo que el robot podía recorrer el laberinto sin restricciones.
- Únicamente se mantuvo la restricción de conseguir las 6 llaves maestras para poder entrar en la casilla del tesoro
- En cada turno se proporcionaba al jugador 4 un máximo de cartas de movimiento
- Cada vez que se resolvía un problema se proporcionaba al jugador una de las cartas de acción de tipo arma, objeto o mago

Mecánica del juego

- Se dividió a los alumnos en grupos de 4-5 jugadores
- En cada turno es mostraba en un proyector la casilla sobre la que se hallaba el robot
- El docente apuntaba en la pizarra el valor de las variables i, j, D1 y D2
- Los alumnos, por grupos trataban de resolver el enigma.
- El primer grupo en resolverlo correctamente elegía un portavoz que decidía y ordenaba los movimientos debía realizar el robot a continuación.

Con estas modificaciones del reglamento y la mecánica anteriormente descrita, se paso de un juego individual como esta originalmente diseñado, a un juego grupal, en el que todos los grupos colaboraban para que el robot llegara a la casilla final, pero en el que cada grupo competía con los otros para decidir los movimientos y manejar el robot.

8.2 Evaluación

Durante las sesiones de juego se han evaluado una serie de criterios tanto desde la perspectiva del profesor, como la del alumno. De esta forma se pueda realizar una comparación entre lo que el profesor percibe durante las sesiones y lo que el alumno realmente piensa. Los criterios evaluados se han dividido en dos bloques, el primero trata sobre el juego de mesa y el segundo bloque sobre la parte educativa del juego:

Evaluación del juego

- Aceptación
- Diversión
- Entendimiento de la mecánica de juego

Evaluación del aprendizaje

- Aprendizaje/mejora de conocimientos
- Dificultad de las pruebas
- Diversión aplicada a la resolución de problemas.

Estos aspectos son evaluados por los alumnos de forma anónima y cada aspecto es evaluado con una puntuación de 1 a 4, siendo 1 la puntuación más baja y 4 la más alta. A continuación se muestra la rúbrica utilizada para la evaluación:

Evaluación del Juego				
	Nada	Poco	Algo	Mucho
El juego me ha parecido divertido				
He entendido como se juega				
Me gustaría tener este juego en otras asignaturas (Historia, Castellano, Biología,				

...)				
Evaluación del Aprendizaje				
	Nada	Poco	Algo	Mucho
Las pruebas eran fáciles de resolver				
Me he divertido utilizando las matemáticas				
Considero que mejoro mi nivel de matemáticas				

8.3 Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la evaluación del juego por parte de los alumnos.

1.º de ESO

Alumnos encuestados: 28 (2 clases de 13 y 15 alumnos)

Evaluación del Juego				
	Nada	Poco	Algo	Mucho
El juego me ha parecido divertido	0%	0%	29%	71%
He entendido como se juega	0%	0%	29%	71%
Me gustaría tener este juego en otras asignaturas (Historia, Castellano, Biología, ...)	0%	0%	0%	100%
Evaluación del Aprendizaje				
	Nada	Poco	Algo	Mucho
Las pruebas eran fáciles de resolver	4%	4%	31%	61%
Me he divertido utilizando las matemáticas	0%	0%	35%	65%
Considero que mejoro mi nivel de matemáticas	11%	18%	50%	21%

2.º de ESO

Alumnos encuestados: 18 (1 clase)

Evaluación del Juego				
	Nada	Poco	Algo	Mucho
El juego me ha parecido divertido	0%	0%	22%	78%
He entendido como se juega	0%	0%	0%	100%
Me gustaría tener este juego en otras asignaturas (Historia, Castellano, Biología, ...)	0%	0%	0%	100%
Evaluación del Aprendizaje				
	Nada	Poco	Algo	Mucho
Las pruebas eran fáciles de resolver	5%	0%	44%	51%
Me he divertido utilizando las matemáticas	5%	0%	72%	23%
Considero que mejoro mi nivel de matemáticas	0%	18%	61%	21%

3.º de ESO

Alumnos encuestados: 25 (1 clase)

Evaluación del Juego				
	Nada	Poco	Algo	Mucho
El juego me ha parecido divertido	0%	0%	96%	4%
He entendido como se juega	4%	32%	60%	4%
Me gustaría tener este juego en otras asignaturas (Historia, Castellano, Biología, ...)	0%	0%	0%	100%
Evaluación del Aprendizaje				
	Nada	Poco	Algo	Mucho
Las pruebas eran fáciles de resolver	8%	16%	56%	20%
Me he divertido utilizando las matemáticas	4%	12%	52%	32%
Considero que mejoro mi nivel de	32%	24%	20%	24%

matemáticas				
-------------	--	--	--	--

Resultados Globales

Alumnos encuestados: 71

Evaluación del Juego				
	Nada	Poco	Algo	Mucho
El juego me ha parecido divertido	0%	0%	51%	49%
He entendido como se juega	1%	11%	32%	56%
Me gustaría tener este juego en otras asignaturas (Historia, Castellano, Biología, ...)	0%	0%	0%	100%
Evaluación del Aprendizaje				
	Nada	Poco	Algo	Mucho
Las pruebas eran fáciles de resolver	6%	7%	51%	36%
Me he divertido utilizando las matemáticas	3%	4%	49%	44%
Considero que mejoro mi nivel de matemáticas	15%	20%	42%	23%

9. Conclusiones

En el presente trabajo se ha presentado y justificado la utilidad de los juegos para mejorar el proceso de aprendizaje en los alumnos. A lo largo del trabajo se ha propuesto un juego de mesa en el que los alumnos pondrán a prueba sus conocimientos y a medida que resuelvan los enigmas podrán seguir avanzando hasta hallar un premio final.

En el material didáctico desarrollado se han utilizado los elementos principales del *ABJ* con el fin de que el juego sea una experiencia motivadora y enriquecedora para el alumno, tanto en el aspecto lúdico como el educativo.

De los resultados obtenidos en la fase experimental, se puede observar primero, que un juego de este tipo goza de una gran aceptación entre todos los alumnos, sea para la asignatura de matemáticas como para cualquier otra. En líneas generales el alumnado se divirtió tanto jugando como aplicando las matemáticas para resolver enigmas y avanzar en el juego.

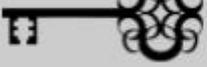
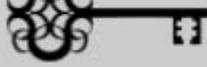
Así mismo, tanto la mecánica del juego como la dificultad de las pruebas fue del agrado de los alumnos, pues entendían perfectamente como jugar y resolvían los enigmas en poco tiempo y sin grandes dificultades. Finalmente, respecto a la mejora del aprendizaje se observaron opiniones dispares, si bien el juego en sí no proporciona nuevos conceptos o

técnicas matemáticas, obligar al alumno a recordar lo previamente aprendido y aplicar de forma continua si parece mejorar las capacidades del alumno en cuanto a las matemáticas.

Como trabajo futuro y ampliación del presente trabajo, se propone un desarrollo experimental más profundo, en el que se puedan obtener valoraciones más detalladas tanto de los alumnos como del profesorado sobre la dificultad del juego de mesa en sí y de las pruebas ofrecidas. Por último, la mecánica del juego permite que este sea adaptado a otras áreas de conocimiento distintas a las matemáticas y a otros niveles de aprendizaje, por lo que puede ser modificado y adaptado según sean las necesidades si se quiere poner a prueba.

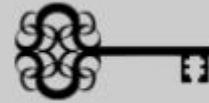
Anexo I. Casillas del Laberinto

Anexo I.1 Casillas Especiales

	Inicio del Laberinto - E01	
		
<p>Tras un largo viaje, llegas hasta una vieja montaña, inspeccionas un poco las paredes de roca y encuentras lo que parece una gran puerta de madera. Haciendo uso de tus potentes motores consigues moverla y acceder al interior, ante tí se haya un cofre sobre un altar. Al alzar el cofre la puerta a tus espaldas se cierra y en el interior del mismo se halla una llave y una nota que dice:</p> <p><i>"Si del laberinto escapar quieres, el tesoro del sabio hallar debes. Sólo a quién goce de pensar, encontrará el camino para avanzar. Más si mis trampas te parecen enigmáticas, ayuda encontrarás en las matemáticas"</i></p>		



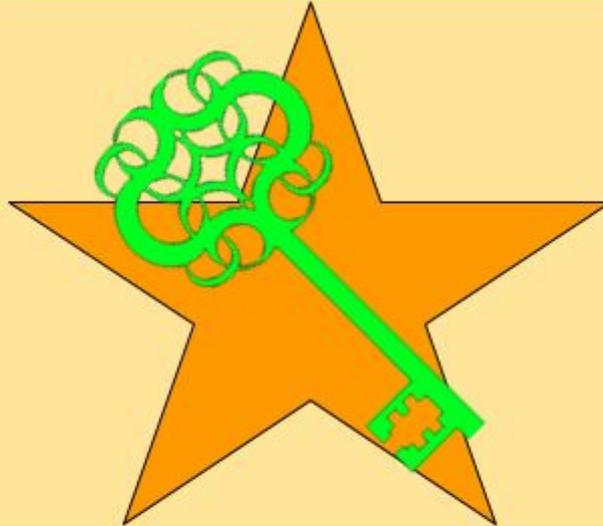
Fín del Laberinto - E02



Llegas a una habitación dorada, coronas, monedas, cofres...todo tipo de artefactos brillantes se hallan ante ti. Das unos pocos pasos y todo desaparece, mostrándote un único cofre de madera, al abrirlo, encuentras una nota que dice:

"Orgullo debes sentir, pues el laberinto has completado al fin. No te concedo fortuna, riqueza, ni bienes amontonados, pues tu mente es tu bien más preciado. Nunca olvides tu mente entrenar, pues así cualquier dificultad siempre podrás superar"

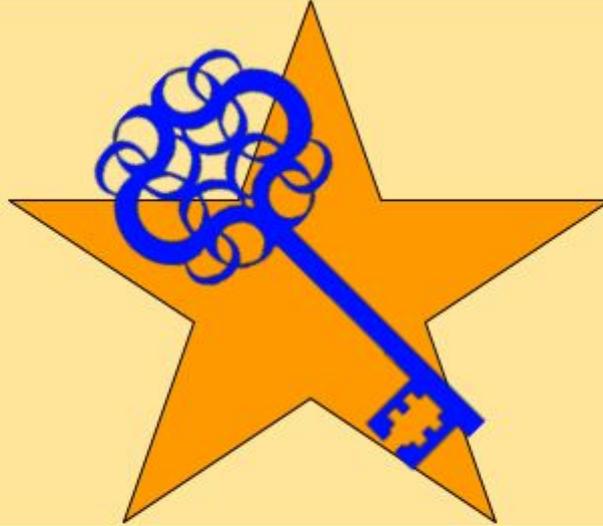
Llave Maestra - E03



Accedes a una sala vacía con un cofre sobre un altar, al abrirlo encuentras una llave de color verde.

¡Has conseguido la llave maestra verde!

Llave Maestra - E04



Accedes a una sala vacía con un cofre sobre un altar, al abrirlo encuentras una llave de color azul.

¡Has conseguido la llave maestra azul!

Llave Maestra - E05



Accedes a una sala vacía con un cofre sobre un altar, al abrirlo encuentras una llave de color rojo.

¡Has conseguido la llave maestra roja!

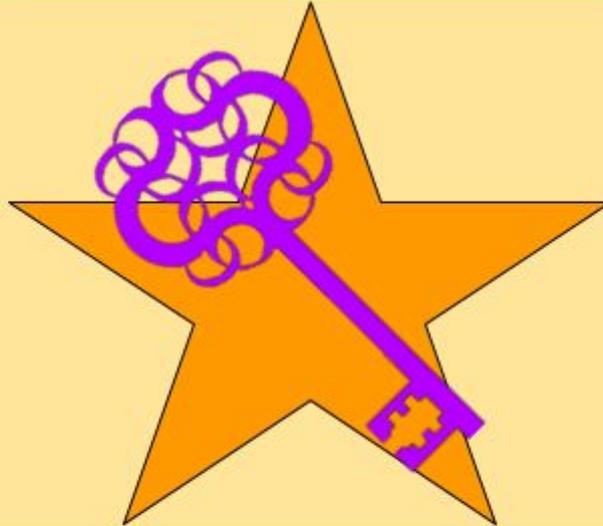
Llave Maestra - E06



Accedes a una sala vacía con un cofre sobre un altar, al abrirlo encuentras una llave de color amarillo.

¡Has conseguido la llave maestra amarilla!

Llave Maestra - E07



Accedes a una sala vacía con un cofre sobre un altar, al abrirlo encuentras una llave de color morado.

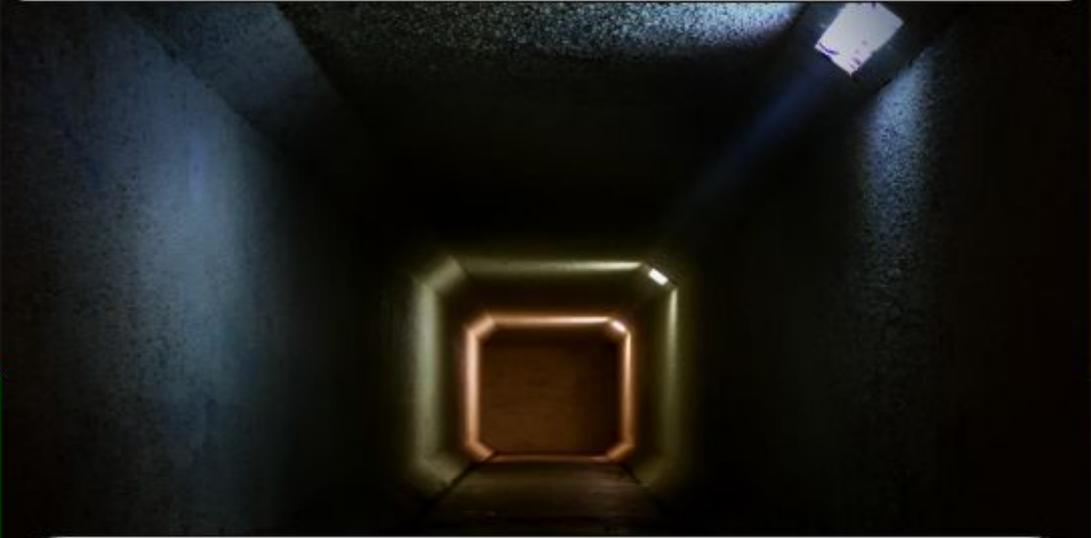
¡Has conseguido la llave maestra morada!

Anexo I.1 Casillas Pasillo



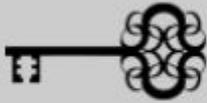
Pasillo del Laberinto - PL1



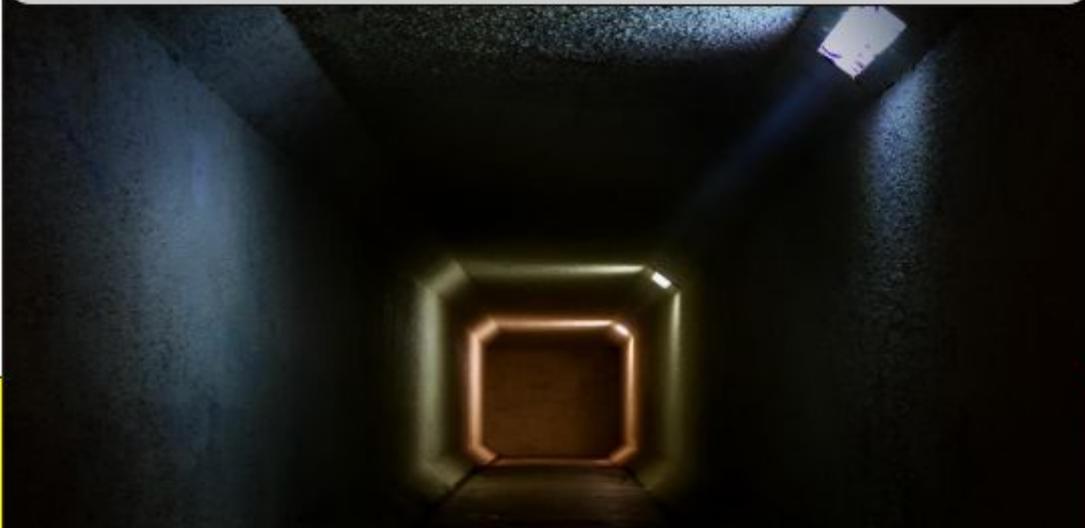
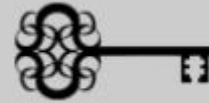


Te adentras en el pasillo, pero de pronto te das cuenta de que el techo bajo el que pasas se está resquebrajando, ante la duda de que se derrumbe y te deje atrapado decides hacer unos cálculos para saber cuánto tiempo queda antes de que caiga. Resuelve la siguiente operación y si el resultado es positivo podrás avanzar sin peligro. Sin embargo, si el resultado es negativo el derrumbe es inminente por lo que deberás retroceder y buscar un nuevo camino:

$$D1 + i - j * D2$$



Pasillo del Laberinto - PL2



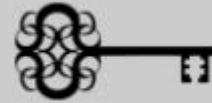
Das tus primeros pasos en el nuevo pasillo, pero de pronto te das cuenta de que el suelo parece poco fiable, ante la duda de que se rompa y caigas al vacío, decides hacer unos cálculos para saber si podrás aguantar tu peso. Resuelve las siguientes operaciones para saber tu peso y el que podrá aguantar el suelo:

Peso del robot: $D1 + i * j + D2$

Resistencia del suelo: $(D1 + i) * (j + D2)$



Pasillo del Laberinto - PL3

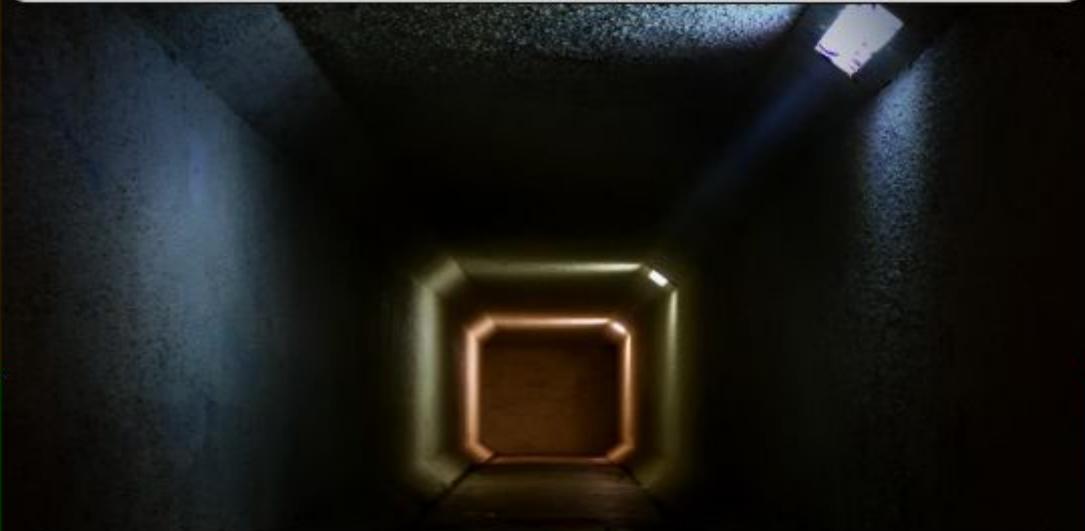
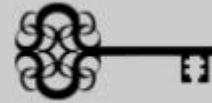


Llegas a un nuevo pasillo, pero observas que parte del camino ha desaparecido por lo que para avanzar tendrás que ir dando saltos. Para saber el número de saltos que hay que dar deberás resolver esta operación, si el resultado es par podrás avanzar, en caso de ser impar tus motores no tendrán bastante potencia para realizar todos los saltos y el pasillo quedará bloqueado.

$$D1 - D2 + D2 * (i - j)$$



Pasillo del Laberinto - PL4

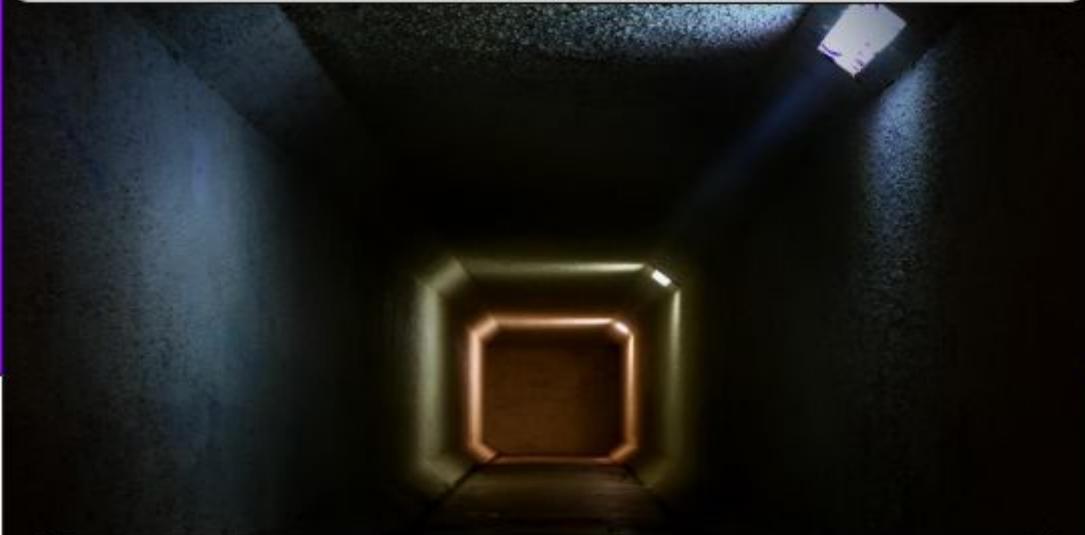
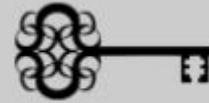


Al adentrarte en el pasillo, observas que tus sensores empiezan a dar señales confusas y tus sistemas fallan... ¡se trata de una fuerte campo magnético! Para poder contrarrestar el campo electromagnético del pasillo deberás aumentar la potencia de tu escudo. Sin embargo, eso requiere de gran parte de tu energía. Realiza el siguiente cálculo, si la fracción resultante es mayor a la unidad tendrás energía suficiente para mejorar tu escudo.

$$\frac{D1}{i} + \frac{j}{D2}$$



Pasillo del Laberinto - PL5



Te adentras en el pasillo y pronto te das cuenta de que el suelo es un camino de barro. Cruzar el pasillo requerirá aumentar la potencia de los motores inferiores. El siguiente monomio te dice cuánta energía necesitas para recorrer el pasillo en función de la distancia del mismo...¿podrás cruzar? (Energía necesaria < Energía disponible)

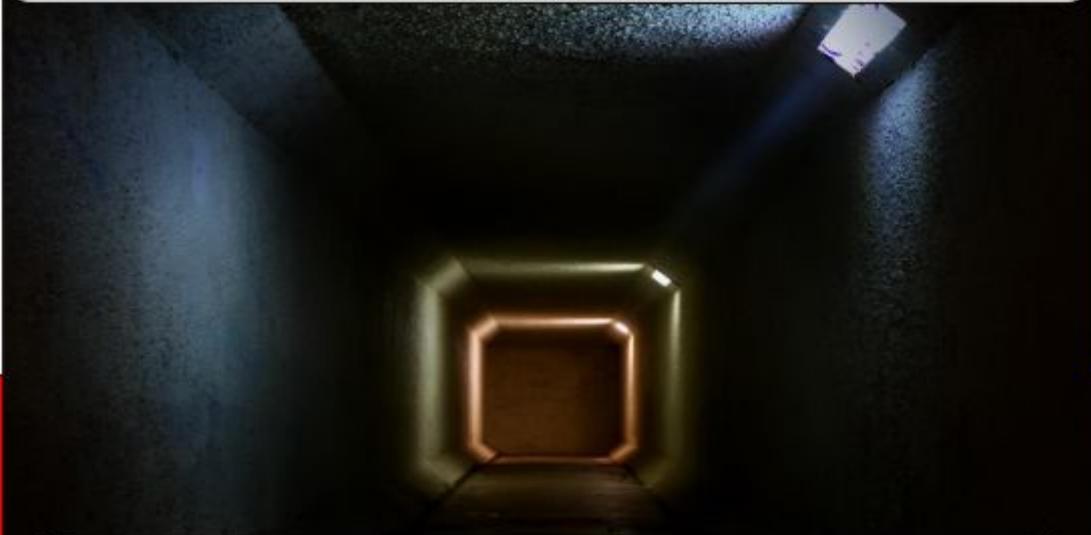
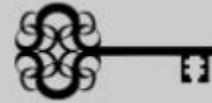
Distancia del pasillo (x): $D1$

Energía necesaria: jx

Energía disponible: $D2+i$

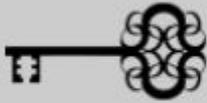


Pasillo del Laberinto - PL6

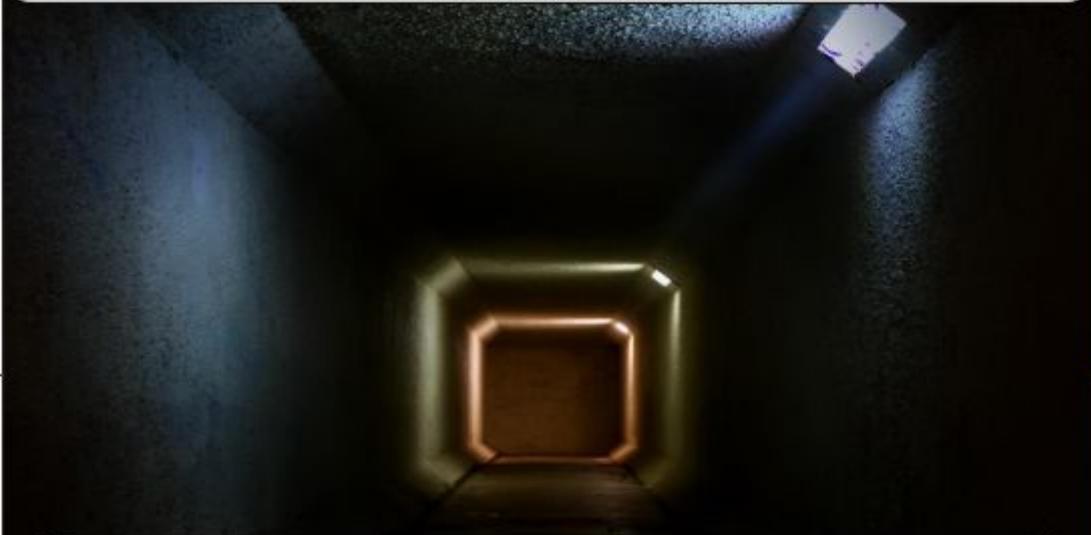
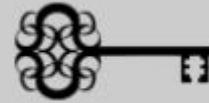


Un lúgubre pasillo se abre ante ti, las células de energía que lo iluminan parecen estar desgastadas, quieres recargarlas utilizando tus propios sistemas pero no estas seguro de tener potencia suficiente. Resuelve la siguiente ecuación, si el resultado es positivo podrás recargar la energía y cruzar el pasillo

$$D1x + jx - i = D2$$



Pasillo del Laberinto - PL7

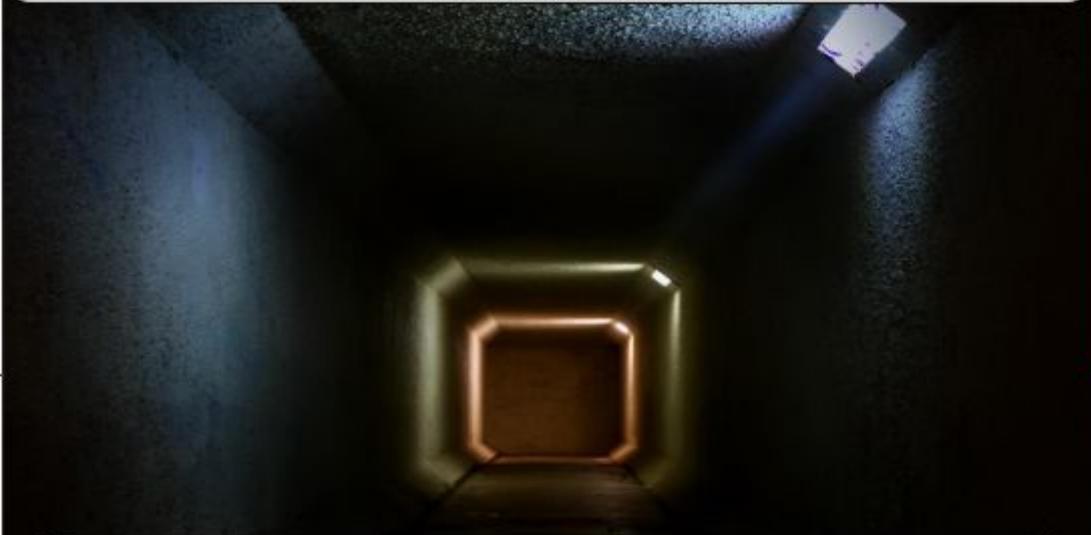
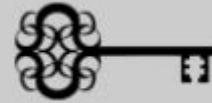


El siguiente pasillo está bloqueado por una puerta, comienzas a inspeccionarla y observas una serie de símbolos matemáticos en la misma. En el lateral de la puerta hay un panel numérico, pero este solo contiene números impares y una X grabada encima. Tal vez si somos capaz de resolver la ecuación podamos abrir la puerta

$$D1 * x - j * i + D2 = 0$$



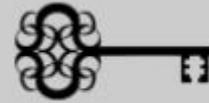
Pasillo del Laberinto - PL8



Comienzas a avanzar por el pasillo, pero observas algo extraño, parece que las paredes se van estrechando a un ritmo constante. Puedes ver la luz al final del túnel pero no estas seguro de si tu cuerpo podrá pasar por ese agujero. Sabiendo que tu área es de $i * j \text{ cm}^2$, calcula el área del agujero de salida de diámetro $D1 + D2 \text{ cm}$.



Pasillo del Laberinto - PL9



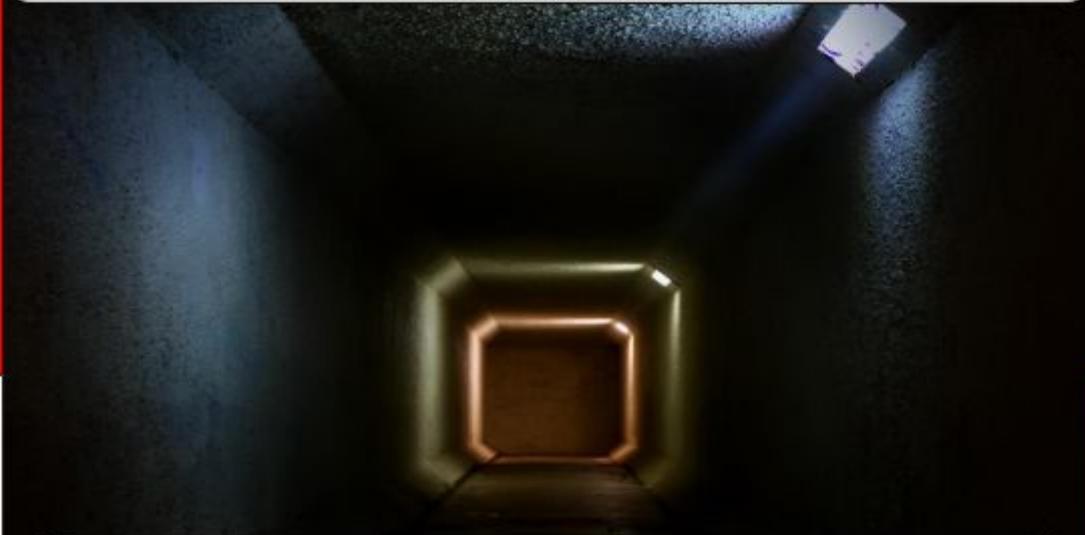
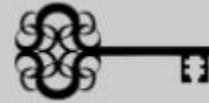
Una puerta se alza ante tí, observas varias hendiduras con forma hexagonal, en el suelo, hay varias piezas con forma triangular...¡son triángulos equiláteros! Tal vez haya suficientes piezas para construir los hexágonos que forman la cerradura de la puerta.

Hexágonos: $D1$

Triángulos: $D2 * (i + j)$



Pasillo del Laberinto - PL10



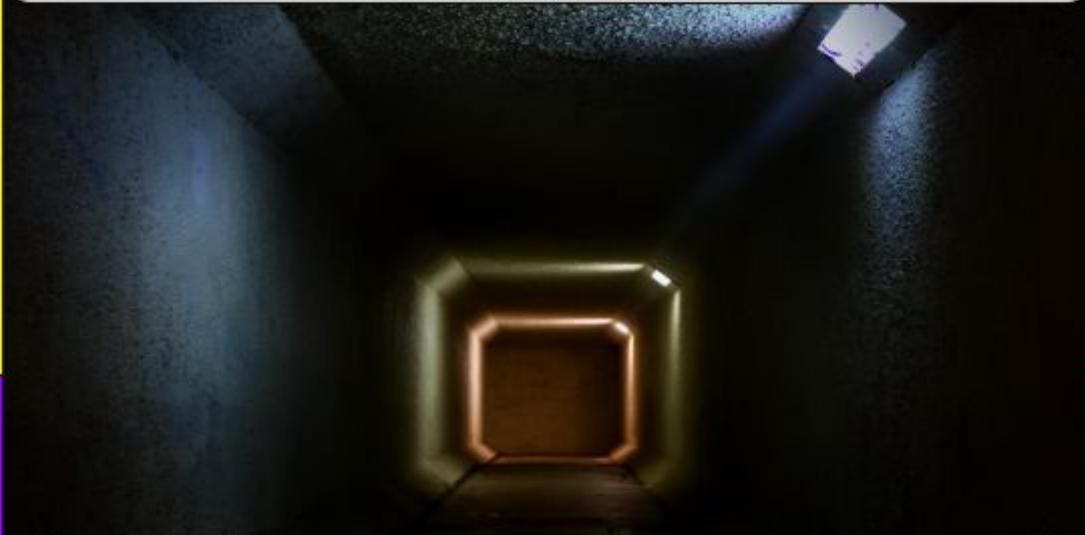
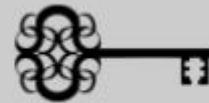
Un sonido chispeante te acompaña mientras recorres el pasillo, avanzas unos pocos metros más y ante tí, se alza lo que parece ser una valla electrificada. Tienes que encontrar una forma de anularla pero lo único a tu alrededor es una especie de pozo a unos metros de la valla y un alambre cuadrado en el suelo, tal vez sea lo bastante largo como para conectar la valla al pozo y sobrecargarla

Distancia al pozo: $i+D2$

Área del alambre: $D1*j$



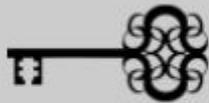
Pasillo del Laberinto - PL11



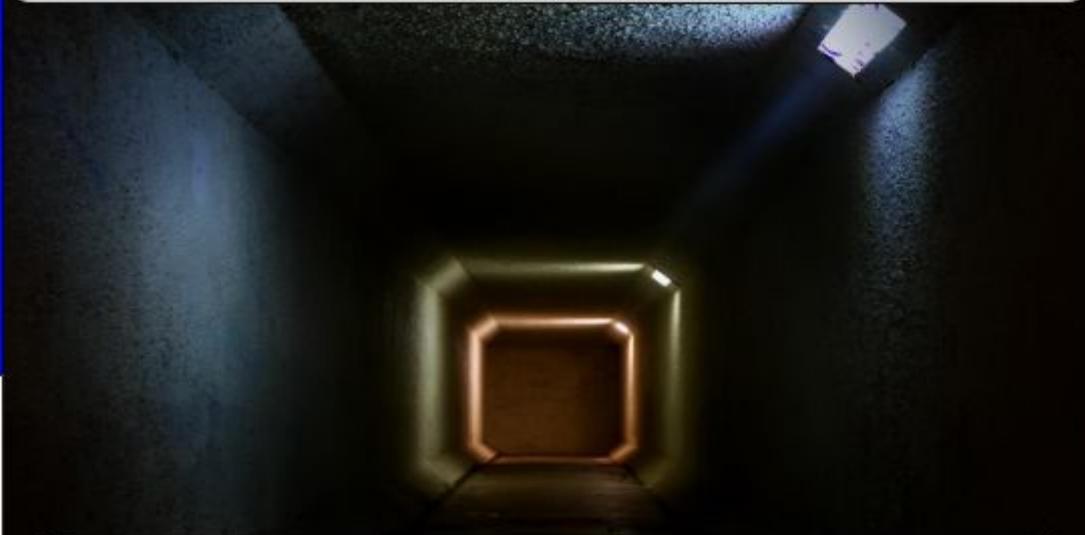
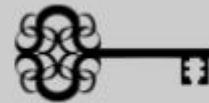
Algo extraño sucede en este pasillo, a medida que avanzas, observas que las paredes se ensanchan y estrechan a cada metro. Dibuja la gráfica del tamaño del pasillo, si la tendencia final es creciente podrás pasar, si es decreciente, no podrás avanzar al llegar al final del túnel.

Valores de X: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Valores Y: j , i , $i+j$, $D1-j$, $D2-i$, $i+D1$, $j+D2$



Pasillo del Laberinto - PL12

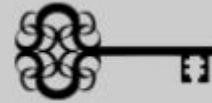


Llegas a un nuevo pasillo y observas que se encuentra inclinado, avanzar por él requiere de un esfuerzo extra y no sabes si tus motores tendrán suficiente potencia para superar la inclinación del mismo. Calcula el ángulo de inclinación de la recta y comprueba si podrás superarlo.

Pendiente máxima: $10 \cdot D2 + i$
Pendiente de la recta: $(j + D1) / 10$



Pasillo del Laberinto - PL13

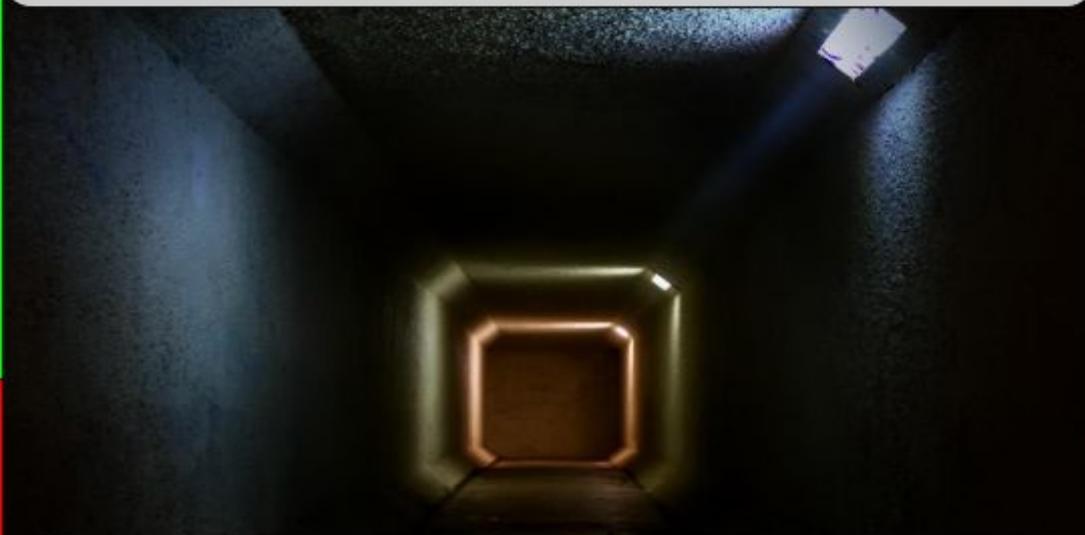
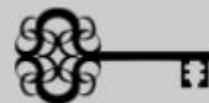


El nuevo pasillo se encuentra bloqueado por una puerta, para poder desbloquearla tienes que sobrecargar los fusibles, pero tienes que hacerlo de forma controlada para evitar que tus sistemas se vean afectados.

Tira los dados 6 veces y suma en cada tirada los valores (D1 + D2). Calcula la media aritmética de esas tiradas, si el valor es superior a $i+j$ habrás sido capaz de anular la puerta.



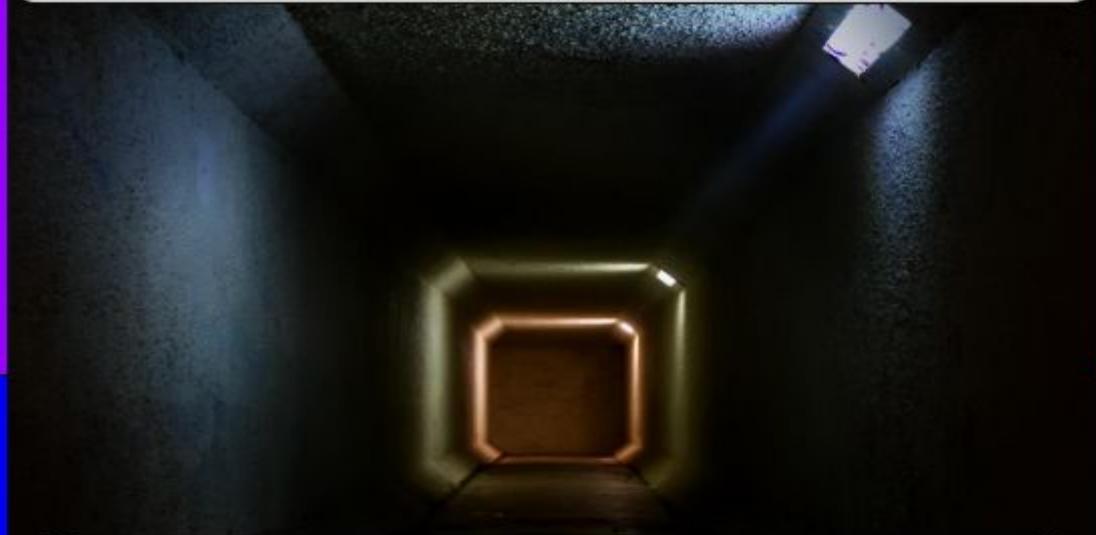
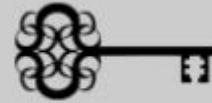
Pasillo del Laberinto - PL14



Avanzas unos pocos metros hasta encontrarte con un precipicio que bloquea el camino, al otro lado, observas lo que parece ser un puente y varias palancas. Lanzas una serie de piedras para ver si consigues accionarlas sin embargo, solo la del medio parecía funcionar. Lanza los dados 7 veces y anota sus valores ($D1+D2$). Calcula la mediana de tus tiradas y comprueba si tu tirada central ha sido lo bastante fuerte para accionar la palanca (*mediana* mayor a $i + j$).



Pasillo del Laberinto - PL15



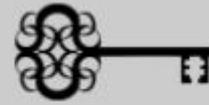
Tras avanzar unos pocos metros te encuentras con una puerta bloqueada por un panel numérico y 4 bombillas rojas. Decides pulsar varios números al azar y 3 de las bombillas se encienden. Calcula las probabilidades de acertar, sabiendo que solo un número es correcto y ya has fallado 3 veces. Comprueba si esa probabilidad es inferior a la probabilidad de acierto de tu generador de números aleatorios.

$$P_{\text{Generador}} = D1 + D2 + i + j$$

Anexo I.2 Casillas Trampa



Trampa del Laberinto - TL01

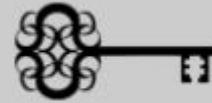


¡Es una trampa! El pasillo por el que avanzabas acaba de quedar bloqueado y ante ti, una serie de 4 péndulos con afiladas cuchillas te bloquean el paso. Realiza los siguientes cálculos para saber la oscilación de cada péndulo y tu ritmo de avance. Si para cada caso, la diferencia entre ambos es mayor a 10 podrás ir esquivándolos.

Oscilación del péndulo: $D1 + i * D2 + j$
Avance del robot: $(D1 + i) * (D2 + j)$



Trampa del Laberinto - TL02



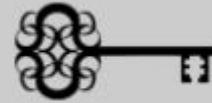
La puerta que acabas de cruzar se cierra y la pared avanza hacia tí, simultáneamente, las paredes del pasillo se van estrechando. No tienes tiempo de cruzar el pasillo, tu única salida, aguantar las paredes y confiar en que tus motores tendrán la suficiente potencia(x) como para sobrecargar el mecanismo (y) que hace a las paredes moverse. Resuelve el siguiente sistema de ecuaciones y averigua si tienes la suficiente fuerza para bloquear las paredes

$$D1x + jy = D2 * i$$

$$D2x + D1y = i + j$$



Trampa del Laberinto - TL03



Das un paso en falso y el suelo bajo tus pies cae. Estás atrapado en un pozo cuadrado y un grifo se abre dejando caer agua sin cesar. Tu única opción es escalar las paredes antes de que el agua lo inunde todo y tus circuitos se vean afectados. Resuelve las siguientes ecuaciones para saber si podrás escalar la pared antes de que se llene el pozo.

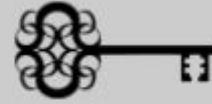
Altura pozo (m): $D1 + i$

Radio pozo(m): $D2 + j$

Velocidad escalada (m/min): $D1$ Flujo grifo (m^3/s): $D2*j$



Trampa del Laberinto - TL04

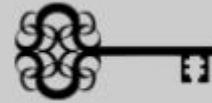


Un fogonazo se alza ante ti, comienzas a avanzar con velocidad, huyendo del fuego, hasta llegar a lo que parece una zona segura. Ante ti, hay una serie de orificios en el suelo de los que salen fogonazos aunque en ocasiones fallan. Comienzas a observar cuando el camino es seguro y calculas tus opciones de cruzar sin ser quemado. Comprueba si tu probabilidad de éxito será superior a la probabilidad de que se active el fuego:

Fuegos activados: $D1*i$ Fuegos fallidos: $D2*j$ Éxito: $D1*D2$



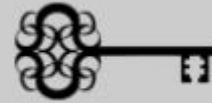
Monstruo del Laberinto - ML02



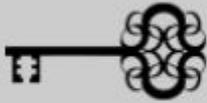
Llegas a una habitación con un foso, te adentras en el mismo y lo cruzas sin problemas, pero al llegar al otro lado tus sistemas comienzan a fallar. Tu cuerpo ha sido infestado de parásitos y empiezas a eliminarlos antes de que afecten a tu sistema. Calculas que has eliminado el doble de parásitos del brazo derecho que del izquierdo, que en tu pierna izquierda había el triple de los que había en tus brazos, que tu pierna derecha tiene la mitad que tu otra pierna y que todos ellos suman $(D1 * D2) + (i * j)$. Sabiendo que tu unidad central es capaz de eliminar j parásitos y que hay la misma cantidad que había en tu brazo izquierdo, averigua si has podido deshacerte de todos ellos.



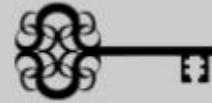
Monstruo del Laberinto - ML03



Te encuentras con un ermitaño que descansa sobre una roca y te informa de que una serie de ardillas salvajes custodian la siguiente puerta, él puede construir para ti cercado rectangular que las aisle, pero necesita que alguien las distraigas, por lo que aceptas adentrarte en la siguiente habitación y hacer de señuelo. Sabiendo que para cubrir 1 ardilla necesitas $D1$ m² de cerca y que al entrar cuentas j ardillas. Calcula el área mínima que debe tener el cerco. Si solo dispones de $D2 \cdot i$ metros de madera, calcula si el ermitaño podrá construir el cerco y evitar que las ardillas se devoren.



Monstruo del Laberinto - ML04



Un terrible monstruo se alza ante ti. Las cadenas que lo contienen están oxidadas y no tardará en librarse de ellas. Dispones de más cadenas en el suelo con las que formar una red cruzada con la que dejarlo atrapado. Cada cadena tiene una longitud de $i+j$ metros y dispones de $D1+D2$ cadenas. Calcula el polígono y el área máxima del mismo que puedes construir y comprueba si sirve para atrapar al monstruo que tiene un área de $D1*j$ metros.

10. Bibliografía

1. Bates, A. T. (2005). *Technology, e-learning and distance education*. Routledge.
2. Hainey, T., Connolly, T. M., Boyle, E. A., Wilson, A., & Razak, A. (2016). A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. *Computers & Education, 102*, 202-223.
3. Gros, B. (2007). Digital games in education: The design of games-based learning environments. *Journal of research on technology in education, 40*(1), 23-38.
4. Herrington, J., Herrington, A., Mantei, J., Olney, I. W., & Ferry, B. (2009). New technologies, new pedagogies: Mobile learning in higher education.
5. Jewitt, C. (2012). *Technology, literacy, learning: A multimodal approach*. Routledge.
6. Kordaki, M., & Gousiou, A. (2017). Digital card games in education: A ten year systematic review. *Computers & Education, 109*, 122-161.
7. Le, Q., Le, H., Vu, C., Nguyen, N., Nguyen, A., & Vu, N. (2015). Integrated science, technology, engineering and mathematics (STEM) education through active experience of designing technical toys in Vietnamese schools. *British Journal of Education, Society & Behavioural Science, 11*(2), 1-12.
8. Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education, 57*(3), 1893-1906.
9. Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning, 1*(209-0015), 13.
10. Squire, K. (2003). Video games in education. *Int. J. Intell. Games & Simulation, 2*(1), 49-62.
11. Squire, K., & Jenkins, H. (2003). Harnessing the power of games in education. *Insight, 3*(1), 5-33.
12. Thompson, P. W., & Lambdin, D. (1994). Concrete materials and teaching for mathematical understanding. *Arithmetic teacher, 41*, 556-556.
13. Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children.
14. Tseklevs, E., Cosmas, J., & Aggoun, A. (2016). Benefits, barriers and guideline recommendations for the implementation of serious games in education for stakeholders and policymakers. *British Journal of Educational Technology, 47*(1), 164-183.
15. Yelland, N. (2006). *Shift to the future: Rethinking learning with new technologies in education*. Routledge.
16. Yilmaz, R. M. (2016). Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. *Computers in Human Behavior, 54*, 240-248.