



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Una propuesta para conectar pensamiento
computacional y geometría en primer ciclo de
Educación Primaria

Autor/es

Cristina Pociello Rubiella

Director/es

Pablo Beltrán Pellicer

Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Campus de Huesca.

2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Definición de juego	6
2.2. Clasificación de juegos según diversos autores	7
2.3. El uso del juego para la enseñanza de las matemáticas en el marco escolar	9
2.4. Pensamiento computacional	9
2.5. Sentido espacial	11
3. PROPUESTA DIDÁCTICA.	13
3.1. Descripción y método de diseño del juego.	13
3.2. Implementación en el aula y secuenciación didáctica	19
3.2.1. Sesión 1	20
3.2.2. Sesión 2	22
3.2.3. Sesión 3	24
3.2.4. Sesión 4	27
3.3. Análisis del juego	29
4. CONCLUSIONES Y VALORACIÓN PERSONAL	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

Una propuesta para conectar pensamiento computacional y geometría en primer ciclo de Educación Primaria

A proposal to connect computational thinking and geometry in the first cycle of Primary Education

- Elaborado por Cristina Pociello Rubiella.
- Dirigido por Pablo Beltrán Pellicer.
- Presentado para su defensa en la convocatoria de Junio del año 2022.
- Número de palabras (sin incluir anexos): 16863.

Resumen

El pensamiento computacional se presenta en el nuevo currículo de Educación Primaria de Aragón como una competencia y saber básico necesario para una aproximación diferente a la resolución de problemas y como una habilidad esencial del siglo XXI.

El presente trabajo describe el diseño e implementación de una propuesta didáctica que conecta pensamiento computacional en matemáticas y saberes propios del sentido espacial a través del juego. Dicha propuesta se basa en trabajos de otros autores y en la dinámica de algunos juegos comerciales, como Roborally o la app LightBot. La implementación se ha llevado a cabo con un grupo de alumnos de primer curso de Educación Primaria en un contexto urbano, de forma completamente "desenchufada" (unplugged). Finalmente, se expone el análisis de los resultados obtenidos en las producciones del alumnado en las diferentes actividades planteadas. Como resultados más interesantes, se destaca que el tipo de error más frecuente ha sido la confusión en el sentido de giro y además, que el contexto del tablero pareció no influir.

Como líneas futuras de trabajo se plantea el explorar nuevas dinámicas en el juego colaborativo o elementos aleatorios de riesgo que impliquen la puesta en juego de nuevas habilidades propias del pensamiento computacional.

Palabras clave

Juego como recurso didáctico, pensamiento computacional, sentido espacial, didáctica de la geometría, resolución de problemas, educación primaria.

Abstract

Computational thinking is presented in the new Primary Education curriculum of Aragón as a competence and basic knowledge necessary for a different approach to problem solving and as an essential skill of the 21st century.

The present work describes the design and implementation of a didactical proposal that connects computational thinking in mathematics and knowledge of the spatial sense through the game. This proposal is based on the work of other authors and on the dynamics of some commercial games, such as Roborally or the LightBot app. The implementation has been carried out with a group of students in the first year of Primary Education in an urban context, in a completely "unplugged" way. Finally, the analysis of the results obtained in the productions of the students in the different activities proposed is exposed. As more interesting results, it stands out that the most frequent type of error has been the confusion in the direction of rotation and also that the context of the board did not seem to influence.

As future lines of work, the exploration of new dynamics in the collaborative game or random elements of risk that imply the putting into play of new skills of computational thinking is proposed.

Key words

Game as a didactical resource, computational thinking, spatial sense, didacts of Geometry, problem solving, primary education.

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se centra en el uso de los juegos de mesa como herramientas educativas para la enseñanza de contenidos englobados en el área de matemáticas.

El área de matemáticas es reconocida por la mayoría del alumnado como una materia en la que se debe memorizar una técnica para realizar distintos algoritmos huyendo de su comprensión y buscando encontrar el resultado correcto. Dicha situación lleva a que se realicen ejercicios de forma mecánica, como se viene haciendo tradicionalmente, y muchas personas no busquen el sentido de lo que están haciendo.

Este proceso conlleva a una gran desmotivación hacia la asignatura desde cursos tempranos en nuestro sistema educativo ya que debido a esta mala interpretación de la materia, se suelen arrastrar diferentes dificultades a lo largo de toda su formación educativa.

Está en mano de los docentes llevar a la práctica el uso de nuevos enfoques que favorezcan la comprensión de los contenidos para fomentar la motivación hacia esta asignatura. Un ejemplo de ello y que además, se va a poner en práctica en este trabajo es la enseñanza a través de la resolución de problemas. Según Beltrán-Pellicer & Martínez-Juste (2021), gracias a este enfoque el alumnado consigue la asimilación de nuevos conocimientos resolviendo problemas propuestos por el docente intencionalmente para que surjan los contenidos matemáticos que se quieren trabajar, siendo motivador y efectivo para el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

El objetivo principal de este trabajo consiste en ver cómo influye el grado de contextualización de las tareas en la ejecución de las mismas en el alumnado y además, conocer su capacidad para ejecutar un algoritmo, crearlo, modificarlo, optimizarlo y colaborar con el resto de compañeros.

En el Proyecto de Orden del Consejero de Educación, Cultura y Deporte, por la que se aprueban el currículo y la características de la evaluación de la Educación Primaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón¹, se incluye dentro del área de matemáticas el pensamiento computacional como una nueva competencia del siglo XXI. Comienzan a cobrar cierta importancia los

¹ Boletín Oficial de Aragón: https://educa.aragon.es/-/informaci%C3%B3n_p%C3%ABlica_curr%C3%ADculo_primaria.

elementos relacionados con el manejo de datos y la información, buscando alcanzar el máximo desarrollo de las potencialidades en el alumnado, para que puedan adquirir destrezas imprescindibles en su formación como personas que forman parte de una sociedad: reflexivos y capaces de enfrentar nuevos desafíos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de juego

Todo proceso de enseñanza-aprendizaje se establece entre el profesor y los alumnos pero observamos como el juego también se puede hallar dentro de esta evolución ocupando un papel multifuncional. De esta forma, lo podemos encontrar como contenido, como medio o recurso para conseguir otros fines, como enfoque metodológico, entre otras funciones.

Por otro lado, tradicionalmente el juego era considerado, tanto para padres como para docentes, como algo meramente lúdico con menos importancia que el trabajo. Sin embargo, en la actualidad se reconoce como un elemento puramente educativo a la vez que dedicado al ocio. Es por esta razón que se convierte en un instrumento privilegiado para el docente.

Conforme al diccionario de la RAE, el juego se define entre otros significados, como los siguientes: 1. “Acción y efecto de jugar por entretenimiento” y 2. “Ejercicio recreativo o de competición sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde”. (Real Academia Española, 2014).

Según recoge Corbalán (1994), Martin Gardner explica en referencia al juego que “un buen rompecabezas matemático, una paradoja o un truco de apariencia mágica pueden excitar mucho más la imaginación de los niños que las aplicaciones “prácticas”, sobre todo cuando éstas se encuentran lejanas de la experiencia vivida por ellos. Si el “juego” se elige y prepara con cuidado, puede llevarle casi insensiblemente hasta ideas matemáticas de importancia”.

De acuerdo con Muñiz-Rodríguez et al. (2014), Piaget entiende que el juego ayuda a construir una amplia red de dispositivos que permiten al niño la asimilación total de la realidad, incorporándola para revivirla, dominarla, comprenderla y compensarla.

En consonancia con Huizinga (1949) quien aparece citado en Bishop (1998), es una actividad concreta de socialización pautada por unas reglas que todos los jugadores deben seguir para que el juego se pueda llevar a cabo.

Bright, Harvey y Wheeler (1985) en Gairín (1990) definen el juego teniendo en consideración la definición propuesta por Inbar y Stoll (1970) tratando de complementarla. Analizando diferentes puntos de vista, concluyen con la siguiente definición:

1. Se juega libremente, de manera voluntaria.
2. Un juego es un desafío contra una tarea de uno o varios oponentes.
3. Un juego se controla por un conjunto definido de reglas. Estas abarcan todas las maneras en las que se puede jugar.
4. Un juego representa una situación arbitraria claramente delimitada en el tiempo y en el espacio desde la actividad de la vida real.
5. Socialmente las situaciones de juegos son consideradas como de mínima importancia.
6. El juego tiene una clara delimitación en el espacio y en el tiempo. El estado exacto alcanzado en el transcurso del mismo no es conocido a priori en el comienzo.

Todos los autores citados anteriormente, llegan a una misma reflexión en común, y es que, es un error considerar los juegos como únicamente materiales para el ocio y la diversión, otorgándoles un gran poder siendo también recursos educativos, según afirma Edo (1998).

En definitiva, podemos decir que el juego tiene un papel fundamental dentro del ámbito educativo ya que mediante éste se pueden conocer las actitudes y comportamientos del alumnado. Además, se adapta a las características psicoevolutivas del niño, desarrolla sus capacidades y propicia aprendizajes significativos.

2.2. Clasificación de juegos según diversos autores

Las clasificaciones que existen del juego varían en función de los criterios que se tengan en cuenta a la hora de encasillarlos, por ello, se muestran a continuación algunas

de las más representativas. Algunos de ellos pueden ser sus contenidos, los materiales que se utilizan, número de jugadores, etc. Además, según Corbalán (1994), los juegos se pueden considerar como matemáticos dependiendo del uso que se haga de ellos, en su análisis y en el contexto de enseñanza de las matemáticas.

El autor, divide los juegos en dos tipos diferentes:

1. Juegos de conocimiento
 - a. Juegos numéricos
 - b. Juegos de geometría
 - c. Juegos de probabilidad
2. Juegos de estrategia

En cambio, no realiza ninguna clasificación significativa de los juegos de estrategia ya que puntualiza que su uso en la formación matemática ofrece un abanico muy amplio de oportunidades.

De la misma forma, Gairín (1990) señala que existen dos tipos de juegos: de conocimiento y de estrategia. El autor realiza una clasificación centrada en las diferentes etapas de aprendizaje, distinguiendo tres niveles:

- Pre-instruccional: El juego es el único material de aprendizaje.
- Co-instruccional: El juego acompaña a otros recursos.
- Post- instruccional: El juego se utiliza para asentarlos conocimientos.

Por otro lado, clasifica los juegos de estrategia en base al número de jugadores: personales o solitarios y multipersonales.

Desde otro punto de vista, Walter Roth (1902) citado en Bishop (1998) divide los juegos en siete clases diferentes según su naturaleza:

- Imaginativos: implican fantasía y cierto humor.
- Realistas: se desarrollan con objetos naturales.
- Imitativos: requieren de una imitación, ya sea de aspectos de la naturaleza o de acciones que desarrollan los adultos.
- Discriminativos: (el escondite, adivinanzas)
- Competitivos: implican luchas o duelos.
- Propulsivos: se llevan a cabo con materiales que tienen cierto movimiento.
- De placer: se desarrollan utilizando música o danzas.

2.3. El uso del juego para la enseñanza de las matemáticas en el marco escolar

El juego es sin duda un medio por el que se pueden adquirir aprendizajes de todo tipo. Se constituye como un juego educativo con un determinado objetivo que se elige, prepara y gradúa para hacer más atractivas y agradables las situaciones de aprendizaje y así obtener unos buenos resultados.

Por ello, se debe presentar al alumnado de una forma estimulante, atractiva, innovadora y motivadora para así captar su atención. Cuando se utilice el juego como recurso educativo podremos favorecer el desarrollo de aspectos cognitivos, sociales, afectivos y motrices.

Gairín (1990), resalta la expectación inicial por lo novedoso que se ha conseguido, bajo la opinión de diversos profesores, practicando juegos con alumnado de un amplio rango de edades, además de la satisfacción por el aspecto recreativo de los mismos, sobretodo en las edades más inferiores. Con ello se puede concluir que aumentan la motivación, mejoran la actitud e incrementan el interés sobre los contenidos trabajados, entre otras mejoras.

Por otro lado, Corbalán (1994) subraya que trabajar con juegos en las aulas puede conllevar algún impedimento como por ejemplo: económicos, debido a las limitaciones presupuestarias; topográficos, por las condiciones espaciales y materiales de las aulas o el número de alumnos, a causa de los altos ratios de alumnado (veinticinco en Educación Primaria), entre otros.

Con todo ello, el juego sirve como recurso didáctico que permite hacer comprensibles para el niño conceptos que se encuentran lejanos a su realidad, facilita experiencias globalizadoras y tiene un gran potencial de transferencia de los aprendizajes al ser tan motivante aunque se debe tener en cuenta el contexto del centro, características sociales e institucionales.

2.4. Pensamiento computacional

Existe, según Gouws et al., (2013), un acuerdo acerca de la relevancia de trabajar el pensamiento computacional pero al mismo tiempo una disconformidad sobre una definición concreta y sobre cómo trabajar este contenido en las aulas.

Los autores definen el pensamiento computacional como un enfoque centrado en las técnicas que se usan en informática para la resolución de problemas, haciendo hincapié en todos los aspectos del problema, su complejidad y en la búsqueda de soluciones a través de los recursos disponibles.

Desde otro punto de vista, (Zapata-Ros, 2015) habla de una alfabetización que facilite a las personas mejorar su calidad de vida y alcanzar un mayor nivel de felicidad, de manera que puedan afrontar retos de la nueva sociedad, resolver problemas en el día a día, y en general, lograr objetivos personales organizando estrategias de manera eficiente.

Jeannette Wing, profesora de ciencias de la computación e importante promotora del pensamiento computacional, recalca que es una habilidad fundamental para todos (no solo para los informáticos), debido a que se sustenta en usar la abstracción y la descomposición cuando se afronta una tarea compleja. Además, afirma que “el pensamiento computacional es la realidad del mañana”. (Wing, 2006)

Por lo que se refiere al borrador del nuevo currículo, establece el pensamiento computacional como “el modo en que piensa un científico de datos, siendo esto una habilidad básica de la que se puede beneficiar todo el mundo, al mismo nivel que la lectura, la escritura y la aritmética.”

Además, se resalta que el pensamiento computacional facilita trabajar problemas matemáticos e incita a revisar algunos conceptos matemáticos desde otra perspectiva para generar relaciones entre ellos.

De esta manera, aparece como competencia y como bloque de saberes dentro del *sentido algebraico y pensamiento computacional*, donde se recalca que refleja una aproximación diferente a la resolución de problemas y que es una habilidad esencial del siglo XXI.

Entre las orientaciones que se describen y que se tienen en cuenta para la puesta en práctica de este trabajo, se distinguen dos ramas para la aplicación del pensamiento computacional en la educación. Por un lado se encuentra en el análisis, adaptación y creación de algoritmos. Esto se debe a que aún con el uso de la calculadora que se encuentra a la orden del día, el alumnado debe de ser capaz de comprender aspectos del sistema de numeración posicional y del sentido numérico.

Por otro lado, se destaca en el plano tecnológico el uso de herramientas TIC mediante aplicaciones de programación que fomenten el pensamiento computacional, a través de, por ejemplo, entornos de programación por bloques.

En último lugar, se recalca la robótica como una herramienta muy motivadora para el alumnado que integra el diseño, la programación y la resolución de problemas. Además, entre los descriptores operativos de la competencia digital, se destaca el 5: “Se inicia en el desarrollo de soluciones digitales sencillas y sostenibles (reutilización de materiales tecnológicos, programación informática por bloques, robótica educativa...) para resolver problemas concretos o retos propuestos de manera creativa, solicitando ayuda en caso necesario”.

2.5. Sentido espacial

El sentido espacial, se define según el borrador del nuevo currículo como uno de los sentidos fundamentales de los saberes básicos que integra un conjunto de conocimientos, habilidades y formas de pensamiento que se proponen teniendo en cuenta el desarrollo evolutivo del alumnado. En concreto, el sentido espacial fomenta la comprensión de los aspectos geométricos del mundo.

Dentro del sentido espacial, se encuentran desarrolladas todas las ramas propias de la geometría. En este caso, se busca trabajar específicamente la orientación espacial y la geometría proyectiva, que engloba algunos conceptos espaciales como: giros, posiciones, arriba, abajo, derecha, izquierda, punto de vista, etc.

La orientación espacial está presente en muchas de las situaciones cotidianas a las que una persona se enfrenta diariamente: escribir, leer, montar en bicicleta, ir a comprar, diferenciar entre izquierda y derecha, etc.

Según Gonzato et al. (2011), la orientación espacial es considerada como un conjunto de habilidades relacionadas con el razonamiento espacial: no solo con visualizar y saber dónde está situado un objeto sino que también, comprender las relaciones entre sus partes, su estructura, reflexionar sobre él y sus posibles representaciones.

Además en Gonzato & Godino (2010), se añade una clasificación según el tipo de tarea que se presente al alumnado. En primer lugar, las actividades que requieren la habilidad de orientarse en el espacio (interpretar mapas de diferentes espacios) y por

otro lado, las tareas de orientación del propio cuerpo y de objetos, siendo necesaria la capacidad de ponerse en la perspectiva respecto a un objeto o como se aplica en este trabajo, respecto a la de otra persona (un robot).

Dentro del marco de la enseñanza de la orientación espacial, la legislación vigente aconseja empezar a trabajar este contenido interpretando y elaborando representaciones espaciales a través de mapas, objetos y orientaciones de cuerpos sobre el espacio real, orientando el progreso hacia el uso de representaciones elementales con el fin de terminar con la construcción de sistemas de coordenadas para describir posiciones y trayectorias, en consonancia con la descripción que realizan los autores.

En relación a las orientaciones propuestas en la nueva orden de educación, se propone trabajar el sentido espacial de diversas maneras.

- Análisis de formas geométricas con materiales manipulativos.
- Realización de recorridos en un plano de un lugar a otro, codificando el recorrido con números (conteo) y flechas (dirección y sentido).
- Observación y reconocimiento de regularidades geométricas a partir de dibujos.
- Representar el mismo objeto desde diferentes puntos de vista.

En contacto con el pensamiento computacional y como se define en las orientaciones del sentido D (sentido algebraico y pensamiento computacional), se pueden crear propuestas didácticas interesantes para el alumnado a través del diseño de una secuencia de acciones necesaria para llegar desde un punto concreto a otro sin ser necesario el uso de las TIC. Además, se plantean posibles variables didácticas que se tendrán en cuenta para la puesta en práctica de este trabajo.

- El sujeto que realiza el movimiento pueda ser un alumno o un objeto, por un tablero o por el suelo del aula
- Ejecución y optimización de un algoritmo que ha diseñado otro alumno para poner en común ideas.
- Ampliación de las acciones con las que se puede trabajar: adelante, atrás, giros, número de pasos, etc.

Todo ello, se incluye en el apartado del sentido algebraico y pensamiento computacional, dentro de la destreza número 4: “Pensamiento computacional”.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA.

3.1. Descripción y método de diseño del juego.

Este trabajo se centra en el diseño e implementación de un juego para la enseñanza-aprendizaje de contenidos englobados en el área de las matemáticas. Concretamente, a través de él se pretenden trabajar las posiciones y movimientos en relación a uno mismo, utilizando los conceptos de izquierda-derecha, delante-detrás y diferentes giros; contenido que se incluye en el bloque 4 del currículo de Educación Primaria de Aragón, centrado en la geometría. Además, mediante el mismo, se quiere trabajar el pensamiento computacional y el sentido espacial del alumnado. Específicamente, la capacidad para ejecutar, programar, modificar y optimizar un algoritmo. Por último, se quiere analizar cómo influye el grado de contextualización de las tareas.

El juego que se propone consiste en la adaptación del juego de mesa “*Roborally*”, cuyo significado en español es “carrera de robots”. Este juego fue creado en 1994 por Richard Garfield y publicado por “*Wizards of the Coast*”, una importante compañía editora de juegos estadounidense y desde entonces ha recibido un total de cuatro premios *Origins*. En la adaptación que se va a proponer a continuación se pretende mantener la esencia del juego, teniendo en cuenta que se va a implementar en un aula de primero de primaria y el mismo se dispone para jugadores a partir de 10 años.

El objetivo del juego es llegar en primer lugar a “la bandera” (en el juego original) que es la meta. Para ello, cada jugador maneja un robot y se dedica a ejecutar una secuencia de movimientos con un sistema de tarjetas de programación. En este recorrido, tiene que evitar distintos obstáculos como cintas transportadoras en movimiento, rayos láser y pozos, entre otros. En esta propuesta, los tableros contarán con un solo tipo de obstáculo para que sea más sencillo crear el algoritmo que se quiera ejecutar y en lugar de una bandera, el objetivo será una montaña de monedas.

Con una dinámica similar, podemos encontrar algunos otros juegos como *Lightbot*. El objetivo de este juego consiste según (Gouws et al., 2013) en programar un robot pero, en este caso, se busca que ilumine todas las baldosas sombreadas de color azul dentro de un tablero. Para ello, se programan una serie de movimientos que conducen al robot hacia estas baldosas a partir de un conjunto limitado de comandos, que se deben

poner en un espacio determinado. A medida que avanzan los niveles, el tablero se vuelve cada vez más difícil y aumenta el número de baldosas por iluminar.

Los movimientos que se pueden encontrar en esta actividad son los siguientes:

- Avanzar
- Iluminar
- Giro izquierda
- Giro derecha
- Salto hacia delante
- Procedimiento 1
- Procedimiento 2

Entran en juego, en este caso, los procedimientos. Esta opción consiste en crear una secuencia determinada de movimientos que se puede repetir tantas veces como se indique para lograr el objetivo y optimizar la secuencia de movimientos, como puede verse en la figura 1.

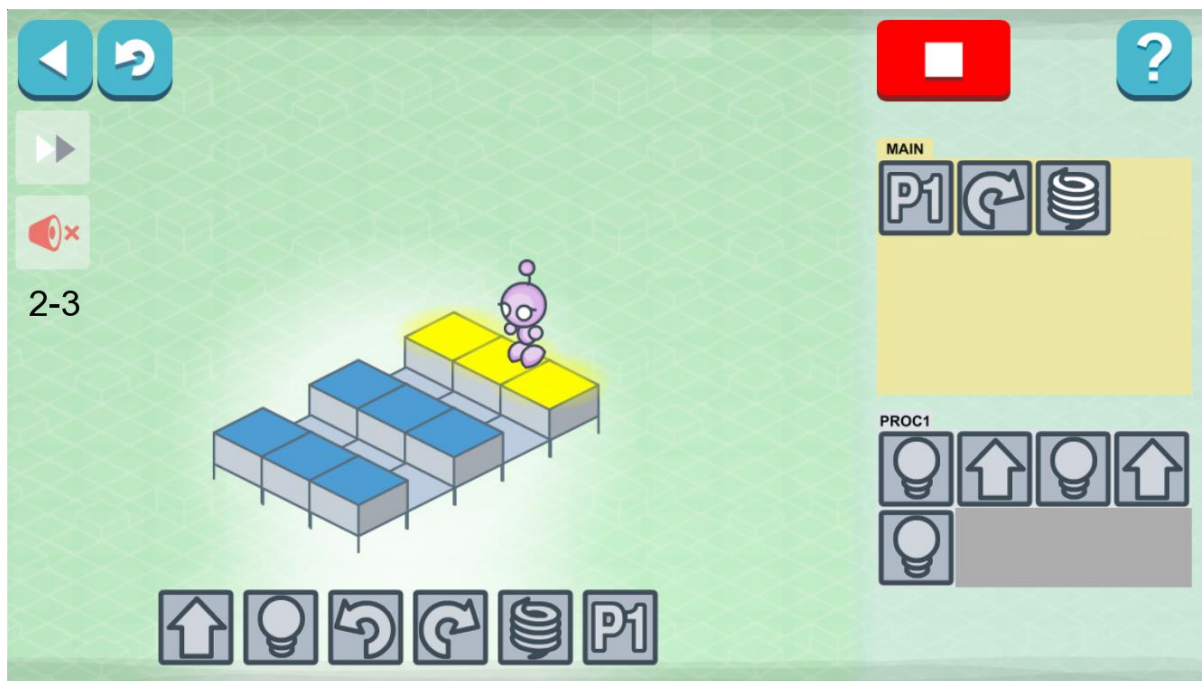


Figura 1. Pantalla del juego Lightbot.

Cabe destacar que es la primera vez que el grupo concreto de alumnado con el que se va a trabajar, se acerca de forma íntegra al sentido espacial, por ello, se ha decidido plantear la propuesta en base a un entorno cercano al alumnado, para al mismo tiempo

estudiar si cuando se contextualiza una tarea puede tener un mayor grado de comprensión.

Además, para el diseño de esta propuesta se ha tenido en cuenta la secuencia didáctica que plantean Ricart et al., (2019) en el artículo “Idoneidad didáctica en educación infantil: matemáticas con robot Blue-Bot”. Las autoras proponen una trayectoria de aprendizaje centrada en la excursión a un espacio natural y su adaptación para trabajar la ruta realizada a través de robots Blue-bot.

El Blue-Bot es un robot diseñado para la asimilación del sentido espacial y aprender a orientarse. Se programa mediante diferentes teclas que representan los siguientes movimientos en el espacio (figura 2):

- Adelante: avanza 1 casilla hacia delante.
- Atrás: retrocede una casilla sin girar.
- Giro a la derecha: giro en sentido horario de 90°.
- Giro a la izquierda: giro en sentido anti-horario de 90°.
- Go: empieza a ejecutar la secuencia programada.
- Pause: detiene la secuencia programada.
- X: Borrar la secuencia programada.



Figura 2. Robot Blue-Bot. Fuente: <https://www.ro-botica.com/Producto/TTS-Blue-Bot/>

En este estudio, han creado un tablero diseñado específicamente para recrear la ruta, contextualizando en un entorno cercano del alumnado el tapete sobre el que se mueve el robot.

El objetivo final es que el alumnado de tercer curso de infantil sea capaz de programar la secuencia de movimientos necesaria para que el Blue-Bot se desplace entre las diferentes zonas por las que han pasado en la ruta.

De la misma manera que en la propuesta de Ricart et al., (2019), esta secuencia didáctica está pensada para que el alumnado adquiera nociones de orientación espacial y para el desarrollo del razonamiento geométrico, en concreto, el pensamiento computacional.

Además, los conceptos que se trabajan son en su mayoría los mismos: arriba-abajo, derecha-izquierda, adelante-atrás, giro y conteo. Las autoras, añaden también la correspondencia cuantitativa, el tiempo, largo y corto, segmento y línea recta.

Por último, se toma en consideración el estudio que realiza (Diago et al., 2018) con el robot Bee-Bot, en un aula de tercer curso de infantil y en otra de primer curso de primaria..

Este robot funciona de la misma manera que el citado previamente (figura 3), pero es una versión anterior que no se puede vincular con aplicaciones para dispositivos móviles.



Figura 3. Robot Blue-Bot. Fuente: <https://ro-botica.com/Producto/BEE-BOT/>

En esta propuesta, se crean diferentes tableros señalando el punto de partida del robot y dos recorridos distintos marcados por una línea roja, llegando cada uno a una flor distinta (que señala la meta). Para determinar a qué flor busca llegar cada estudiante, se le ofrecen tarjetas con los movimientos que realiza el robot para que diseñe la secuencia que quiere que haga el robot (figura 4), para después programar el robot y observar los resultados obtenidos.



Figura 4. Modo de juego en la propuesta de Diago et al., (2018).

De la misma forma que en esta propuesta, el presente trabajo se estructura para llevarse a cabo de forma individual, tratando de que el grado de intervención de los docentes presentes en el aula sea inexistente, de la misma forma que la comunicación entre los alumnos para que las respuestas sean individualizadas y lo más reales posibles.

Por otro lado, se tiene en cuenta la propuesta inicial de presentar cuatro tareas de activación para el alumnado. En el caso de este trabajo se han realizado dos: Actividad 1.1 y 1.2. Aunque con la diferencia de que los investigadores realizan una instrucción anterior a las tareas sobre el uso de los bloques que el robot es capaz de ejecutar.

Por último, en similar medida se busca que el alumnado haga un uso real de bloques de programación a través de un sistema de tarjetas que tienen representadas los movimientos que puede hacer el robot y a la que denominan *caja de secuenciación*. En ella, el alumnado colocará ordenadamente las tarjetas para poder ser programadas en el

robot y ejecutadas posteriormente. En este trabajo, se realizará sobre las propias fichas de actividades y después, en un mazo de tarjetas numeradas.

Con todo ello, para llevar a cabo la propuesta se ha creado un plano del aula a través de la aplicación *AutoCad* a escala 1:100 (figura 5), que va a facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, ya que conocen la clase muy bien y pueden moverse por ella para reproducir las secuencias que realicen en las actividades.

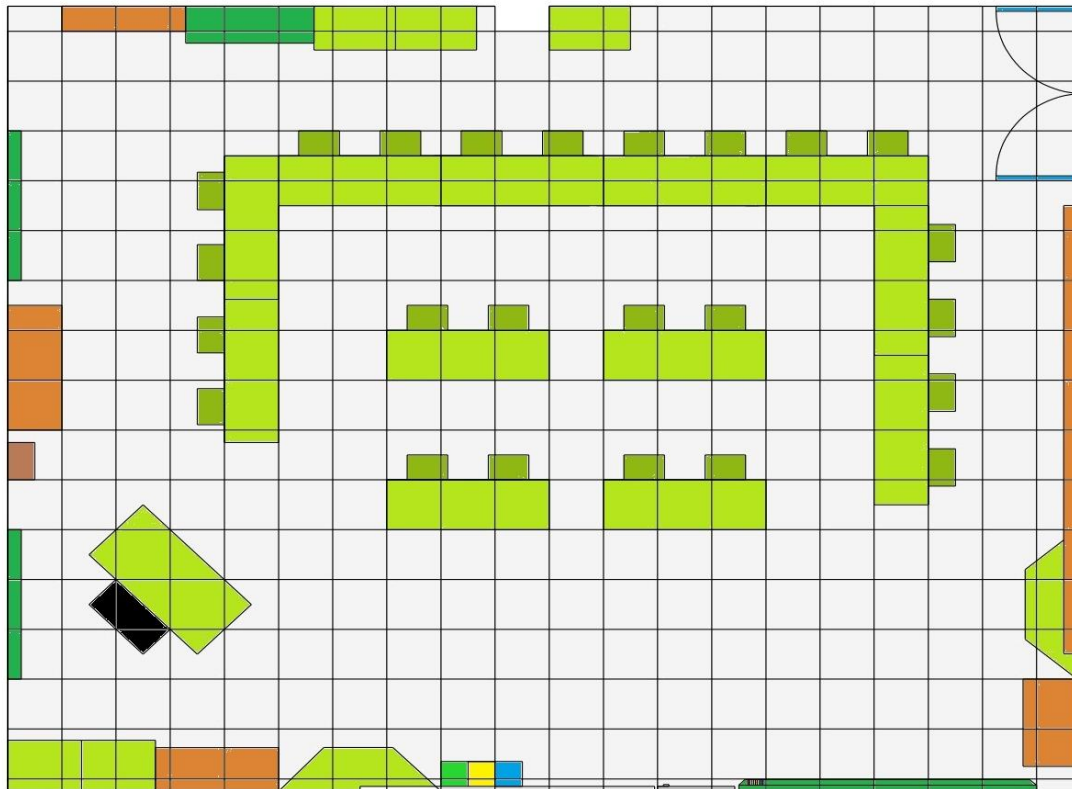


Figura 5. Plano del aula. Fuente: Elaboración propia.

Este plano va a ser el tablero en la adaptación que se propone, tratando de reproducir la dinámica del juego. Las casillas del tablero pasan a ser las baldosas del aula, por donde deben desplazarse y los muebles, como son las mesas, armarios y sillas, van a ser los obstáculos que tienen que evitar.

Como tarjetas para programar la secuencia de movimientos se plantean las siguientes (figura 6):

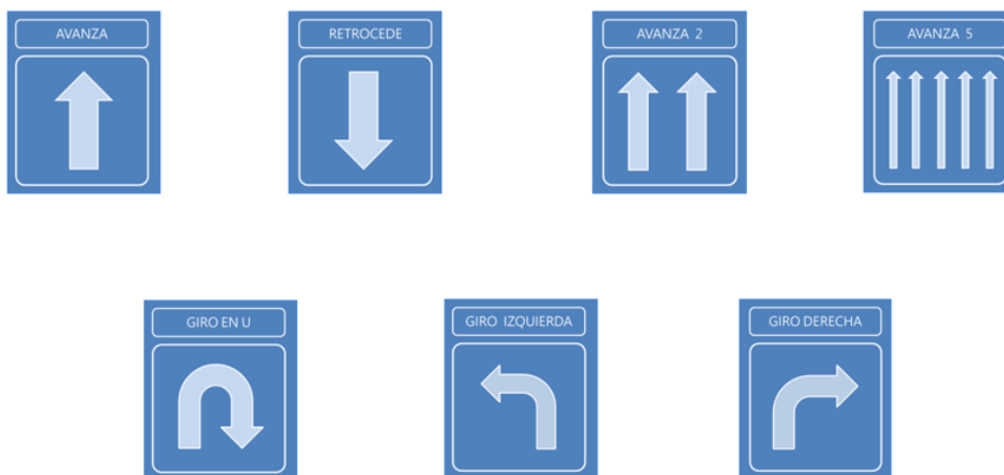


Figura 6. Tarjetas de programación. Fuente: Elaboración propia.

- Avanza: Una casilla hacia delante.
- Retrocede: Una casilla hacia atrás (sin girar).
- Avanza 2: Dos casillas hacia delante.
- Avanza 5: Cinco casillas hacia delante.
- Giro en U: Giro de 180° en la misma casilla.
- Giro izquierda: Giro de 90° hacia la izquierda (en la misma casilla).
- Giro derecha: Giro de 90° hacia la derecha (en la misma casilla).

Todas ellas aparecen en el juego real exceptuando “avanza 5”, que surge de la necesidad de avanzar en línea recta optimizando el número de tarjetas utilizadas debido a que el aula cuenta con 19 baldosas de largo y 14 de ancho.

Los participantes de esta propuesta son 23 niños y niñas de 6, 7 y 8 años que se encuentran en el primer curso de Educación Primaria.

La recogida de datos para el análisis de las diferentes actividades se realiza mediante la observación directa durante el transcurso de las sesiones y además, mediante diferentes instrumentos como anotaciones y fichas de representación gráfica que se describen en el siguiente apartado.

3.2. Implementación en el aula y secuenciación didáctica

La adaptación al juego se realiza en un centro público situado en la provincia de Huesca. El nivel socioeconómico es muy diverso ya que integra a familias muy

variadas, pero por lo general se podría llegar a concluir que es de carácter socioeconómico medio-bajo.

El centro cuenta en la actualidad con 2 vías con un total de 19 clases entre Infantil y Primaria. Esta propuesta se realiza para uno de los grupos de 1º de Educación Primaria, que cuenta con un total de 23 alumnos, divididos entre 8 chicas y 15 chicos. Ninguno de ellos cuenta con una adaptación curricular significativa, lo que favorece que puedan llevar el mismo ritmo, aunque a diferentes tiempos, pero sin problemas cognitivos ni lingüísticos.

El proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de matemáticas se lleva a cabo a través de asignación de tareas, se sigue el libro que propone la editorial “Santillana” y se van realizando los ejercicios propuestos con una previa explicación de los contenidos que se van a trabajar. Simultáneamente, se realizan actividades con materiales manipulativos que ofrece la misma editorial, como por ejemplo, bloques decimales para trabajar las unidades, decenas y centenas.

A continuación, se expone el desarrollo ideado para poner en práctica esta propuesta didáctica, que se plantea para ser llevada a cabo a lo largo de 4 sesiones de una hora.

Se van a plantear seis actividades diferentes divididas a lo largo de las diferentes sesiones, además de incluir procesos de reflexión en los que el alumnado va a desempeñar un papel principal en la resolución de problemas que se le van a ir planteando.

3.2.1. Sesión 1

Para introducir el comienzo de esta Unidad Didáctica, se plantea a los alumnos un problema: ¿Cómo se mueven los robots?. A partir de esta pregunta se genera un debate en el que se van introduciendo nuevos conceptos (izquierda, derecha, delante y detrás).

Después, se proyecta el plano del aula en clase para generar una lluvia de ideas, ¿qué es esto? Se genera otro debate cuando aparece el concepto del aula. ¿Dónde estamos situados?, ¿qué es esto?, ¿dónde está esto otro?, etc.

Por último, se genera otro debate. ¿Cómo se podrían mover por el aula los robots? La respuesta esperada son las baldosas. Se realizan preguntas hasta encontrar esta

respuesta.

Seguidamente, se reparte a cada alumno una funda de plástico con los diferentes materiales que se van a utilizar:

- 1 plano grande plastificado.
- 1 ficha para realizar la actividad 1.
- 7 tarjetas (una con cada movimiento).

Las tarjetas no se explican todavía, son una guía para la familiarización con el material y conocer el formato de cómo va a ser la dinámica. Se espera que las copien sin la explicación para realizar la actividad 1. ¿Dónde llegaré si...?

Con la siguiente ficha, dispuesta en la figura 7, se propone llevar a cabo una secuencia de movimientos con el robot (en este caso un muñeco azul debido a que será reproducido por un alumno o alumna) a través de las fichas dispuestas debajo para conocer cuál es el sitio al que se llegará.

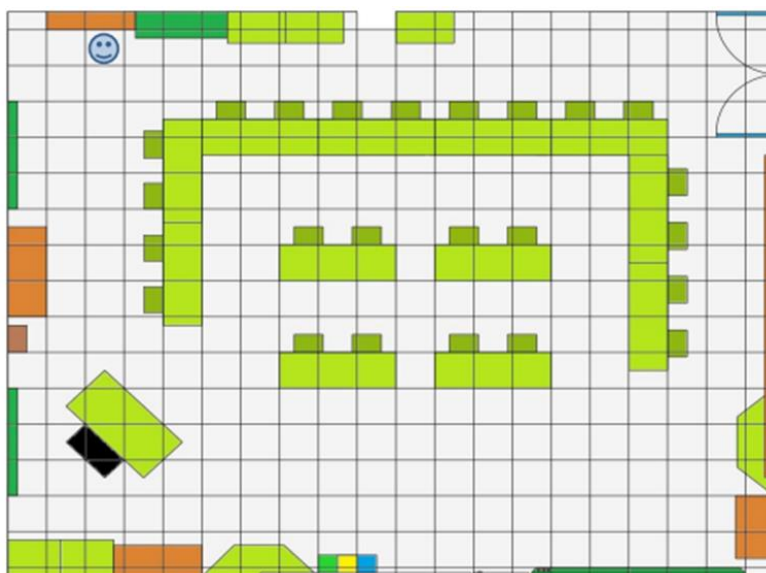


Figura 7. Actividad 1 presentada al alumnado. Fuente: Elaboración propia.

La secuencia de movimientos que deben llevar a cabo es la siguiente:

- ¿Dónde llegaré si avanzo 9 hacia delante?
- ¿Dónde llegaré si avanzo 4, giro izquierda y avanzo 1?

La manera de afrontar esta actividad es mediante trabajo individual y autónomo para poder observar los conocimientos que han retenido de los debates y los que ya tenían.

Algún alumno dice los resultados que ha obtenido y se crea otro debate, ¿creéis que ha llegado al sitio correcto?, ¿todos habéis llegado a este punto? Un alumno ejecuta la secuencia y se comprueba, el resto puede decir si lo está haciendo bien o si lo haría de otra forma.

3.2.2. Sesión 2

Se comienza esta sesión con un breve recordatorio de lo que se hizo en la sesión anterior.

Se abre nuevo debate, se pretende que sean ahora los alumnos los que creen el algoritmo sabiendo dónde tiene que llegar el robot. ¿Cómo lo hacemos? Mediante las tarjetas. ¿Para qué pueden servir las tarjetas? Debate sobre los movimientos sin explicación del profesor.

Seguidamente, se expone la actividad 2: ¿Qué recorrido hará 😊 ?

En esta actividad, el objetivo es que el alumnado programe la secuencia de movimientos que tiene que hacer el robot hasta la “X” como se ve en la figura inferior.

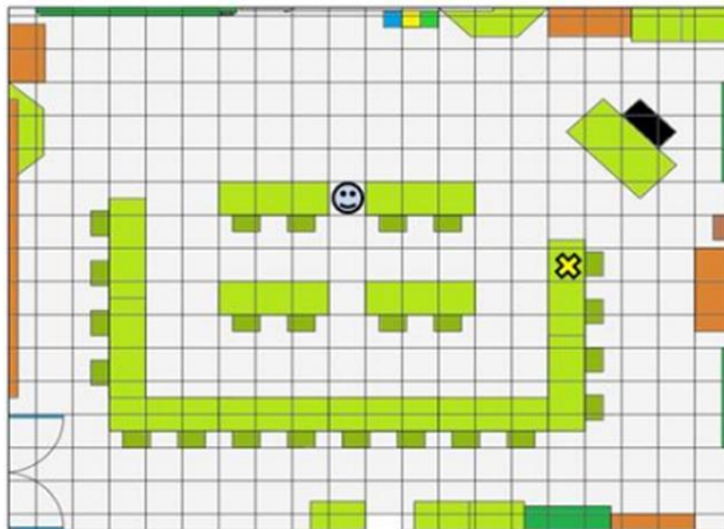


Figura 8. Actividad 2 presentada al alumnado. Fuente: Elaboración propia.

Para ello se plantea la siguiente ficha (figura 9), donde los alumnos deben colocar en el orden señalado (siguiendo la secuencia numérica del 1 al 18) las tarjetas correctas para llegar al objetivo, esquivando los obstáculos (en este caso, las mesas).

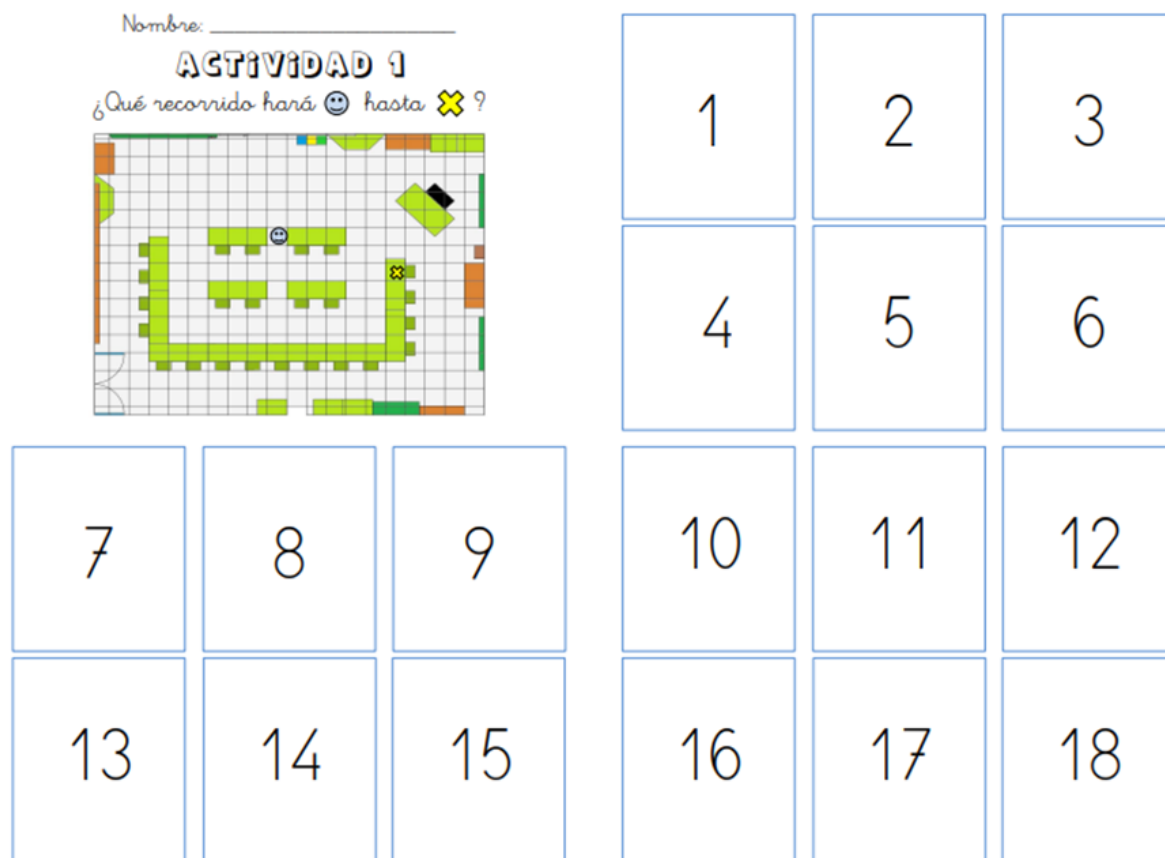


Figura 9. Ficha de la actividad 2. Fuente: Elaboración propia.

Para realizarla, se reparte una funda a cada alumno que contiene los siguientes materiales:

- 1 plano grande plastificado.
- 1 ficha de la actividad 2.
- 10 tarjetas de “avanza”.
- 3 tarjetas de “giro izquierda”.
- 3 tarjetas de “giro derecha”.
- 3 tarjetas de “avanzo 5”.
- 6 tarjetas de “avanzo 2”.
- 1 tarjeta de “giro en U”.
- 2 tarjetas de “retrocede”.

Esta actividad se realiza de manera individual para lo que se dejan 15 minutos para que cada alumno, pudiendo levantarse y realizar la secuencia físicamente rellene la ficha con las tarjetas.

Después, ponemos en práctica las secuencias de varios alumnos que han obtenido

resultados diferentes para ver si han llegado o no y además, para que los alumnos se den cuenta de que a través de distintos recorridos se puede llegar al mismo sitio.

3.2.3. Sesión 3

Esta sesión comienza con la actividad 3: ¿Dónde me siento? (Figura 10). El objetivo de realizar esta actividad sin ninguna explicación es comprobar si los alumnos han adquirido la capacidad para orientarse en el plano del aula sin ningún tipo de indicación. Se realiza de manera individual ya que cada alumno debe señalar el sitio en el que está sentado y de manera previa a cualquier recordatorio o explicación para la familiarización con el material.

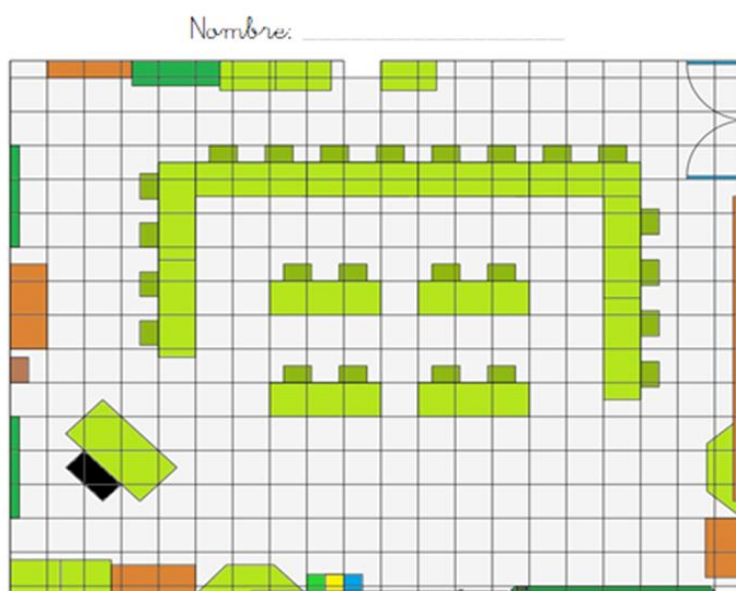


Figura 10. Actividad 3 presentada al alumnado. Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, se comienza una breve introducción para la actividad 4: ¿Qué recorrido hará 😊? (Figura 11). Para ella, se proyectan en la pizarra digital del aula las siete tarjetas con los diferentes movimientos y por turnos diferentes alumnos van explicando y reproduciendo qué movimientos se realizan con cada una de las tarjetas, para que todos los alumnos vean cómo se hace y les puedan ayudar si no lo tienen claro. En esta actividad, se propone de nuevo que el alumnado programe la secuencia de movimientos que deberá hacer el robot hasta llegar a la "X". La diferencia es que la secuencia correcta debe de realizarse en un mayor número de movimientos debido a que hay una mayor distancia entre ellos.

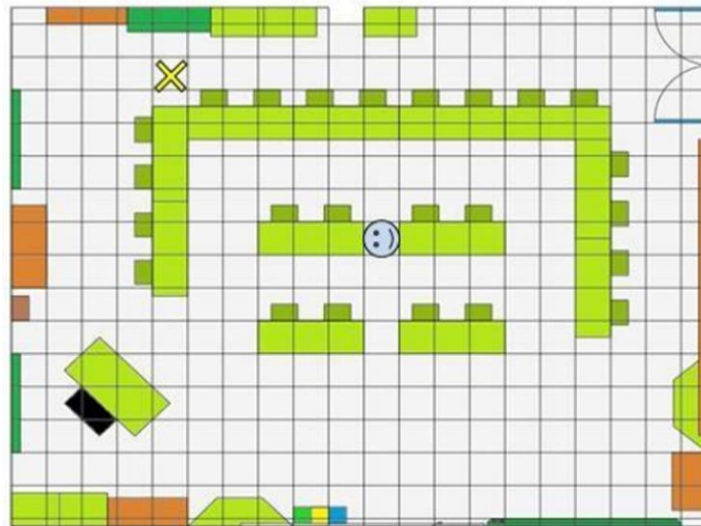


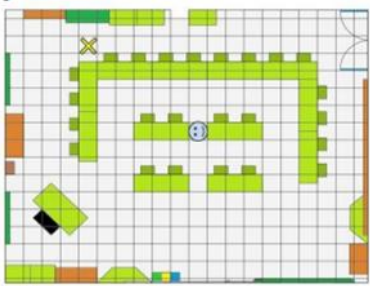
Figura 11. Actividad 4 presentada al alumnado. Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma, deberán completar la siguiente ficha (figura 12), con los movimientos que creen correctos para llegar hasta el objetivo.

Nombre _____

ACTIVIDAD 1

¿Qué recorrido hará 😊 hasta ✕?



1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15
16	17	18

Figura 12. Ficha de la actividad 4. Fuente: Elaboración propia.

Los materiales necesarios para realizar esta actividad para cada alumno son:

- 1 ficha de la actividad 4 y 5.

- 10 tarjetas de “avanza”.
- 3 tarjetas de “giro izquierda”.
- 3 tarjetas de “giro derecha”.
- 3 tarjetas de “avanzo 5”.
- 6 tarjetas de “avanzo 2”.
- 1 tarjeta de “giro en U”.
- 2 tarjetas de “retrocede”.

Estas tarjetas son un cálculo aproximado de las que el alumnado va a necesitar, teniendo en cuenta la secuencia mínima de tarjetas. Además, habrá una caja en la mesa de la profesora con todas las tarjetas por si se necesitaran más.

Para realizar esta actividad, se dejan 15 minutos.

Cuando van acabando de manera escalonada, se les va explicando la Actividad 5: ¿Dónde llegaré si...?, que se encuentra por la otra cara de la ficha (figura 13). La explicación consiste en que con una pintura amarilla deberán señalar la casilla a la que llegará el robot si ejecuta el recorrido señalado.



Figura 13. Ficha de la actividad 5. Fuente: Elaboración propia.

Los últimos cinco minutos de la sesión se ejecutan algunos ejemplos de la actividad 4, donde el alumnado podrá poner en práctica la programación que ha preparado y los demás alumnos verán si ha llegado al punto indicado o no, para poder ayudarles a mejorar la secuencia si es necesario y para que puedan ver el trabajo de sus compañeros.

3.2.4. Sesión 4

Como actividad final, en esta sesión se propone una actividad con tableros de mesa, dejando de lado los mapas del aula. En esta, los alumnos tendrán que crear secuencias con las tarjetas para que el robot consiga llegar a las monedas evitando las montañas de rocas. Deben colocar la siguiente ficha (figura 14) en la posición que se encuentra el robot dibujado en el tablero. Se comenzará con una explicación de los materiales y reglas que hay en el juego y el resto del tiempo los alumnos jugarán por parejas.

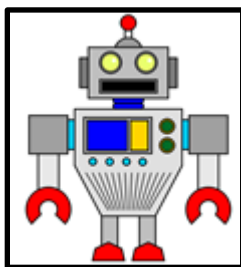


Figura 14. Ficha del juego de mesa. Fuente: Elaboración propia.

Para poner en práctica el juego, los alumnos se dispondrán por parejas y de forma colaborativa cada uno elegirá una tarjeta.

Una de las normas más importantes es que deben colocar las tarjetas en el orden de la secuencia de movimientos que tiene que hacer el robot. Después, deben numerarlas por detrás y colocarlas en un mazo para reproducir los movimientos. Esto puede generar un conflicto ya que en sus contactos anteriores con las tarjetas han tenido que pegarlas en orden directamente por lo que precisa de una explicación muy concisa. Es una de las reglas fundamentales ya que es la dinámica del juego de mesa que se pretende implementar (“*RoboRally*”) a través de las actividades anteriores. Además, deben saber que las montañas de rocas son consideradas como obstáculos, igualmente que las mesas y muebles en el plano del aula.

El objetivo del juego es conseguir llegar a la montaña de monedas en el menor número de movimientos posible, para lo que van a trabajar de manera colaborativa. Por

parejas, cada uno de los dos alumnos elegirá una tarjeta con un movimiento y a partir de ella, el segundo alumno deberá escoger la siguiente. Se repetirá sucesivamente hasta llegar a las monedas.

En primera instancia, en el tablero azul (figura 15) podrán ir moviendo el robot trazando el recorrido que vayan seleccionando a través de las tarjetas, con las que deben hacer un mazo.

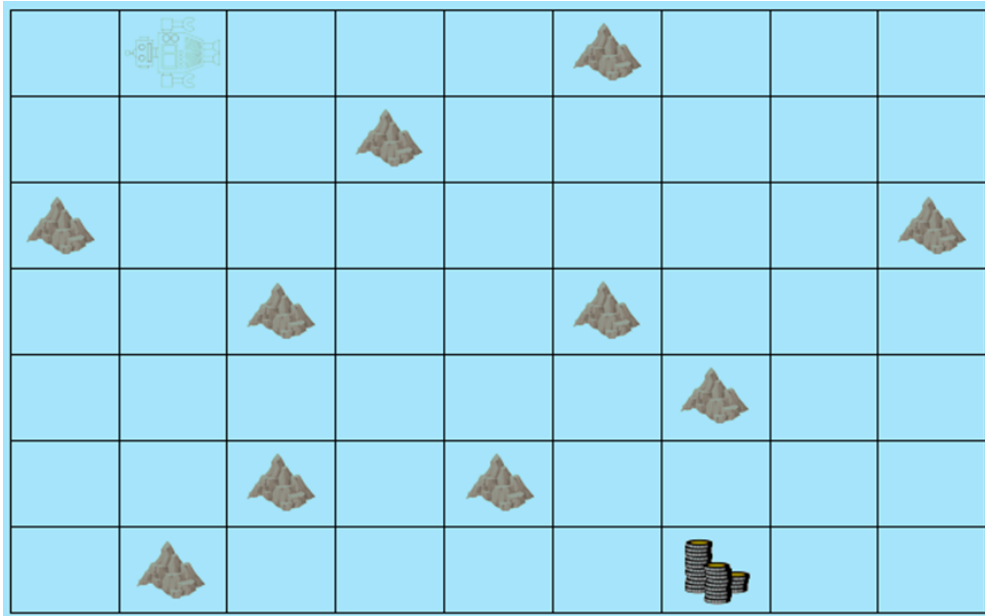


Figura 15. Tablero de juego 1. Fuente: Elaboración propia.

En este segundo tablero verde (figura 16), la diferencia se centra en que tienen que dejar la ficha del robot en la casilla de inicio e ir haciendo una secuencia de movimientos con las tarjetas, para después ejecutarla.

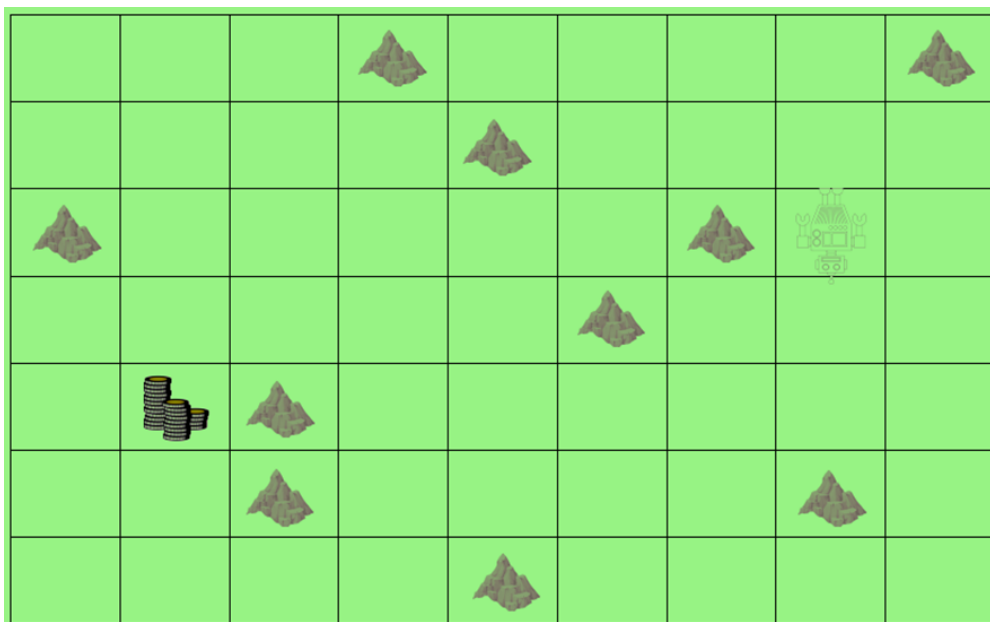


Figura 16. Tablero de juego 2. Fuente: Elaboración propia.

3.3. Análisis del juego

En este apartado, se analizan las seis actividades planteadas teniendo en cuenta su desarrollo durante la implementación de las mismas en el aula y los resultados obtenidos de los alumnos.

Para un correcto y simplificado análisis de los datos se propone la siguiente interpretación de las tarjetas de movimientos:

- Avanza 1: 1.
- Retrocede: R.
- Avanza 2: 2.
- Avanza 5: 5.
- Giro en U: U.
- Giro izquierda: I.
- Giro derecha: D.

La asociación de cada una de las tarjetas con un carácter permitirá la abreviación de las secuencias realizadas por el alumnado y facilitar su comprensión.

Actividad 1

La primera actividad consiste en interpretar y ejecutar un algoritmo. Ésta se divide en dos ejercicios teniendo en cuenta que se ofrecen dos consignas a llevar a cabo:

- Avanza 9.
- Avanza 4, giro izquierda y avanza 1.

Después de ejecutar cada una de las secuencias, se pide que señalen de color amarillo la baldosa a la que han llegado. De la misma forma, antes de empezar con el ejercicio, se les pedirá que marquen de rojo la baldosa de salida para que todos comiencen la secuencia desde el mismo punto. En tercer lugar, se les pide que coloreen de morado la corrección que se realizará por parejas, si concluyen que el resultado al que han llegado individualmente no es el correcto.

Por tanto, se va a desglosar en los dos siguientes apartados.

Actividad 1.1.

Esta primera actividad, cuyos resultados se resumen en la Tabla 1, la han hecho de forma correcta 18 de 20 alumnos (90%). El error en ambos alumnos ha sido la falta de comprensión de la explicación.

Un ejemplo de ello se puede ver en la producción de A5 (figura 17): muestra falta de comprensión en la realización de la actividad debido a que dibuja la secuencia que se pide (avanza 9) de manera correcta, pero en vez de señalar la casilla (baldosa) de llegada, señala el objeto más cercano.



Figura 17. Producción de la actividad 1.1. de A5. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, A2 ha dibujado las flechas ocupando más espacio que las casillas (figura 18), por tanto, ha cometido un error en el conteo de las posiciones que hay que desplazarse. Por ello, ha realizado menos flechas de las que se requerían (nueve) y ha realizado un giro cuando solo se indicaba “avanzar”.

En conclusión, con todos los fallos descritos se entiende que ha sido un error de comprensión.

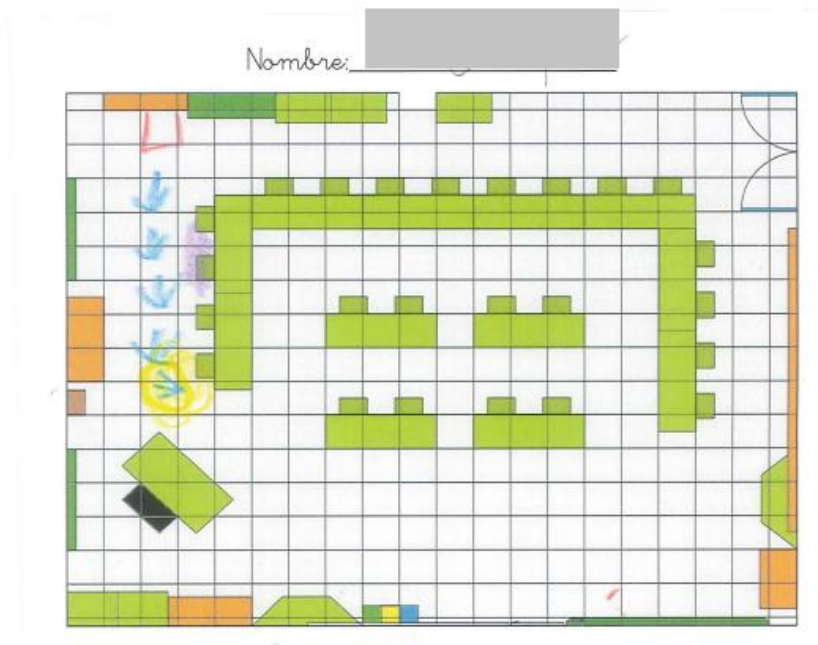


Figura 18. Producción de la actividad 1.1 de A2. Fuente: Elaboración propia.

El resto de alumnos ha sido capaz de realizar la actividad sin ningún reintento, señalando los movimientos requeridos con la simbología correspondiente y la casilla de llegada de manera correcta. Se expone un ejemplo en la figura 19, actividad realizada por A22.



Figura 19. Producción de la actividad 1.1 de A22. Fuente: Elaboración propia.

	N.º de alumnos
Correctas	18 (90%)
Error de comprensión	2
Error de conteo	1

Tabla 1. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 1.1. (N=20).

Actividad 1.2.

Esta segunda parte de la actividad 1, añade como dificultad un giro hacia la izquierda con respecto a la anterior.

Un solo alumno de 20 ha realizado la misma correctamente (5%). Se exponen los resultados observados en la tabla 2.

El error más habitual ha consistido en la confusión en el giro (15 de 20, 75%). Se puede ver un ejemplo de ello en la producción de A7 (figura 20). Debido a la disposición del plano del aula, el alumnado que presenta un error en el giro, ha señalado como correcta la baldosa situada a la izquierda la casilla sombreada de color amarillo, sin tener en cuenta la percepción espacial. Por ello, puede observarse que ha contado

una casilla hacia la izquierda en el plano sin considerar que si estuvieran físicamente en esa baldosa mirando hacia delante, girarían hacia el otro lado.



Figura 20. Producción de la actividad 1.2 de A7. Fuente: Elaboración propia.

El segundo error más concurrido por el alumnado ha sido en el conteo, que ha aparecido acompañado por errores en el giro en 7 de 9 ocasiones (77,8%).

Se puede ver un ejemplo de ambos errores en la figura 21, donde A12 realiza correctamente la primera secuencia de movimientos avanzando 4 veces hacia delante, pero después gira en sentido opuesto y avanza dos casillas en lugar de una. Este es el error que más se repite entre las producciones que presentan errores en el conteo.

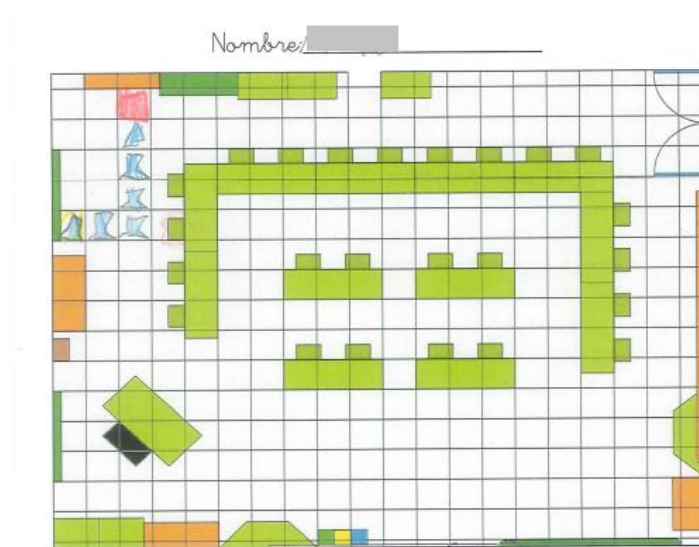


Figura 21. Producción de la actividad 1.2 de A12. Fuente: Elaboración propia.

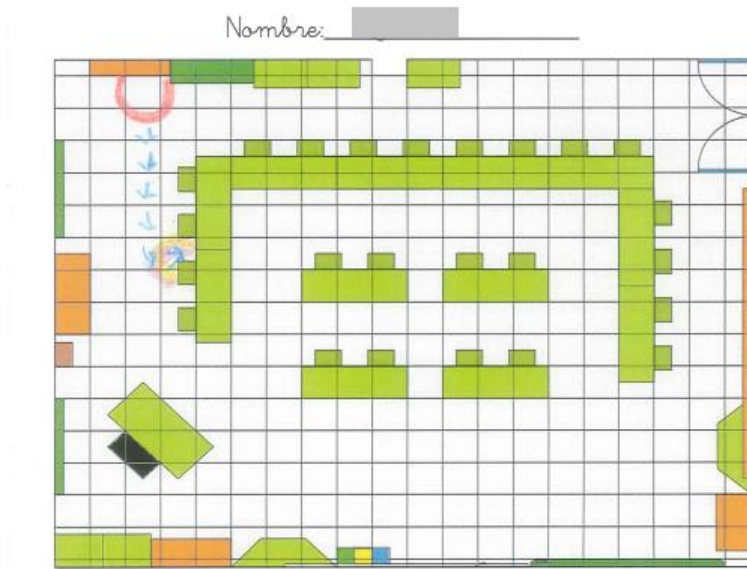


Figura 23. Producción de la actividad 1.2 de A18. Fuente: Elaboración propia.

Por último, cabe destacar la producción que ha realizado A13, reflejada en la figura 24. Ha sido la única persona que, después de un intento, ha conseguido dibujar la secuencia y señalar la casilla correcta de llegada.

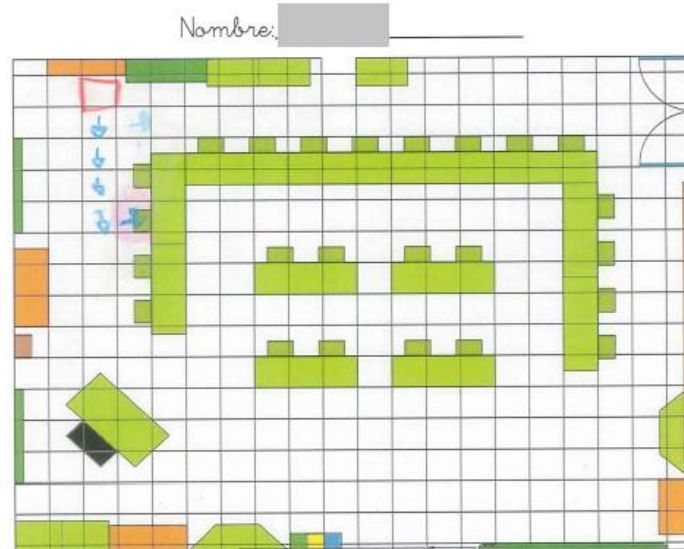


Figura 24. Producción de la actividad 1.2 de A13. Fuente: Elaboración propia.

	N.º de alumnos
Correctas	1 (5%)
Error en el giro	8
Error en el giro y en el	7

conteo	
Error de conteo	2
Error en el punto de comienzo	1
Error de tamaño de las flechas	1

Tabla 2. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 1.2. (N=20).

Actividad 2

La segunda actividad consiste en la programación de una secuencia de movimientos para que el robot se desplace desde un punto “X” hasta un punto “Y” determinados. En este caso, se presenta un plano con dos símbolos en él. El primero es un símbolo de una cara que caracteriza la posición que ocupa el robot y la segunda, es una cruz que señala la casilla correspondiente donde finalizará la secuencia. Se ha decidido señalar el punto de comienzo debido a que en la primera actividad, apareció un error en el mismo (habiéndose señalado en un mapa proyectado en la pizarra). Entre otros, el objetivo es comparar las secuencias y el grado de optimización de las mismas, para lo que es necesario que se realicen los mismos recorridos.

En esta actividad, entra como objeto de estudio el grado de optimización de la secuencia. Con el mismo, se quiere hacer referencia a la simplificación del número de tarjetas al máximo. El recorrido que se presenta en esta actividad, puede realizarse con un mínimo de cuatro tarjetas, por tanto, cada tarjeta que se utilice de más será un mayor grado de optimización. La secuencia, en este caso sería: 2I5I o 2I15.

Además, cabe destacar que en la ficha que se entrega a los alumnos aparecen 18 casillas dispuestas por orden numérico ascendente para que el alumnado ordene y pegue su secuencia de manera organizada.

Los resultados obtenidos en esta actividad se presentan resumidos en la tabla 3, donde se señalan los aciertos de los 19 alumnos que han realizado la actividad (10 de 19, 52,63%) y los tipos de errores que han cometido.

El error más habitual ha consistido en confusiones en el giro (6 de 19, 31,57%). Un ejemplo de ello lo podemos ver en la producción de A23 (figura 25). El alumno, ha

decidido comenzar la secuencia retrocediendo, para dar la vuelta por delante de las mesas y llegar al objetivo. El primer giro, es correcto porque se dirige hacia el lado del aula en el que está la cruz (izquierda desde la perspectiva del robot). Seguidamente, avanza las casillas correspondientes para colocarse en la misma columna en la que está la casilla de llegada, pero después gira hacia la izquierda, lo que le hace alejarse de su meta, dirigiéndose hacia la parte superior del plano del aula.

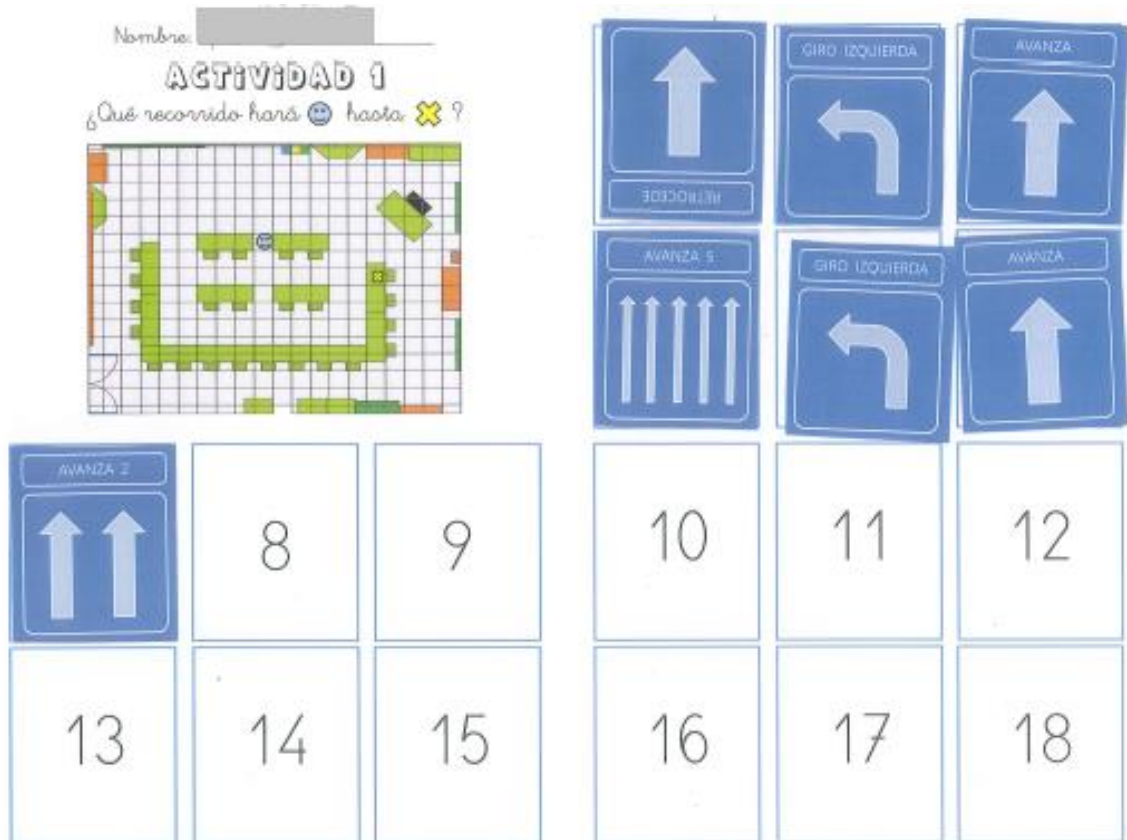


Figura 25. Producción de la actividad 2 de A23. Fuente: Elaboración propia.

De otra manera pero con el mismo error, A13 presenta una secuencia de movimientos sin ningún giro. En la figura 26, se puede observar que en vez de utilizar las tarjetas de giro, ha rotado sobre sí mismas las tarjetas que sirven para avanzar. En principio, si este factor no se tiene en cuenta, el alumno ha movido el robot caracterizado con el símbolo de una cara repetidas veces hacia delante hasta salirse del plano. Si en cambio, se ejecuta la secuencia de movimientos en el sentido que están colocadas las flechas en el papel, el alumno consigue el objetivo y llega a la meta.

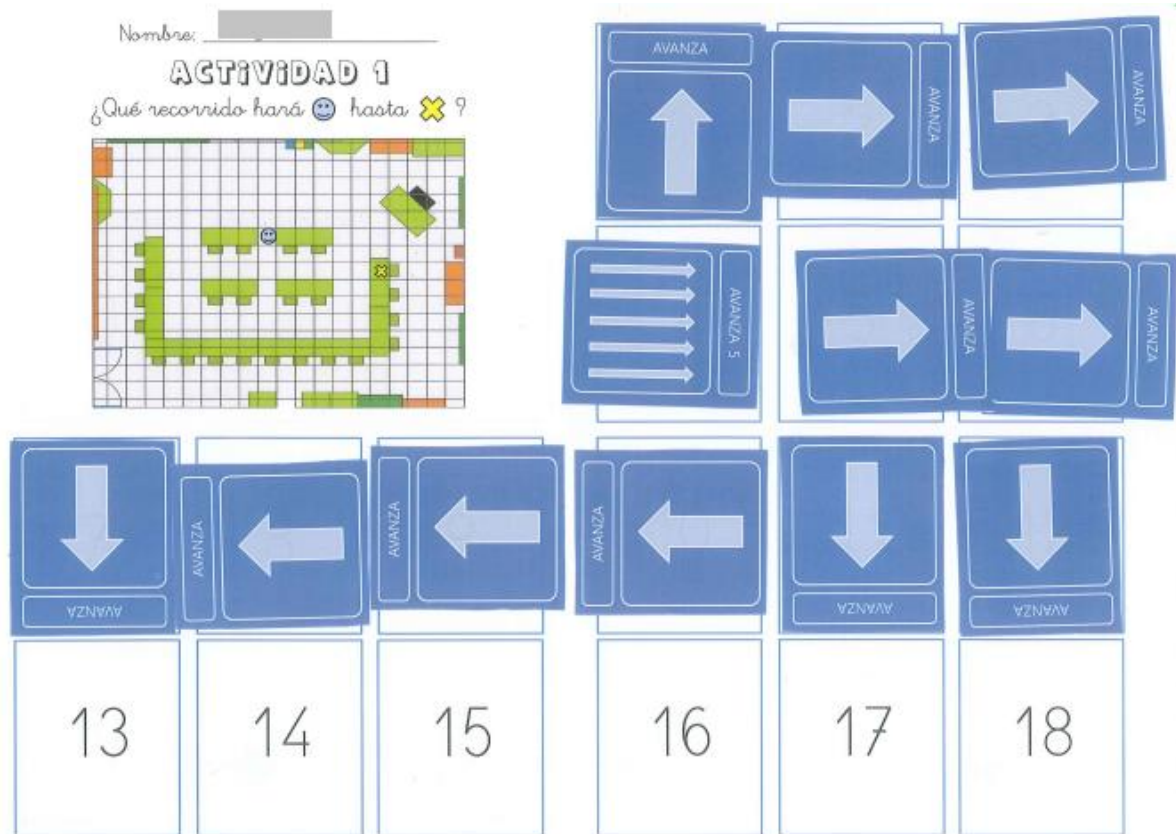


Figura 26. Producción de la actividad 1.2 de A13. Fuente: Elaboración propia.

Otro error que se ha repetido en 2 alumnos (10,52%), se ha basado en la mala comprensión de la disposición de la ficha. Como puede verse en la figura 27, este error ha llevado a A1 a presentar las tarjetas en la posición y el sentido en el que se desplazaría el robot, en vez de seguir el orden que se indicaba para poner las flechas (números del 1 al 18). En cambio, si la secuencia se interpreta en primer lugar de manera vertical hacia abajo y en la tarjeta central se ejecuta esa secuencia hacia la derecha, el robot llega al objetivo. Además, cabe destacar que el grado de optimización de esta secuencia es 1, siendo la única alumna que con una tarjeta más de las necesarias, tratando de utilizar el mínimo número de tarjetas posibles, ha conseguido llegar a la meta (si no se tiene en cuenta el error en la comprensión de la disposición de la ficha). Para optimizar esta secuencia al máximo (*11151*), A13 debería haber empezado con “avanza 2” en lugar de “avanza” y “avanza”, es decir *2151*.

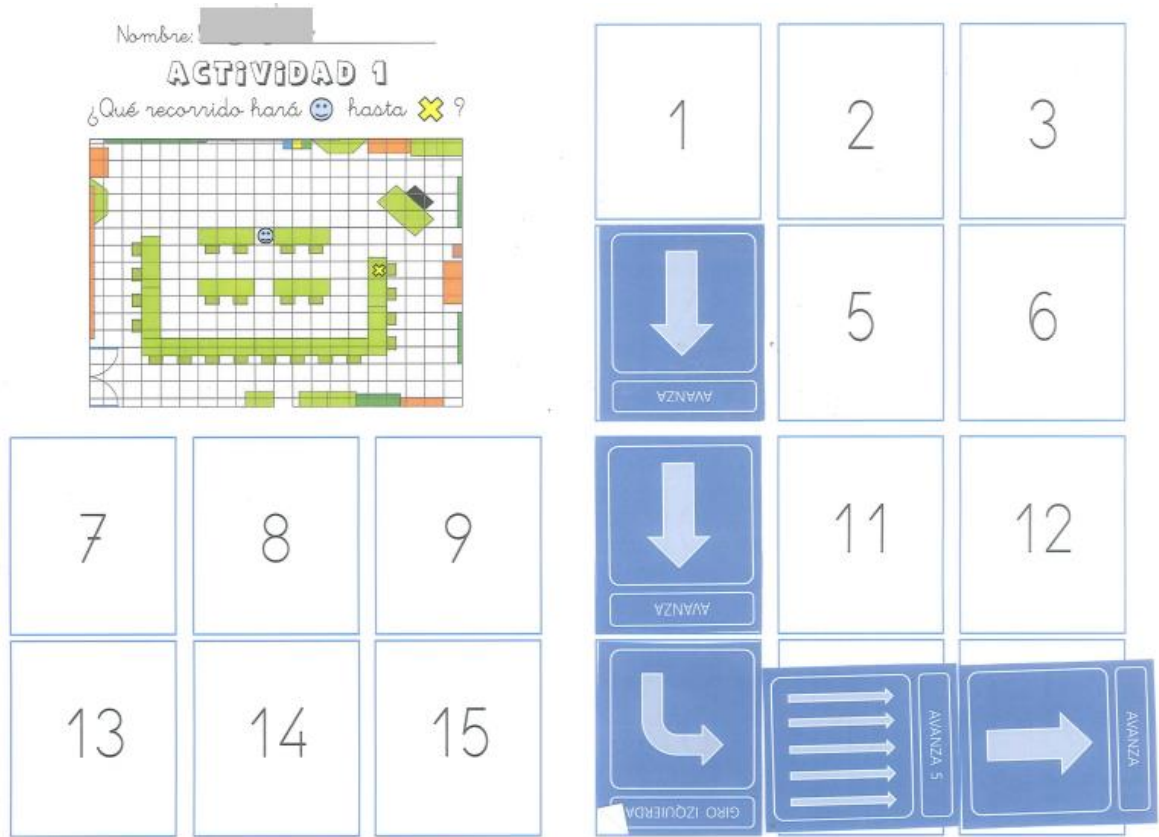


Figura 27. Producción de la actividad 2 de A1. Fuente: Elaboración propia.

Además, se ha repetido dos veces un error en el conteo (10,52%). A21, ha retrocedido y girado hacia la izquierda tratando correctamente de dirigirse hacia el objetivo pero, avanzando 7 veces (“avanza 5” + “avanza 2”), se ha pasado un puesto para colocarse verticalmente a la altura del objetivo por lo que, al girar y dirigirse hacia el mismo avanzando 3 posiciones, se ha quedado a una baldosa de distancia, en la columna derecha más cercana (figura 28).

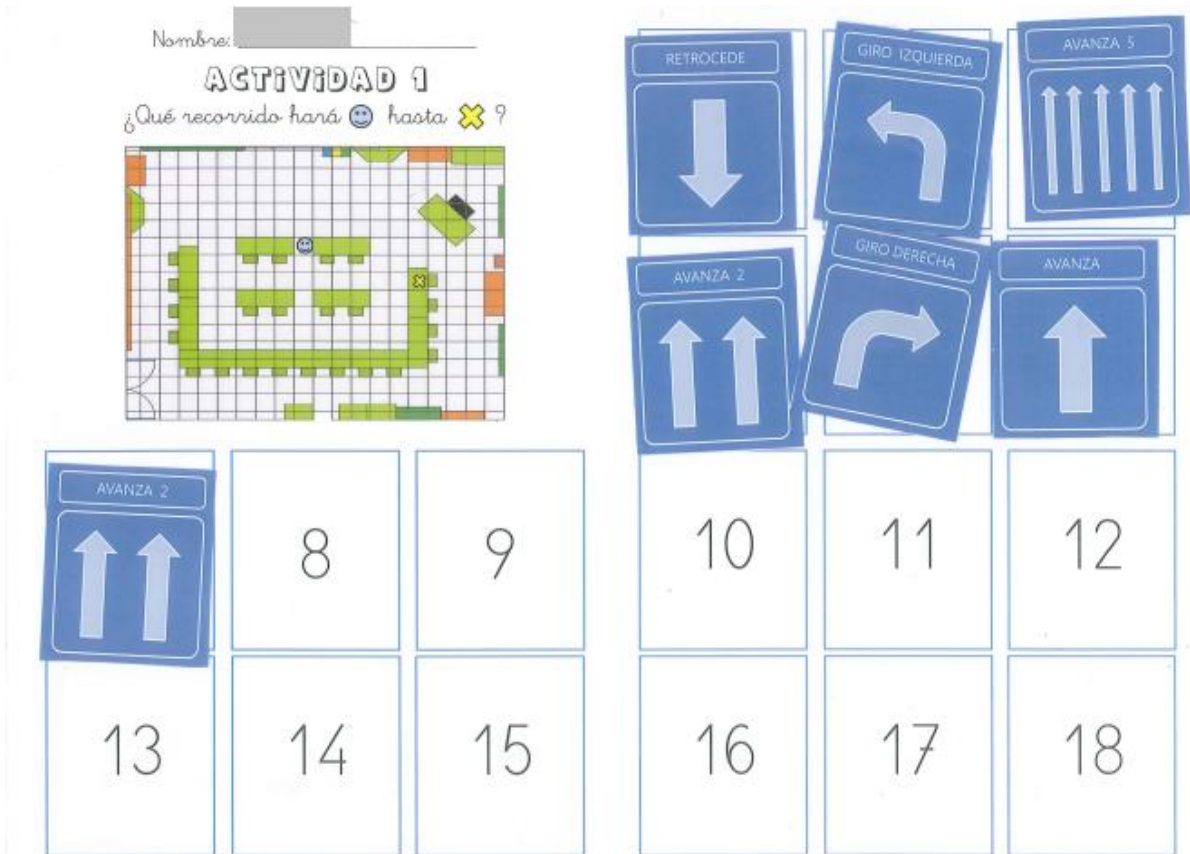


Figura 28. Producción de la actividad 2 de A21. Fuente: Elaboración propia.

Otro error significativo que se ha dado se basa en atravesar los obstáculos. A11, ha realizado una secuencia que se puede clasificar con un grado de optimización bastante alto: 8 (figura 29). En la secuencia de movimientos que propone, realiza dos giros innecesarios que le llevan a pasar por encima de los obstáculos. Aun pasando por ellos, si se ejecuta la secuencia que propone, el robot llegaría al objetivo.

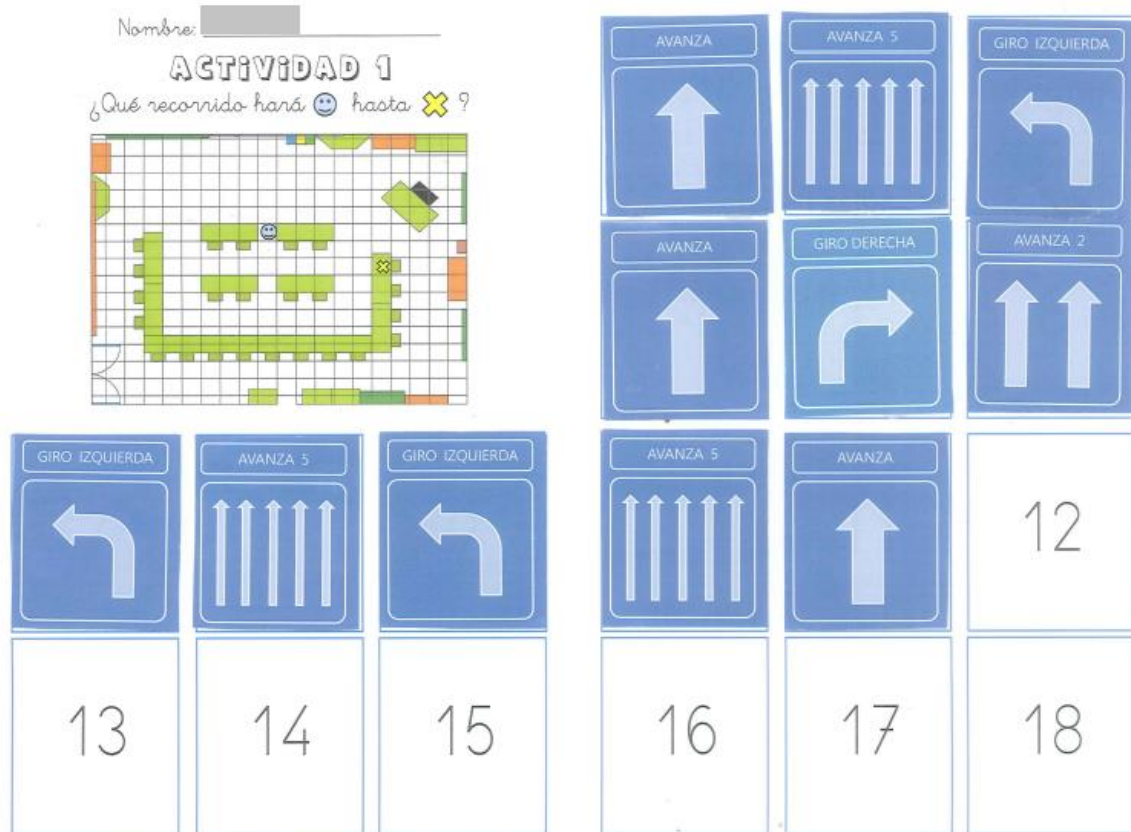


Figura 29. Producción de la actividad 2 de A11. Fuente: Elaboración propia.

Como último error se presenta la producción de A8. Su error se basa, según puede verse en la figura 30, en la falta de comprensión de las tarjetas. Puede deberse también a que no se ha fijado en que aunque el dibujo que aparece en la tarjeta de “avanza” y “retrocede” es el mismo, el movimiento que producen sobre el robot no lo es. Puede verse que ejecutando la secuencia de movimientos que propone, si se tiene en cuenta que interpreta la tarjeta de “retrocede” como un “avanza”, el símbolo azul quedaría situado a una casilla del objetivo, aunque pasaría por encima de obstáculos. En cambio, la realidad de la secuencia que propone, dista de esta interpretación, quedando a tres baldosas de la meta. Por otro lado, cabe destacar que el grado de optimización de la secuencia que plantea A8, es el mayor que se presenta en esta actividad entre todo el alumnado, con 11 tarjetas.

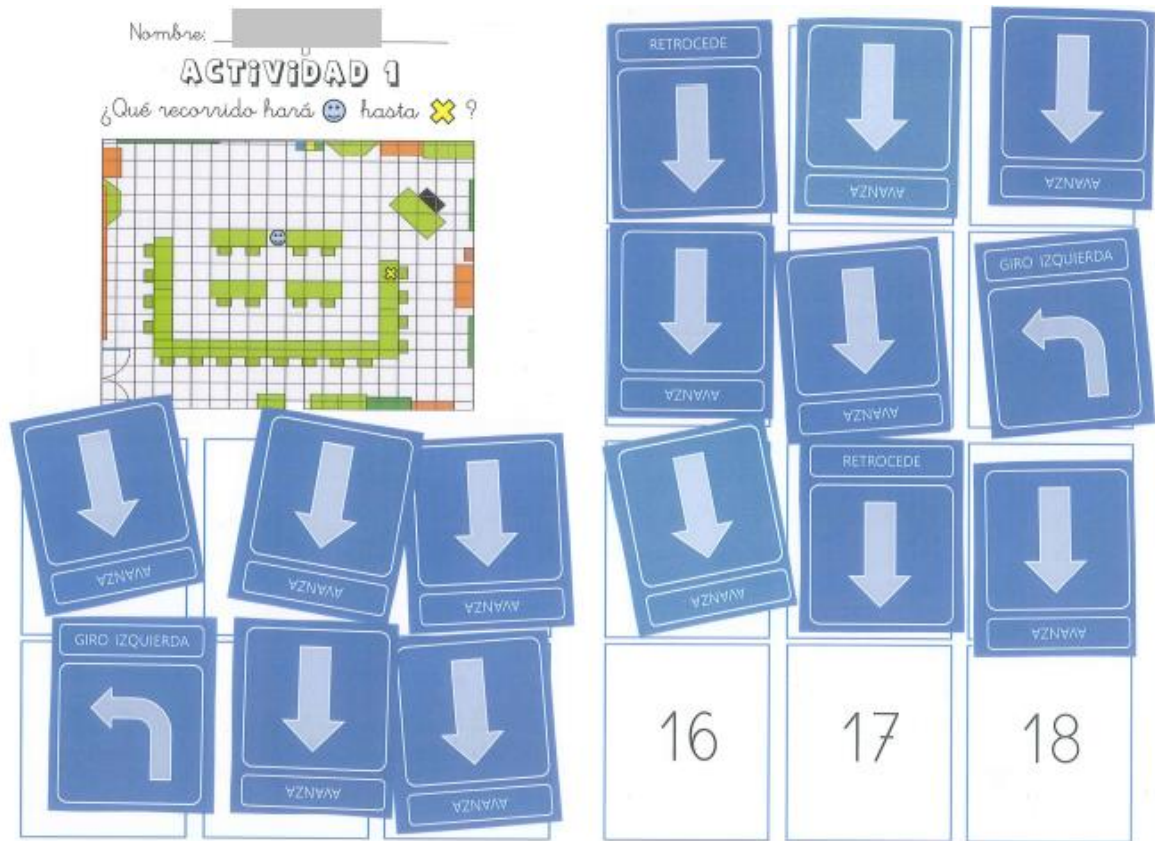


Figura 30. Producción de la actividad 2 de A8. Fuente: Elaboración propia.

Por último, cabe destacar la producción de A19 (figura 31), que se encuentra entre los tres alumnos que han conseguido realizar la secuencia de manera correcta y con el menor grado de optimización; 0, utilizando 4 tarjetas (2151).

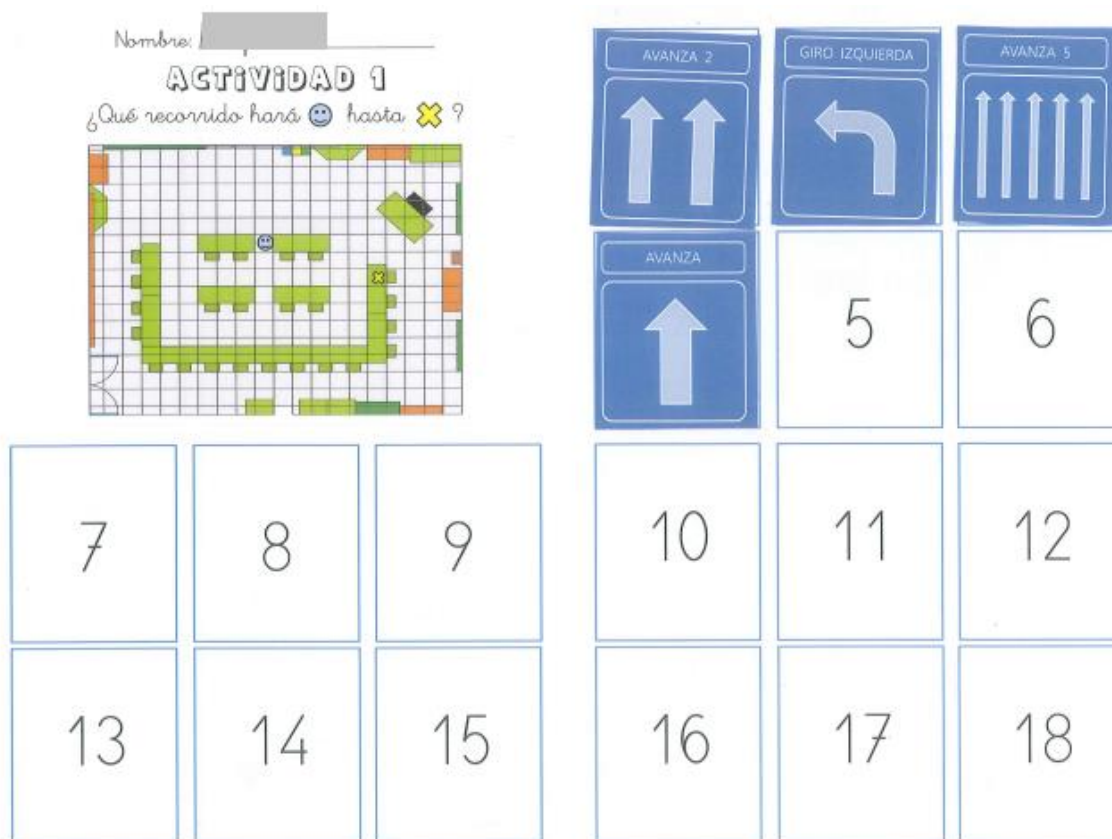


Figura 31. Producción de la actividad 2 de A19. Fuente: Elaboración propia.

	N.º de alumnos
Correctas	10 (52,63%)
Error en el giro	6
Error de conteo	2
No sigue el orden establecido	2
Error de comprensión	1
Atraviesa obstáculos	1

Tabla 3. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 2 (N=19).

Actividad 3

Esta actividad, tiene como objetivo comprobar la orientación espacial del alumnado. En primer lugar, se busca conocer en qué medida comprenden el plano del aula y saben ubicarse en él y en segundo lugar, el sentido espacial para ubicarse en el aula. Para ello, se les pide que señalen con una cruz el sitio en el que se encuentra su pupitre.

En la siguiente figura, queda reflejada la solución que debería marcar cada alumno en función de cuál es su sitio, por tanto, cada resultado debe señalar un lugar diferente.

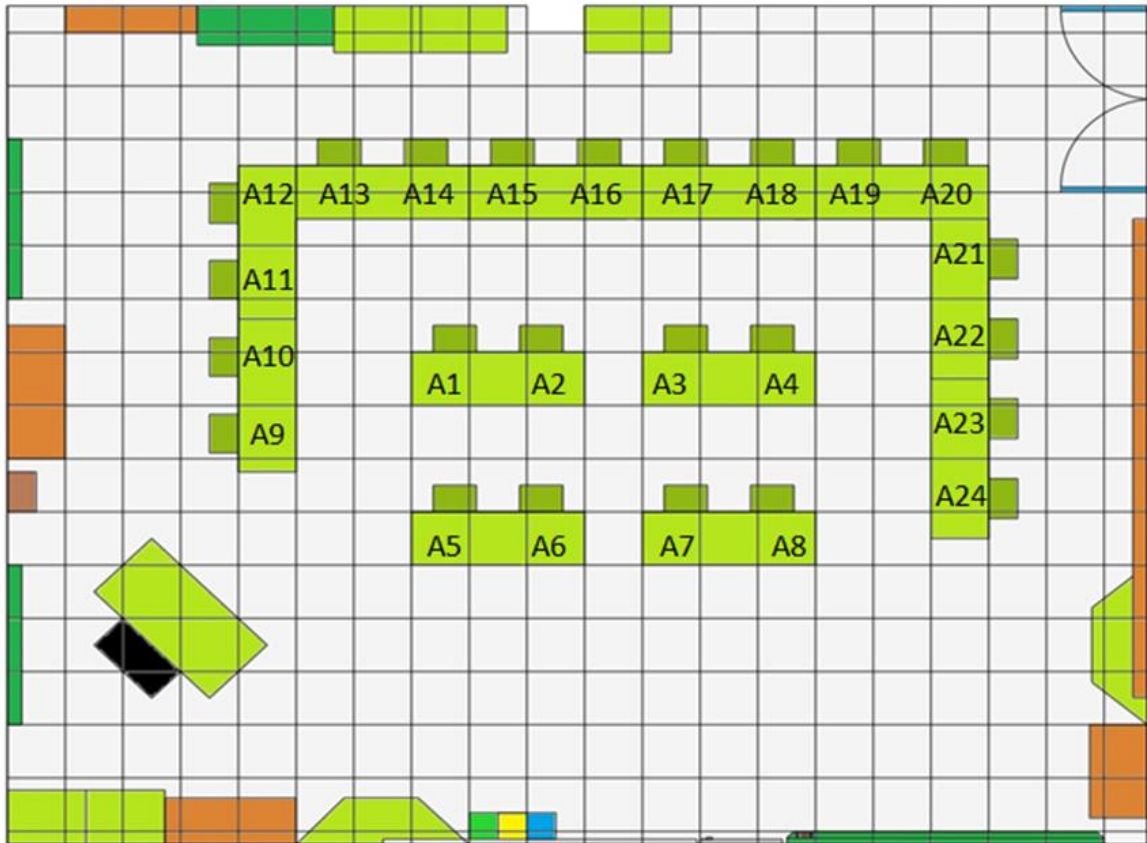


Figura 32. Disposición del alumnado en el aula. Fuente: Elaboración propia.

El único error que ha aparecido en esta actividad, como puede verse en la figura 33, ha sido que A6, tras dos intentos de realizar la actividad, ha borrado las soluciones que había pensado y ha dejado la fotocopia en blanco debido a que se había enfadado. Como ha podido verse en las dos actividades anteriores, ha comprendido las actividades y las ha realizado de manera correcta (exceptuando el ejercicio 1.2).

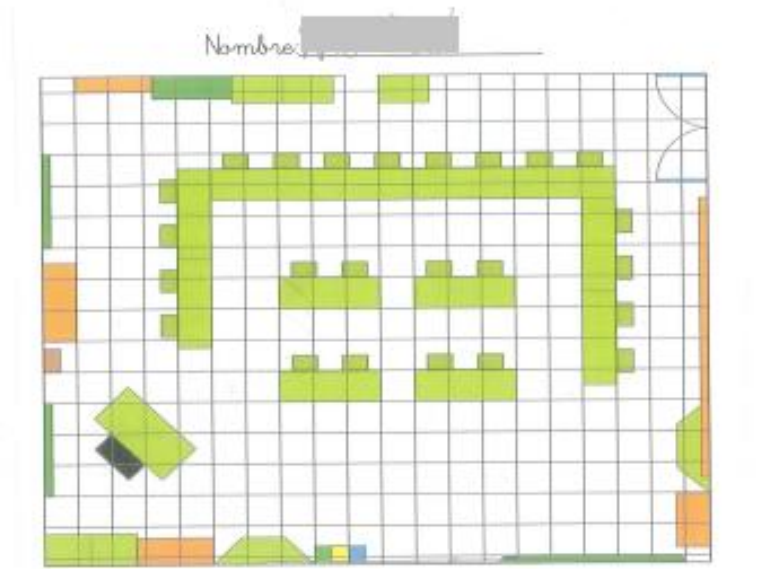


Figura 33. Producción de la actividad 3 de A6. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se añaden dos producciones, de A1 (figura 34) y A19 (figura 35), quienes han realizado, junto al resto del alumnado, el ejercicio de manera correcta señalando el sitio en el que están sentados en la clase.



Figura 34. Producción de la actividad 3 de A1. Fuente: Elaboración propia.

En este segundo ejemplo, se puede ver que A19 ha necesitado dar la vuelta a la ficha 180° para ver el plano desde la perspectiva en la que él observa el aula desde su sitio.

Por tanto, se puede deducir que no es capaz de tomar cualquier punto de referencia sino que necesita serlo él mismo para orientarse. Entonces, para el alumno ha sido mucho más fácil encontrar dónde se encuentra sentado.

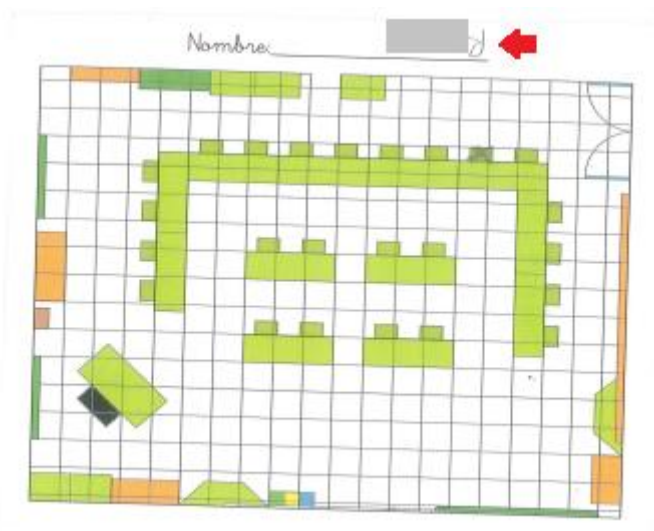


Figura 35. Producción de la actividad 3 de A19. Fuente: Elaboración propia.

	N.º de alumnos
Correctas	19 (95%)
Enfado	1

Tabla 4. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 3 (N=20).

Actividad 4

La actividad 4 consiste, de la misma forma que en la actividad 2, en la programación de una secuencia de movimientos para que el robot se desplace desde un punto “X” hasta un punto “Y” determinados, por la misma simbología que la actividad 2. Por tanto, se presenta de nuevo un plano con las mismas características que la actividad anterior, pero en este caso la longitud mínima de la secuencia de tarjetas es de 10 tarjetas y viene representada por las siguientes secuencias: *I2D52D52D1*, *I2D25D52D1*, *I2D52D25D1* o *I2D25D25D1*. Todas ellas tienen el mismo formato y siguen el mismo recorrido pero varían en el orden en el que aparecen las tarjetas “avanza 2” y “avanza 5”.

Los resultados y los tipos de error que se han obtenido en esta actividad se presentan resumidos en la tabla 5, donde se señalan los aciertos de los 17 alumnos que han realizado la actividad (8 de 17, 47,05%).

El error más habitual ha consistido en confusiones en el giro (4 de 17, 23,53%). Un ejemplo de ello lo podemos ver en la producción de A4 (figura 36). El alumno, solamente ha utilizado tarjetas de “giro izquierda” en su secuencia de tarjetas, pero tiene grado de optimización 0, debido a que realiza el conteo de manera correcta. La secuencia de tarjetas que ha realizado es “I2I52D25II”.

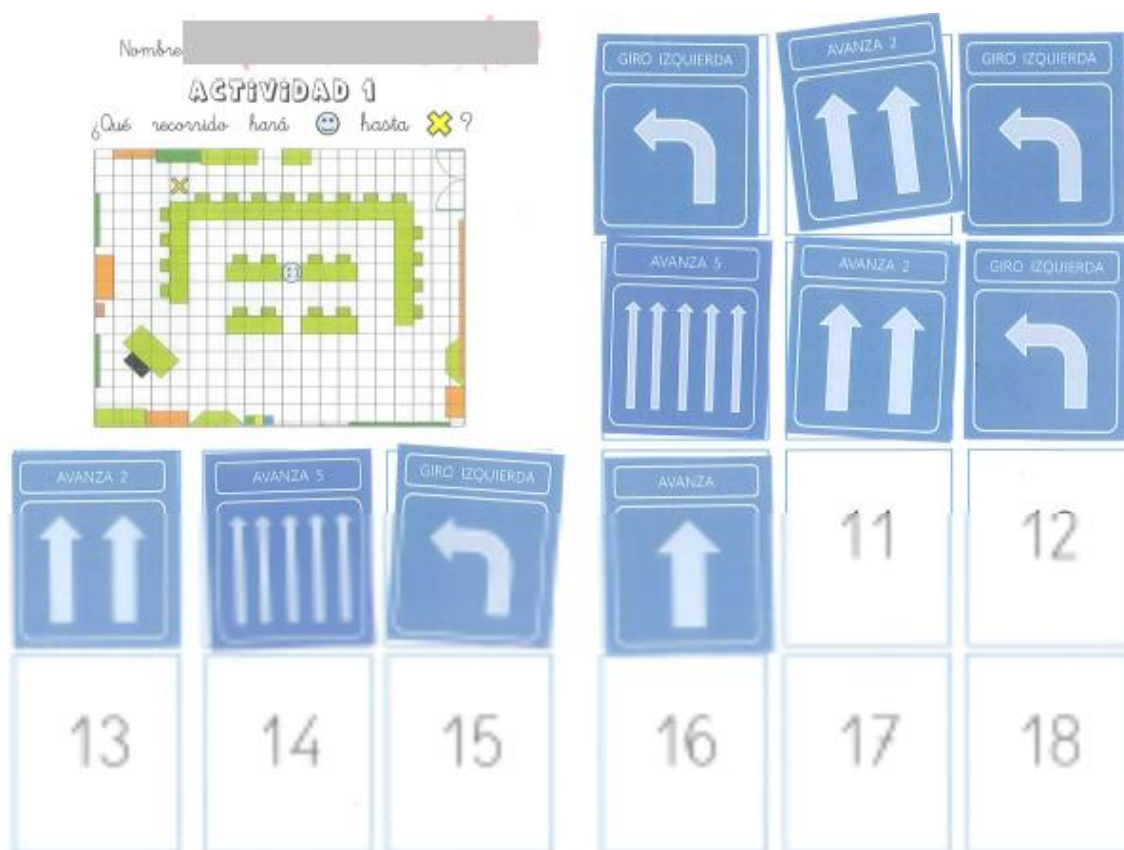


Figura 36. Producción de la actividad 4 de A4. Fuente: Elaboración propia.

En segundo lugar, ha habido dos alumnos (11,76%) que por falta de tiempo para terminar la actividad, realizaron la secuencia de tarjetas ordenada pero no les dio tiempo a pegarlas en la ficha, por tanto, como puede verse en la producción de A5 presentada en la figura 37, la secuencia de ambos alumnos quedó a mitad.

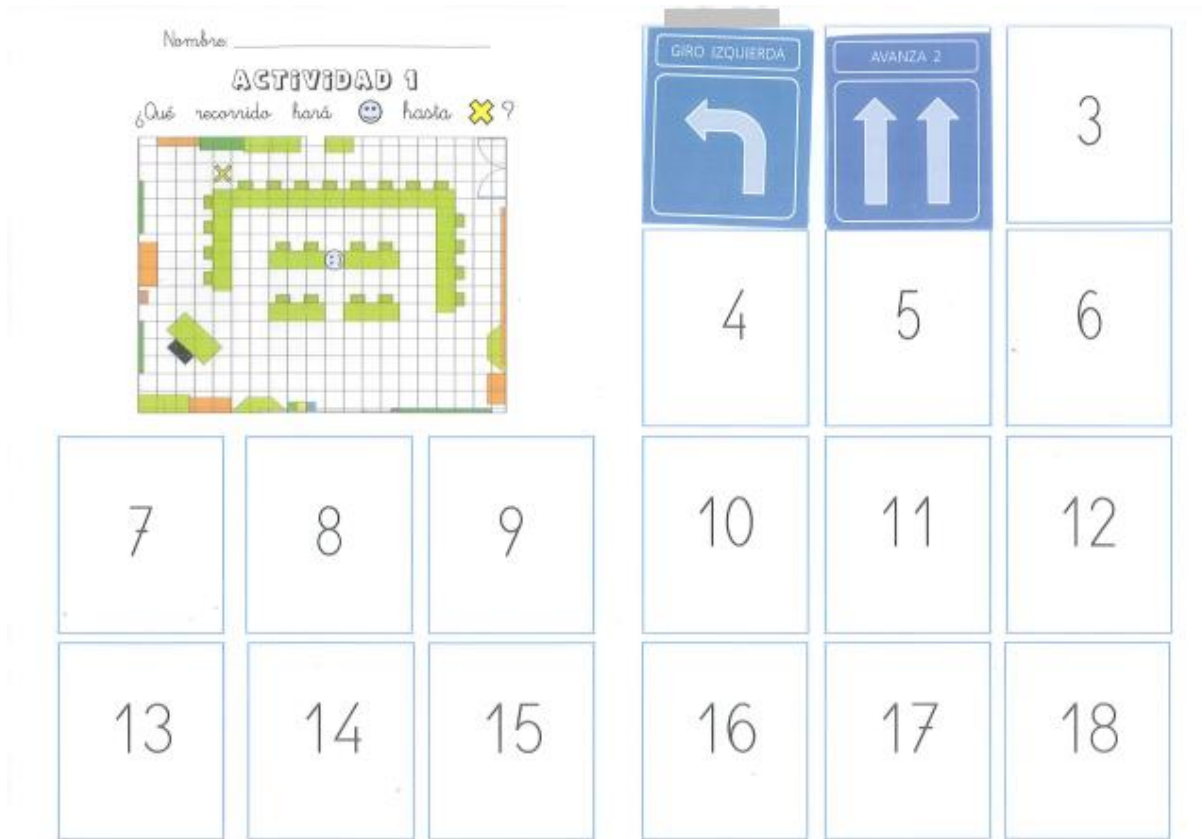


Figura 37. Producción de la actividad 4 de A5. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, tres de los alumnos (17,65%) han llegado al objetivo pero atravesando las mesas del aula. Desde un principio de la propuesta se había comentado que no era posible atravesar los obstáculos del aula con el robot, para adoptar algunas de las normas que se establecen en el juego, por tanto, aunque lleguen a la meta la secuencia es errónea. Las tres secuencias son las siguientes: “D5I15”, “D5I51” y “D5I222”. El primero de estos ejemplos puede verse realizado en la figura 38, realizado por A12. Todas ellas, realizan el mismo recorrido aunque con diferentes tarjetas. Además, A12 ha cometido un error en el conteo que ha realizado en el dibujo sobre el plano del aula, pero en cambio, la secuencia de tarjetas que ha realizado es correcta.

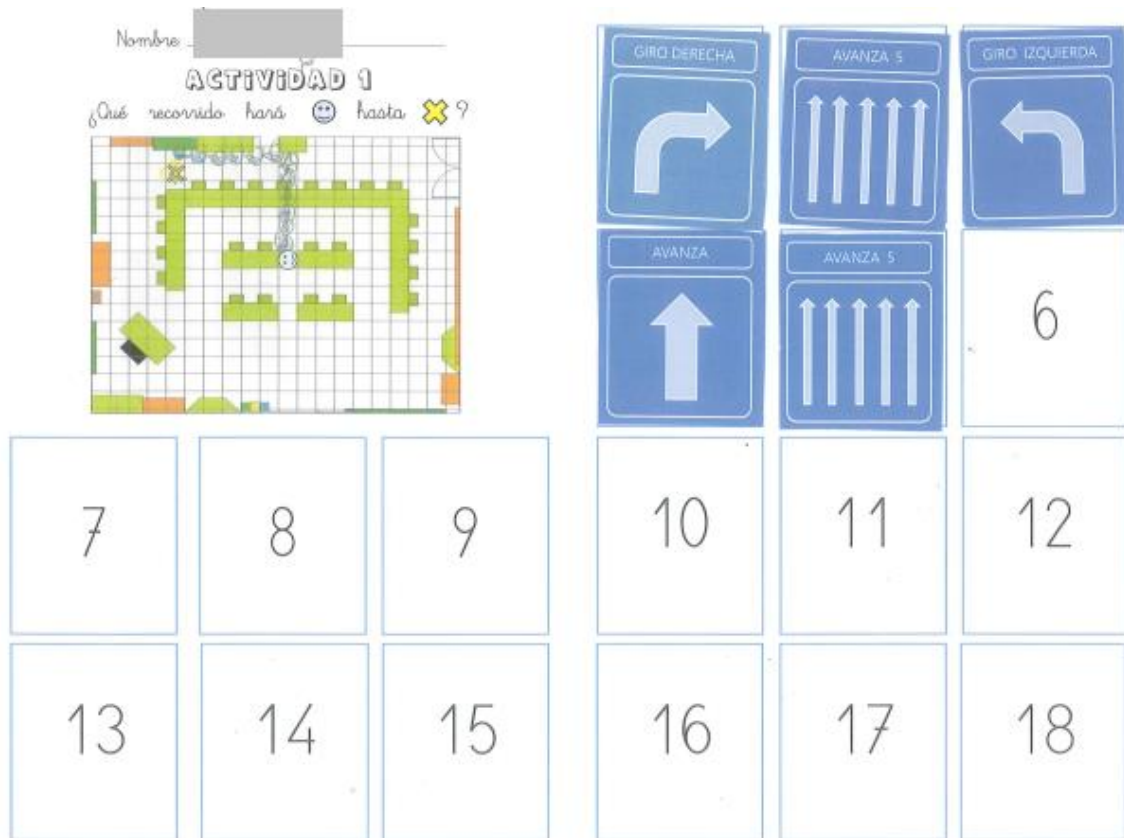


Figura 38. Producción de la actividad 4 de A12. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se muestra la secuencia del único alumno que ha sido capaz de llegar al objetivo y usar el mínimo de tarjetas posible, obteniendo un grado de optimización igual a cero. La secuencia que ha realizado es: “I2D52D52DI”, como puede verse en la figura 39.

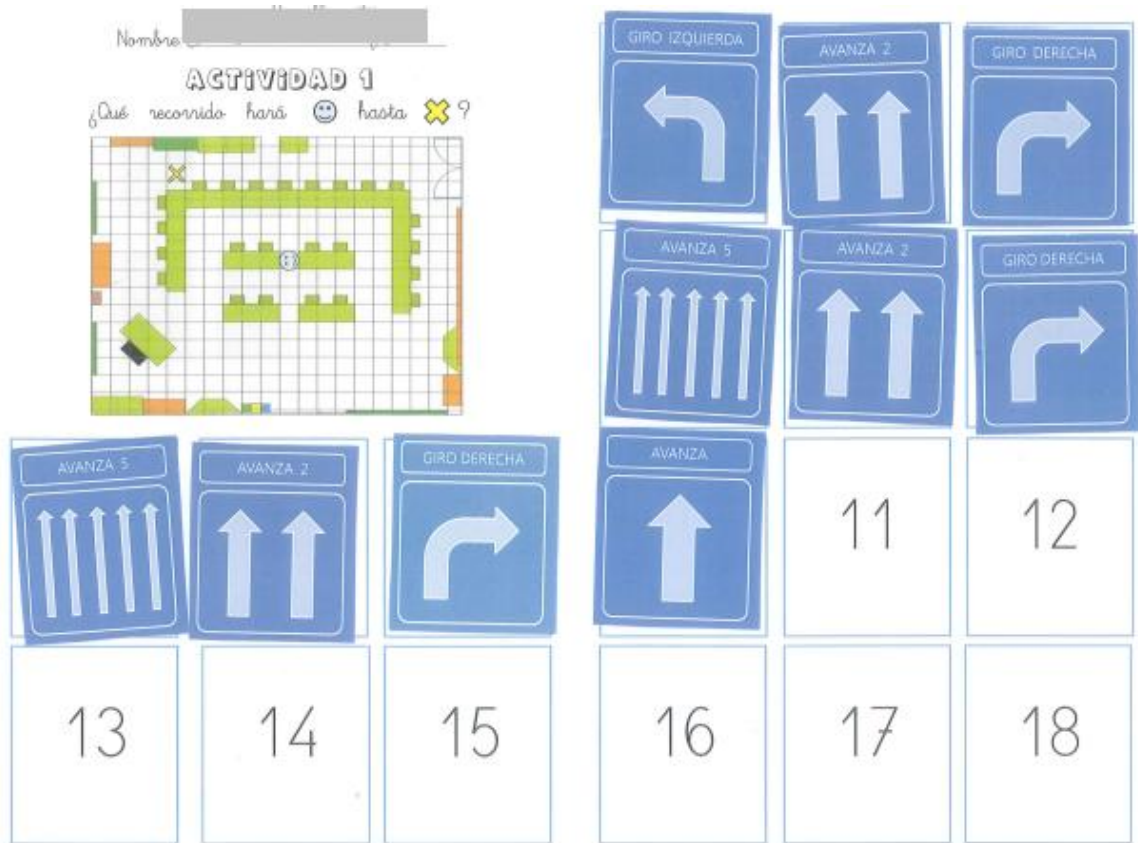


Figura 39. Producción de la actividad 4 de A14. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se expone en la figura 40 el ejemplo de la producción de una alumna que ha conseguido de la misma manera llegar al objetivo que se proponía en la ficha. En cambio, A17, ha optado por rodear las dos mesas que se sitúan delante del símbolo, por detrás. Esta decisión hace que el grado de optimización de la secuencia sea 5, debido a que ha necesitado más tarjetas para hacer el recorrido.

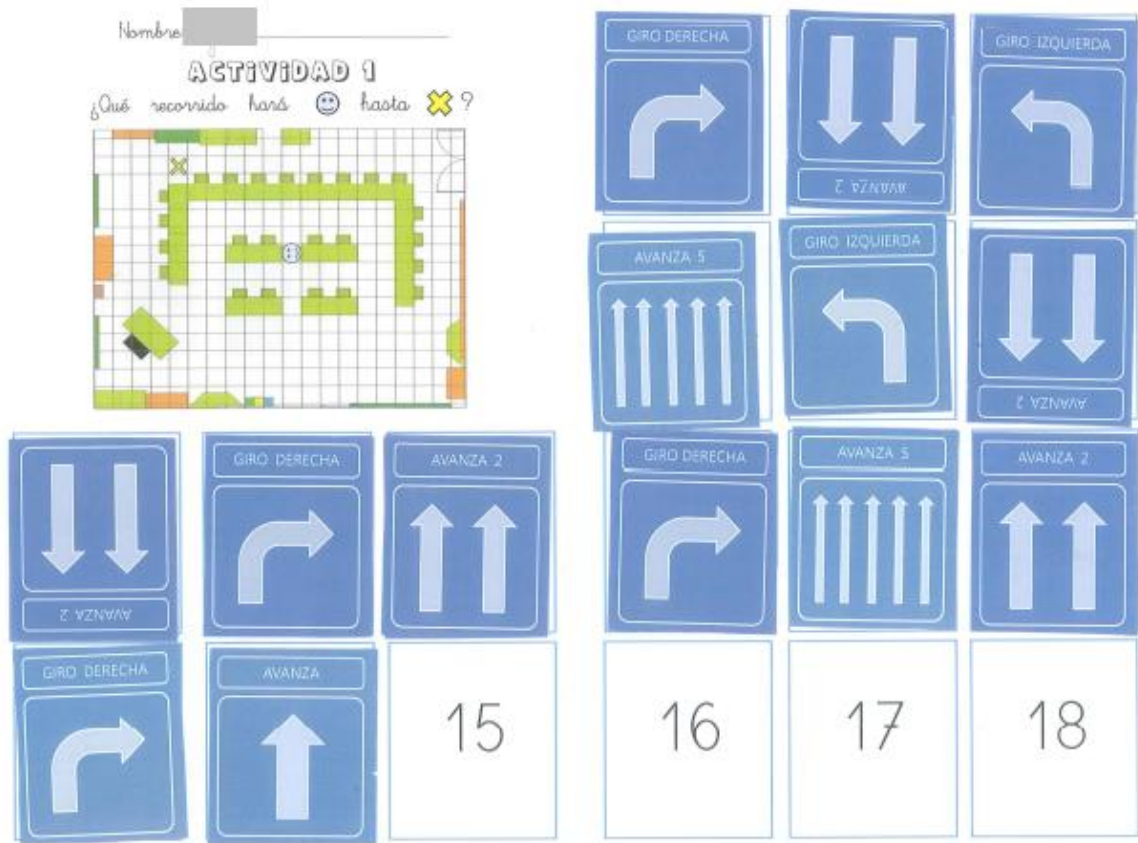


Figura 40. Producción de la actividad 4 de A17. Fuente: Elaboración propia.

	N.º de alumnos
Correctas	8 (47,06%)
Error en el giro	4
No pegó todas las tarjetas	2
Atraviesa obstáculos	3

Tabla 5. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 4 (N=17).

Actividad 5

La siguiente actividad consiste en la ejecución de cuatro algoritmos diferentes. Se propone con el objetivo de continuar con los aprendizajes que se plantean en la actividad 1, pero teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos y desarrollados en las actividades intermedias.

Entra en juego en esta actividad, la distancia mínima de casillas a la que se queda el robot tras la ejecución de la secuencia que realiza el alumnado. Se tiene en cuenta que el conteo de las casillas nunca se hará en diagonal debido a que se ha estipulado que los robots no pueden realizar ese movimiento. Esta nueva variable de estudio, tendrá en cuenta el número de casillas que hay entre la casilla seleccionada por el alumnado como correcta y la casilla que realmente es el resultado final. Por tanto, si un alumno tiene bien la secuencia, tendrá una distancia mínima de 0.

Para ello, se plantea una ficha con cuatro secuencias de movimientos y cuatro planos del aula para señalar, después de la ejecución del algoritmo, la casilla correcta donde llegaría el robot.

La muestra de alumnos en esta actividad es 18, pero en la actividad 5.1, N=17 y en el resto, N=16, debido a falta de tiempo para realizar las actividades ya que en la misma sesión, se realizaron las actividades 3, 4 y 5. Esta última, se iba realizando de manera escalonada mientras cada uno de los alumnos finalizaba la actividad 4.

Los cuatro ejercicios que se plantean van en orden ascendente de dificultad, añadiendo progresivamente las tarjetas que resultan más difíciles de interpretar además de una mayor cantidad de tarjetas cuando van avanzando los ejercicios.

Los algoritmos planteados son, en orden de aparición en la ficha y posteriormente en disposición de análisis, los siguientes:

- Actividad 5.1: *IIIII*.
- Actividad 5.2: *II5DI*.
- Actividad 5.3: *22D5I2ID*.
- Actividad 5.4: *5I5IU2II*.

Con todo ello, se expone a continuación el análisis de los cuatro ejercicios en función de los aciertos y los errores que aparecen.

Actividad 5.1

Este primer ejercicio, cuyos resultados se resumen en la tabla 6, la han hecho de forma correcta 12 de 17 alumnos (70,6%). El error en cuatro de los alumnos ha sido una mala interpretación del giro.

Un ejemplo de ello se puede ver en la producción de A24 (figura 41): ha cometido un error en el giro porque no lo ha realizado y ha retrocedido en la misma dirección que estaba avanzando. La distancia mínima entre el resultado seleccionado y el que se buscaba es de 2 casillas.

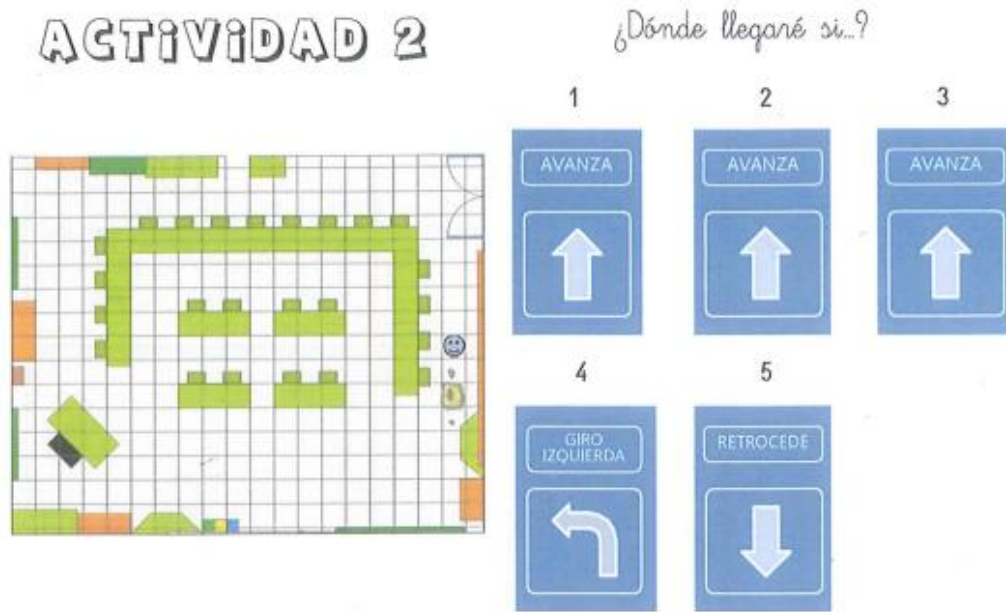


Figura 41. Producción de la actividad 5.1 de A24. Fuente: Elaboración propia.

El otro error que se ha encontrado reside en la interpretación de la secuencia y es que, el alumno ejecuta las tarjetas que se presentan en orden invertido (figura 42), es decir, en lugar de ejecutar la secuencia propuesta (numerada del 1 al 5 encima de los dibujos), la pone en práctica al revés: “retrocede”, giro izquierda”, “avanza”, “avanza” y “avanza”. Además, comete un error en el giro porque con esta interpretación de las tarjetas y la disposición del símbolo del robot, la izquierda queda en el otro lado.

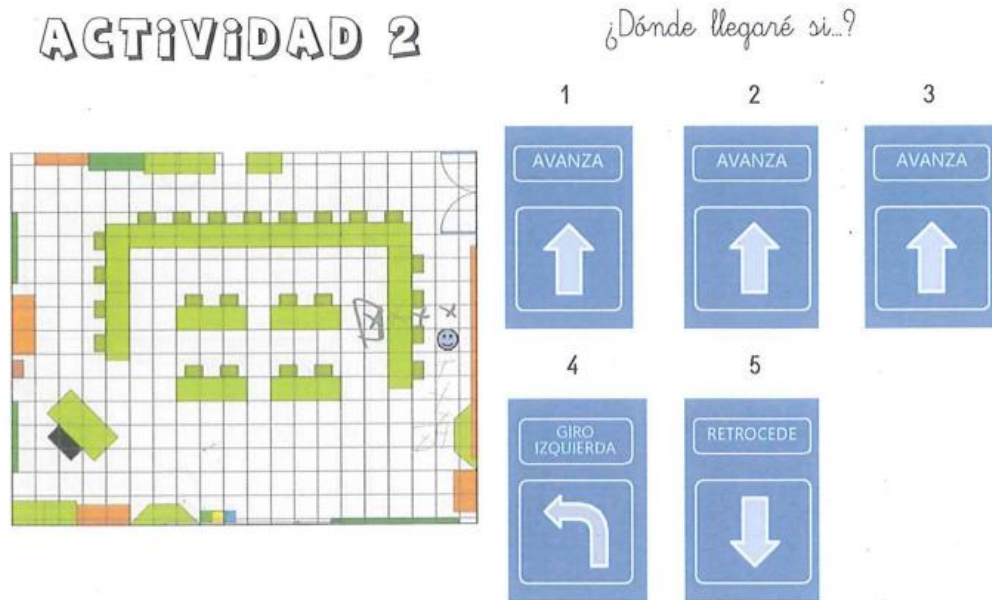


Figura 42. Producción de la actividad 5.1 de A16. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se presenta la producción de A21, quien ha resuelto la actividad de manera correcta (figura 43).

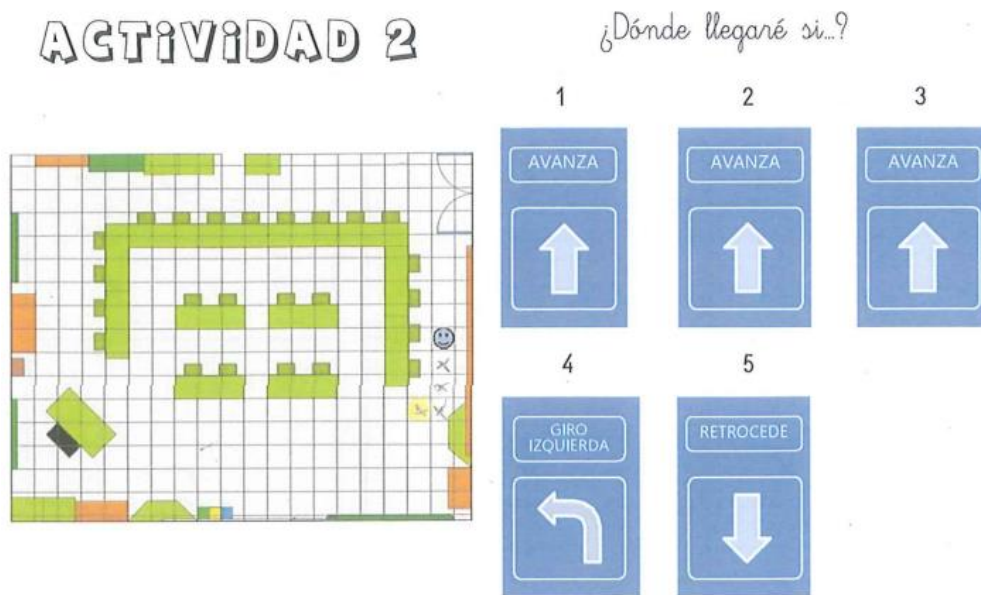


Figura 43. Producción de la actividad 5.1 de A21. Fuente: Elaboración propia.

	N.º de alumnos
Correctas	12 (70,6%)
Error en el giro	4

Error en la interpretación
de la secuencia

Tabla 6. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 5.1 (N=17).

Actividad 5.2

En segundo lugar, se presenta este ejercicio con 5 tarjetas de movimientos de nuevo pero añadiendo un nuevo giro y “avanza 5”. Los resultados obtenidos se ven resumidos en la tabla 7 y la han hecho de forma correcta 10 de 16 alumnos (62,5%). Tres alumnos han cometido un error únicamente en el giro (18,75%). Un ejemplo puede verse en la producción de A1 (figura 44): ha comenzado girando a la derecha y como no ha podido avanzar 5 porque se acababa el plano, ha girado de nuevo a la izquierda antes de realizar el tercer movimiento.

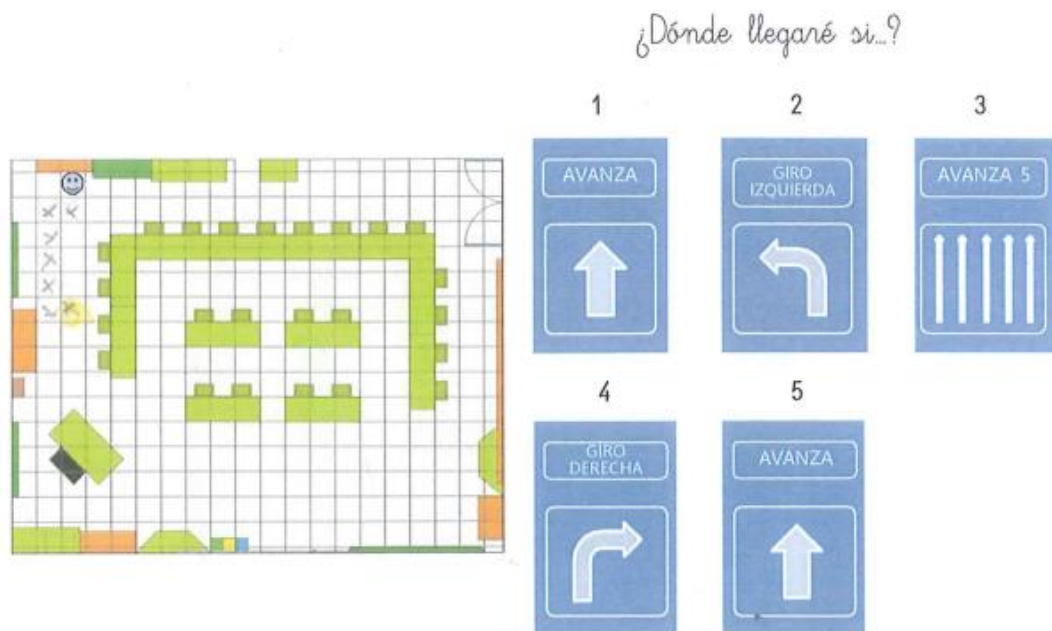


Figura 44. Producción de la actividad 5.2 de A1. Fuente: Elaboración propia.

Dos de los dieciséis alumnos (12,5%) han tenido una mala interpretación del giro y además, confusión en el conteo.

A1 ha sido una de las dos personas que han cometido un error tanto en el giro como en el conteo, como puede verse en la figura 45. Ha cometido un error en el giro porque ha interpretado el segundo movimiento (giro izquierda) literalmente sobre el plano y no sobre la perspectiva del robot, de la misma forma que A1. Seguidamente, en el cuarto movimiento aparece otro error en el giro debido a que, como de nuevo, no puede girar

hacia el sentido indicado porque no hay espacio en el mapa, gira en sentido contrario. Teniendo que avanzar solo 1 casilla como indica el quinto movimiento, ha vuelto a avanzar 5, girar y de nuevo avanzar.

La distancia mínima entre el resultado seleccionado y el que se buscaba es de 7 casillas.

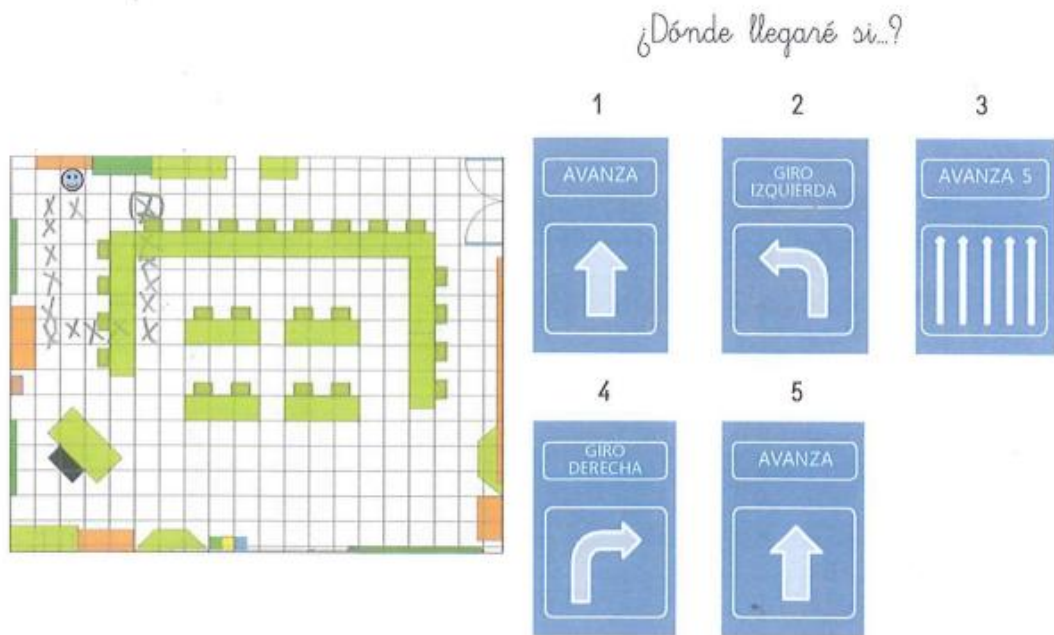


Figura 45. Producción de la actividad 5.2 de A9. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se muestra en la figura 46 la producción de A23 como ejemplo de la solución correcta que se pedía en este ejercicio.

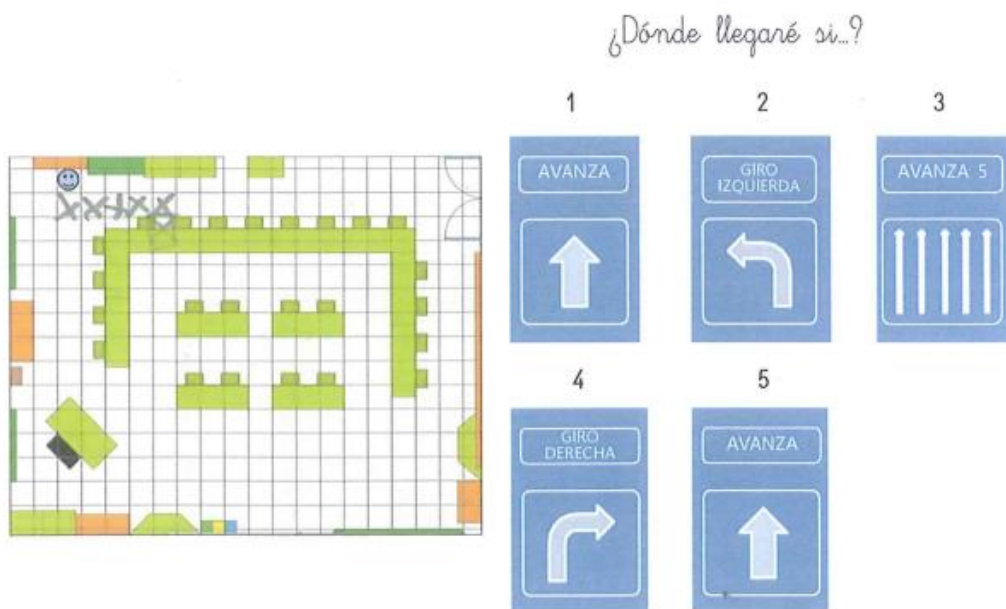


Figura 46. Producción de la actividad 5.2 de A23. Fuente: Elaboración propia.

	N.º de alumnos
Correctas	10 (62,5%)
Error en el giro	3
Error en el conteo	1
Error en el giro y en el conteo	2

Tabla 7. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 5.2 (N=16).

Actividad 5.3

En este caso, 12 de 17 alumnos (70,6%), han conseguido llegar a la casilla correcta, como puede verse en el resumen realizado en la tabla 8. El error que han cometido dos de los alumnos ha sido una mala interpretación del giro.

Un ejemplo de ello se puede ver en la producción de A44 (figura 47): ha cometido un error en el giro que corresponde con el quinto movimiento, en el que en vez de girar hacia la izquierda, lo ha hecho hacia la derecha.

La distancia mínima entre el resultado seleccionado y el que se buscaba es de 8 casillas.

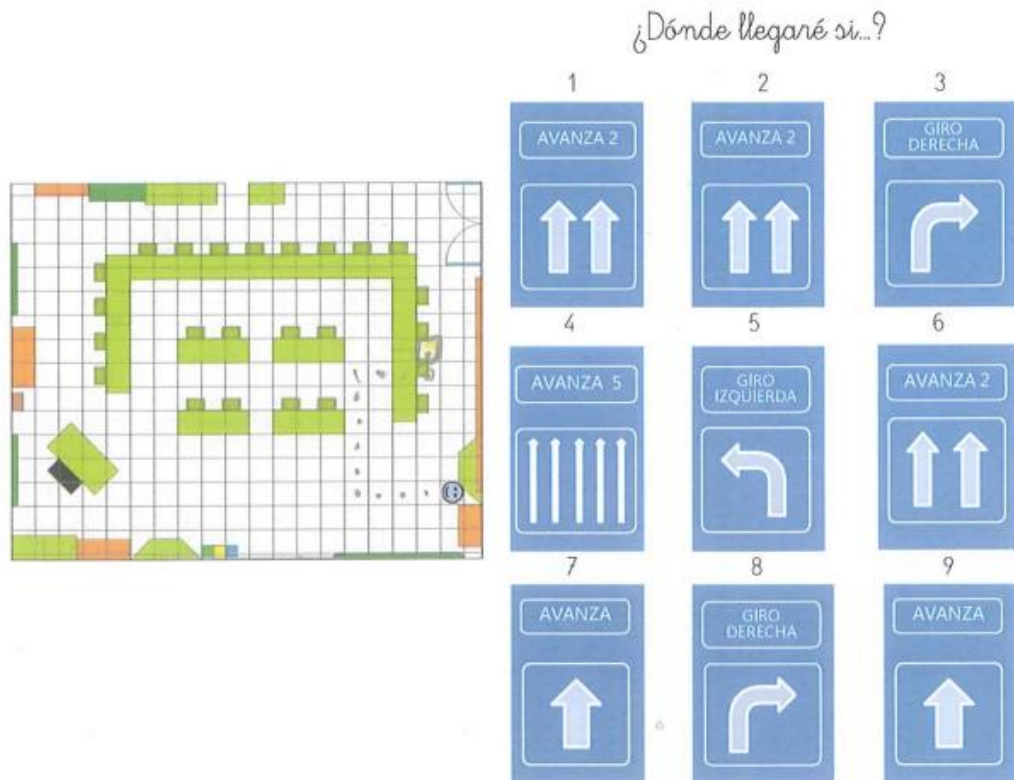


Figura 47. Producción de la actividad 5.3 de A4. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, cuatro de los alumnos (25%) han cometido errores tanto en el giro como en el conteo. En el caso concreto de A9 (figura 48), se puede ver como no ha realizado ningún giro pero, además, no señala todas las casillas que debería avanzar a falta de 4.

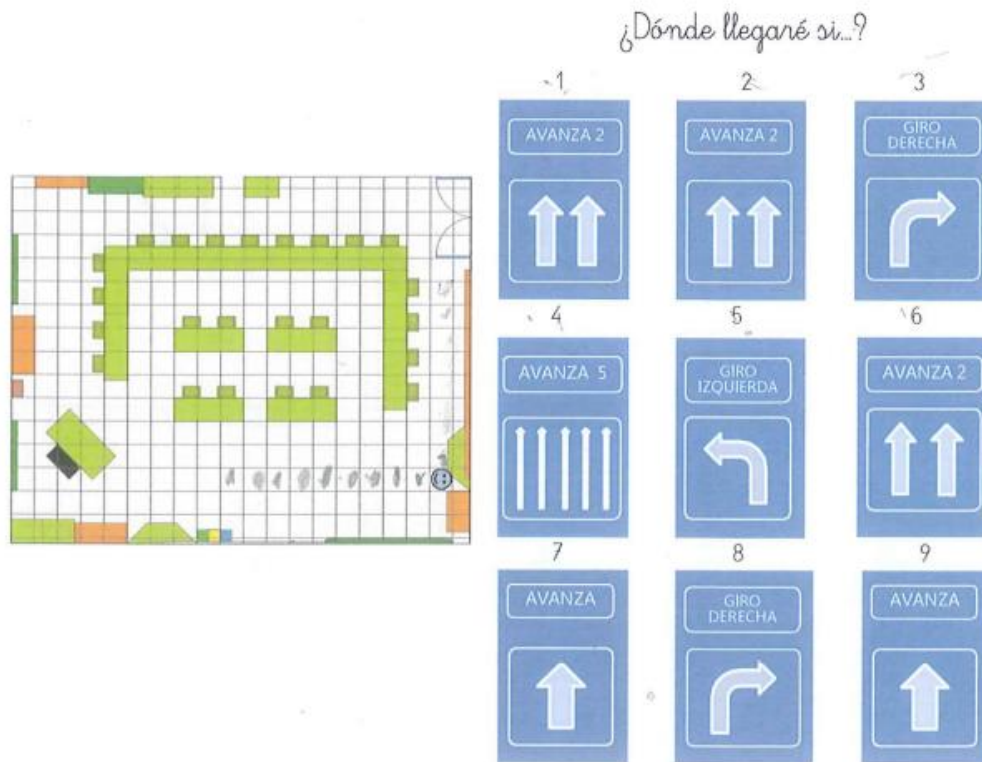


Figura 48. Producción de la actividad 5.3 de A9. Fuente: Elaboración propia.

En tercer lugar, A21 ha sido el único alumno que ha cometido un error en el conteo (6,25%), quedando a una distancia mínima del objetivo de 1 casilla. El error se encuentra en el cuarto movimiento que se indica, en el que se pide avanzar 5, pero el alumno ha avanzado 6 (figura 49).

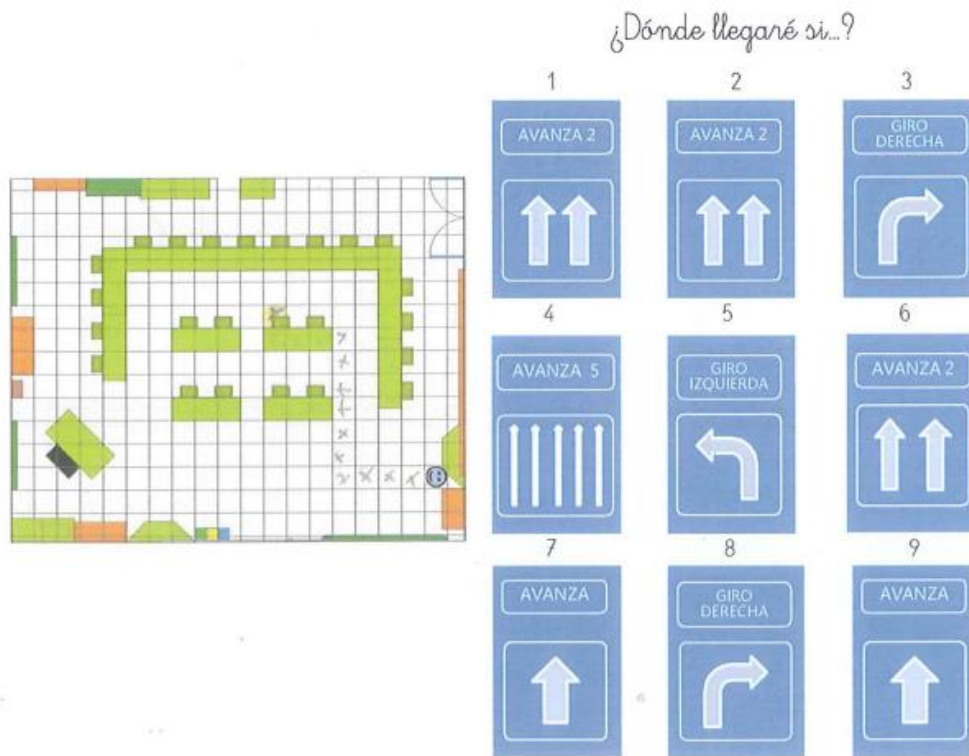


Figura 49. Producción de la actividad 5.3 de A21. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se expone en la figura 50 la producción de la actividad 5.3 de A10. El alumno ha realizado de manera exacta las indicaciones que se habían programado para el robot, lo que le lleva a llegar a la meta.

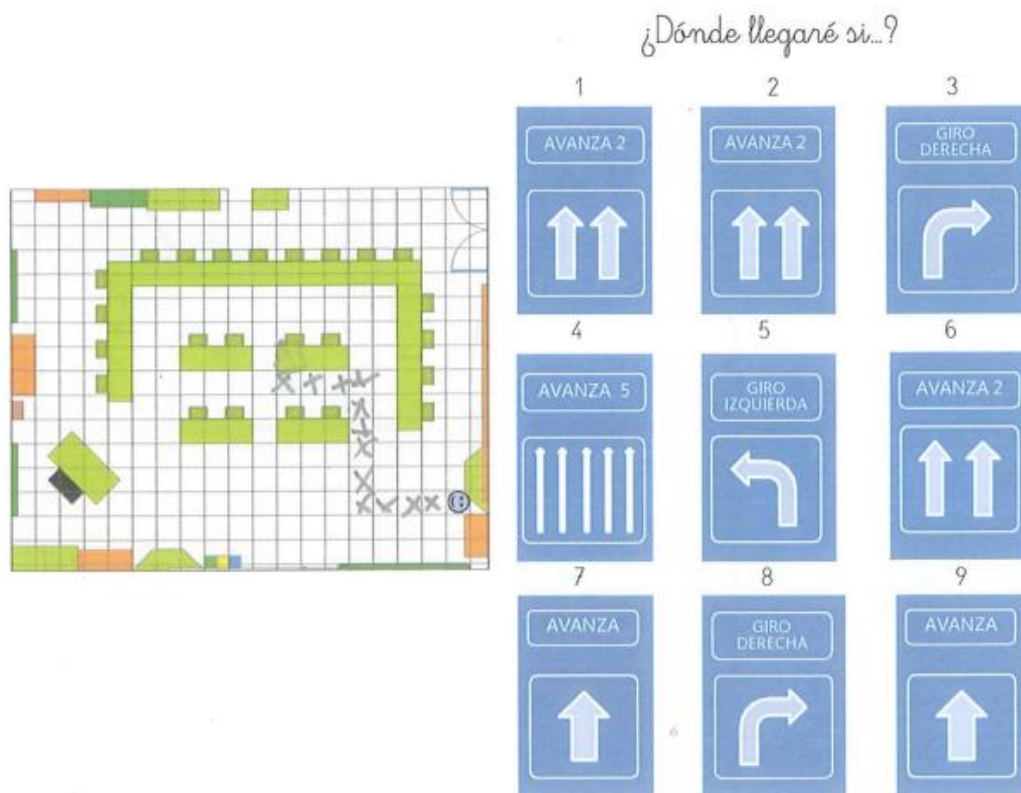


Figura 50. Producción de la actividad 5.3 de A10. Fuente: Elaboración propia.

	N.º de alumnos
Correctas	9 (56,25%)
Error en el giro	2
Error en el giro y en el conteo	4
Error en el conteo	1

Tabla 8. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 5.3 (N=16).

Actividad 5.4

En este último ejercicio de la actividad 5, 7 de 16 alumnos (43,75%) han conseguido llegar al objetivo, como se expone de manera resumida en la tabla 9.

El error más repetido, por 7 de 16 alumnos (43,75%) consiste en confusiones tanto en el giro como en el conteo. Como ejemplo, se muestra la producción de A12 (figura 51) quien en el primer movimiento ha cometido el primer error avanzando 5 en lugar de 6 baldosas. El segundo error aparece en la interpretación del giro en U.

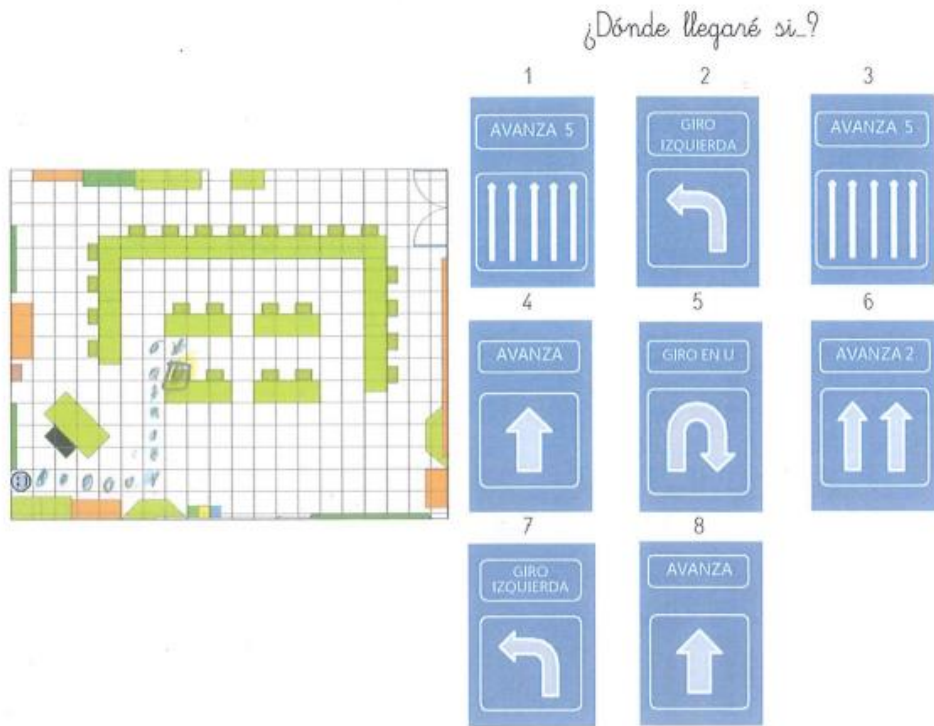


Figura 51. Producción de la actividad 5.4 de A12. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra la producción de A8 en la figura 52, quien ha llegado al objetivo correctamente, después de un intento pero sin ninguna ayuda.

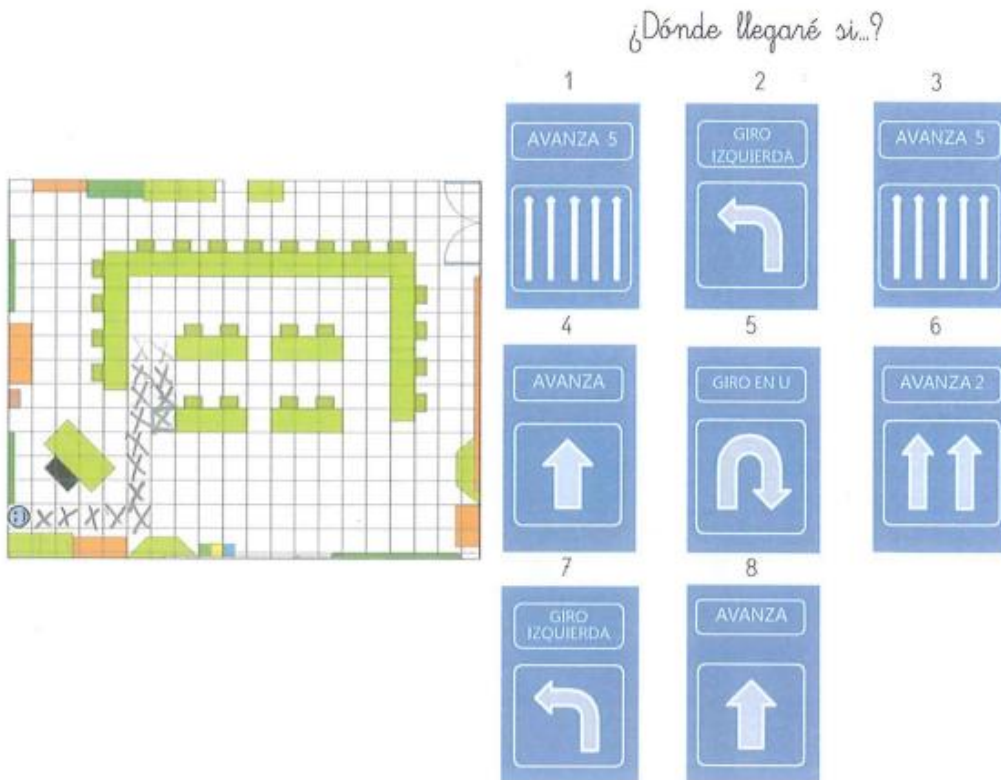


Figura 52. Producción de la actividad 5.4 de A8. Fuente: Elaboración propia.

	N.º de alumnos
Correctas	7 (43,75%)
Comprensión	1
Error en el giro y en el conteo	7
Error en el conteo	1

Tabla 9. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 5.4 (N=16).

Actividad 6

Esta última actividad recoge todos los aprendizajes que se han adquirido en las actividades anteriores y consiste en la mezcla de programación y ejecución de una secuencia de movimientos que ellos mismos deben crear para que el robot llegue al objetivo.

Teniendo en cuenta que esta actividad se realiza por parejas, la muestra de alumnado se reducirá a la mitad de los que han participado para no repetir en cada uno de los alumnos, lo mismo dos veces. En ella han colaborado 20 estudiantes, aunque en el primer ejercicio (6.1) se señala N=6 debido a que a 4 de las parejas se les olvidó enumerar las tarjetas con el resultado final obtenido. De la misma manera, en la segunda parte (6.2), N=5 porque además, a la pareja número 5 le faltó tiempo para terminar.

La manera de realizar la actividad se plantea de forma en que el alumnado debe de construir un mazo con las tarjetas en cadena de programación, como ocurre en el juego que se está adaptando. Al finalizarlo, deben numerarlas para que la secuencia se pueda leer en orden al ejecutarla.

Aunque en primera instancia, la instrucción fue crear un mazo, el alumnado ha optado por ir disponiendo las tarjetas con los movimientos en el orden y sentido que se iban a reproducir, como puede verse en la figura 53. Esta forma de realizar la actividad facilita su puesta en práctica debido a que pueden observar la secuencia que van realizando al mismo tiempo que la ejecutan.

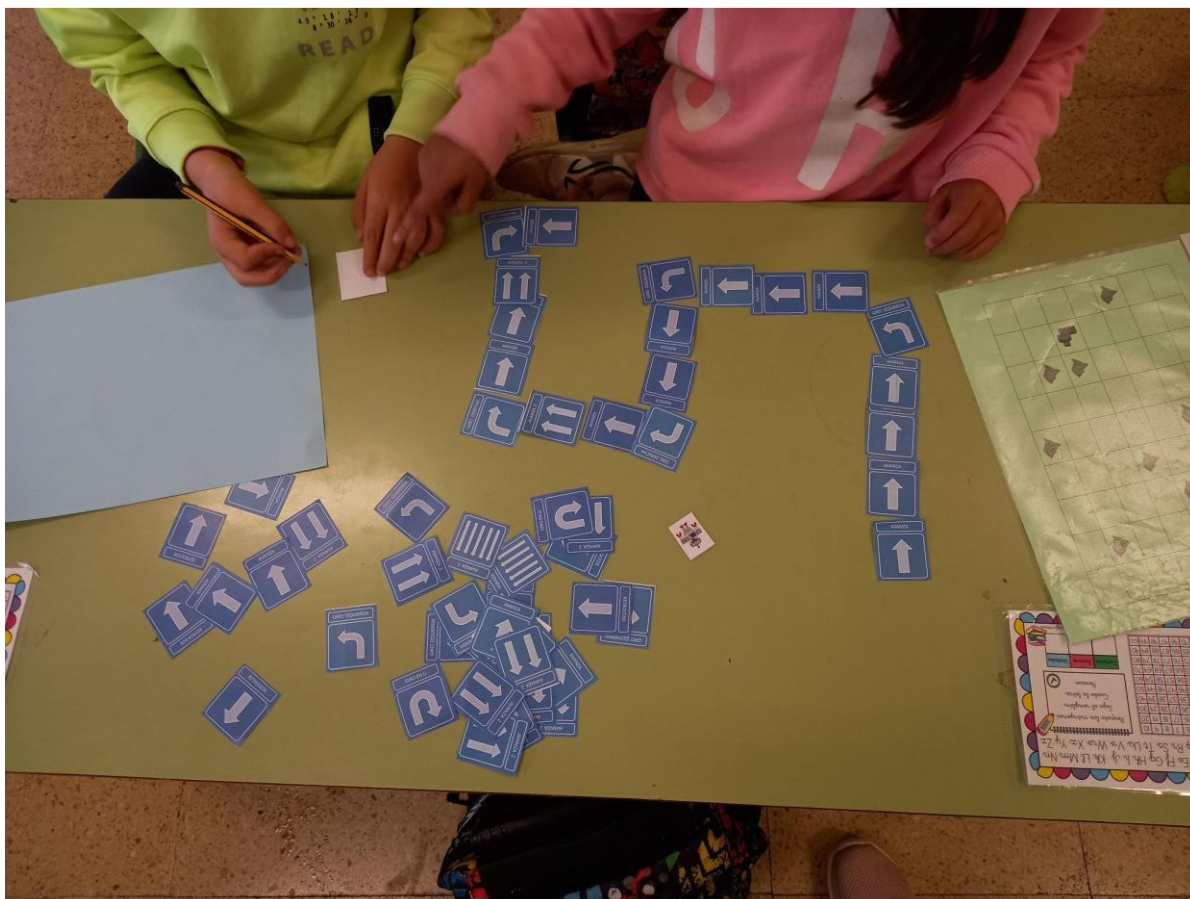


Figura 53. Modo de ejecución de la actividad. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de esta actividad número 6, se plantean dos tableros diferentes. En ambos, se puede realizar el recorrido con diez tarjetas mínimo. La diferencia entre ellos reside en la ejecución del ejercicio. En el primer tablero, el azul, se plantea a los alumnos que formen la secuencia de tarjetas tirándolas de una en una por turnos, uno cada integrante de la pareja. Mientras van añadiendo, van desplazando la ficha del robot para saber dónde se encuentran en cada movimiento, para que conozcan su posición en todo momento y sea más fácil conocer la siguiente tarjeta.

En cambio, cuando realicen la siguiente actividad con el tablero verde no podrán mover la ficha de la posición inicial hasta que no ejecuten la secuencia completa.

Como la actividad cuenta con dos tableros, su análisis se dividirá en dos apartados: uno por cada uno de los mapas planteados.

Las parejas que han realizado las actividades se enumeran como P1, P2, P3, etc. Estas, están formadas por el alumnado en orden de lista de la siguiente forma, teniendo

en cuenta que tres de los alumnos del aula no asistieron el día en que se realizó la actividad.

- P1: A1 y A2.
- P2: A3 y A4.
- P3: A5 y A6.
- P4: A7 y A8.
- P5: A10 y A11.
- P6: A12 y A13.
- P7: A15 y A16.
- P8: A18 y A19.
- P9: A20 y A21.
- P10: A22 y A23.

Actividad 6.1

A continuación, se exponen las producciones que ha realizado el alumnado en la tabla 10, teniendo en cuenta que el mínimo número de tarjetas que se pueden utilizar es 10, como se ha dicho anteriormente.

En la tabla se especifican cuatro características que presentan las diez producciones realizadas por el alumnado individualmente. Por un lado, se dispone en la segunda columna si el robot ha llegado al objetivo señalando con un “0” cuando no ha llegado y con un “1” en las ocasiones que sí lo ha hecho. Seguidamente, se describen las secuencias planteadas según la descripción que se ha realizado anteriormente, al comienzo de este apartado. En tercer lugar, se señalan los tipos de errores que han cometido algunas de las parejas. Y por último, se expone el grado de optimización de cada una de las secuencias realizadas.

Alumnos	Llegada al objetivo	Secuencia	Error	Grado de optimización
P1	0	D1111I111I11D1	Confusión de giro y conteo	4
P2	-	-	Se les olvidó enumerar las tarjetas	-

P3	1	D12I12D2I2I	-	1
P4	-	-	Se les olvidó enumerar las tarjetas	-
P5	1	D2I21D2I1D2I1	-	3
P6	1	RD1I11D1I21ID211D1	Atraviesan obstáculos	8
P7	1	D5RI22D2I1	-	0
P8	-	-	Se les olvidó enumerar las tarjetas	-
P9	-	-	Se les olvidó enumerar las tarjetas	-
P10	1	21D22I1D2I1	-	1

Tabla 10. Resultados obtenidos en la actividad 6.1.

Como puede observarse, la pareja 7 es la única que ha sido capaz de utilizar el mínimo número de tarjetas para llegar al objetivo que se propone. La secuencia que se había pensado en un principio con grado de optimización igual a cero era diferente a esta, pero se utilizaban el mismo número de tarjetas. Ellos, plantean después del primer giro hacia la derecha “avanza 5” y “retrocede” (*D5RI22D2I1*), y en la secuencia principal se había propuesto dos veces “avanza 2”, es decir, *D22I22D2I1*.

En segundo lugar cabe destacar la producción de la pareja 1, que es la única que no ha sido capaz de llegar a la meta. Esta pareja, ha cometido un error en el conteo debido ya que después del primer giro a la izquierda han avanzado tres casillas y girado de nuevo a la izquierda (*D111111111DI*), lo que les lleva a alejarse del objetivo.

La secuencia de tarjetas que plantean coincide en los movimientos que podrían llegar al objetivo en cuanto a las tarjetas de “avanza”, si en vez de tres casillas después del segundo giro, hubieran avanzado cuatro. Además, han confundido los dos últimos giros eligiendo primero izquierda y después derecha, siendo el orden contrario el correcto para llegar a la meta. Estos errores les llevan a tener un grado de optimización igual a 5, quedando a una distancia mínima de la meta de 5 casillas.

Por último, se considera importante resaltar la producción de P6 debido a que es la pareja que presenta la secuencia con el mayor grado de optimización, 8. Además, esta pareja comete un error que reside en atravesar obstáculos. Si no se tiene en cuenta, consiguen llegar al objetivo con la secuencia que plantean: *RDIII1DII2IID211D1*.

Sobre esta secuencia, se puede decir que es tan larga porque dan muchas vueltas que se podrían simplificar si quizás la estuviera haciendo una sola persona. Como cada uno de los alumnos iba poniendo la siguiente tarjeta en su turno, trataba de acercarse al objetivo a partir de un movimiento que personalmente no habría hecho, lo que suma una gran dificultad para conseguir un grado de optimización igual a 0.

Finalmente, se recoge en esta última tabla (tabla 11) un resumen sobre las tasas de éxito con el porcentaje de aciertos y los tipos de errores que han aparecido en la actividad 6.1, como se ha hecho en el resto de actividades.

	N.º de alumnos
Correctas	4 (66,6%)
Error en el giro y en el conteo	1
Atraviesa obstáculos	1

Tabla 11. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 6.1 (N=6).

Actividad 6.2

De la misma forma que en la actividad 6.1, se plantea en la tabla 12 la descripción de las mismas cuatro características de las producciones que ha planteado el alumnado. Seguidamente, se plantea después del análisis la tabla 13, donde se recogen los tipos de errores que se han cometido en la actividad.

Alumnos	Llegada al objetivo	Secuencia	Error	Grado de optimización
P1	1	U2D22IRD2I1	-	1
P2	-	-	Se les olvidó enumerar las tarjetas	-
P3	1	2I2I2D22I2	-	0

P4	-	-	Se les olvidó enumerar las tarjetas	-
P5	-	-	Falta de tiempo	-
P6	1	1I2IR2I22I2	Confusión en el giro	1
P7	1	1I2I1D22I2	-	0
P8	-	-	Se les olvidó enumerar las tarjetas	-
P9	-	-	Se les olvidó enumerar las tarjetas	-
P10	1	1I2I1D121I2	-	1

Tabla 12. Resultados obtenidos en la actividad 6.2.

En primer lugar, se destacan dos de las producciones realizadas por P3 y P7, quienes han realizado las secuencias con diez tarjetas y llegado a la meta con ellas, lo que les lleva a ser las dos únicas parejas que han conseguido un grado de optimización igual a cero (2 de 5, 40%). La diferencia entre ellas reside en dos tarjetas, ya que P3 ha decidido utilizar “avanza 2” para rodear el primer obstáculo que aparece situado a la derecha de la figura del robot (2I2I2D22I2) y, la P7, ha optado por usar “avanza 1” (1I2I1D22I2). Esta diferencia solo hace que la P3 recorra un mayor número de baldosas, pero utiliza el mismo número de tarjetas y el mismo recorrido.

De la misma forma, P10 ha escogido el mismo recorrido pero expone un grado de optimización igual a 1, debido a que utiliza “avanza 1”, “avanza 2” y “avanza 1” (1I2I1D121I2) en lugar de un doble “avanza 2” y “avanza 2” (1I2I1D22I2).

La pareja número 6 ha cometido un error en el giro (1I2IR2I22I2), lo que le ha llevado a quedarse a una distancia mínima del objetivo de 11 casillas. Si este giro fuera hacia la derecha, entonces el robot llegaría a la meta. Así, realizaría el mismo recorrido que P7 pero con la diferencia de que en vez de “avanzar 1” (1I2I1D22I2), eligen “retroceder” y “avanzar 2” (1I2IR2I22I2).

Por último, cabe destacar la producción de P1, que ha sido la única de las parejas que ha decidido realizar el recorrido en sentido contrario (rodeando los obstáculos por abajo), comenzando la secuencia con un giro en U (180°). Además, se considera importante mencionar que en lugar de girar hacia la derecha y avanzar, han optado por

girar hacia la izquierda y retroceder (*U2D22IRD2II*), movimiento que seguramente no hubiera surgido si la actividad estuviese realizada por una sola persona debido a su complejidad. Con todo ello, el grado de optimización de esta secuencia es 1.

N.º de alumnos	
Correctas	4 (80%)
Error en el giro	1

Tabla 13. Tasa de éxito y tipos de error de la actividad 6.2 (N=5).

Para finalizar este apartado, se realiza un breve análisis sobre cómo influye el grado de contextualización de las tareas.

En la siguiente figura, se expone el porcentaje de corrección de las seis actividades por orden cronológico. Además, cabe señalar como se ha podido ver en la secuenciación didáctica, que las 5 primeras actividades están contextualizadas en el aula y la última no.

Resultados

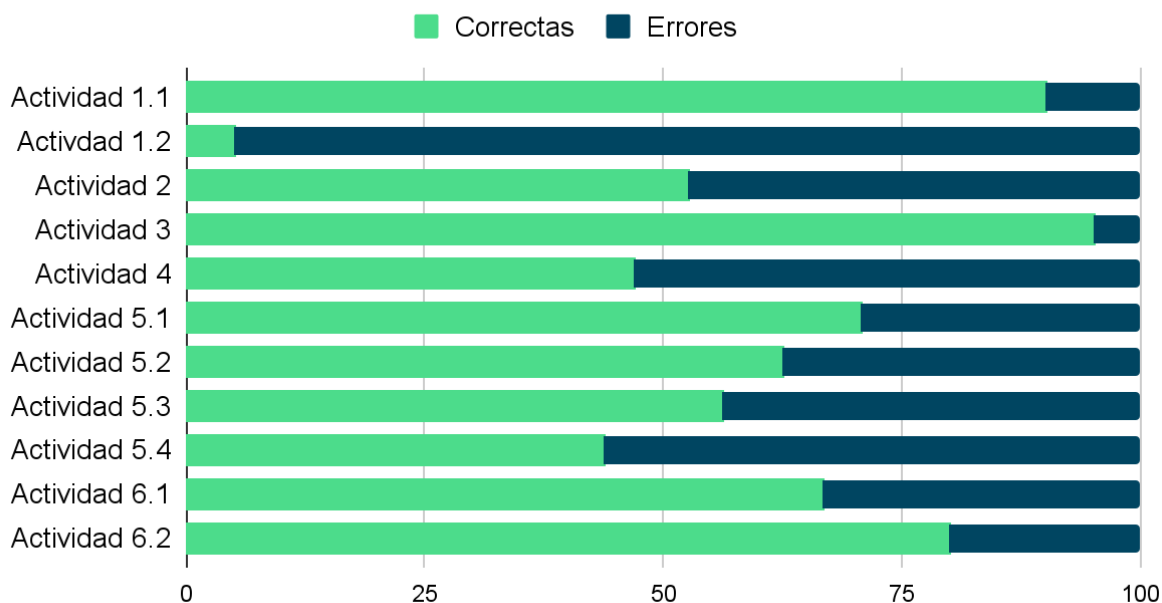


Figura 54. Porcentaje de producciones correctas e incorrectas para cada actividad.

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, puede verse que la actividad 1.2 presenta el menor porcentaje de aciertos, siendo bastante significativo (5%). Teniendo en cuenta el tipo de error que más se ha repetido (error en el giro), y el segundo de ellos (error en el giro y en el conteo), se deduce que el alumnado no ha comprendido correctamente la ejecución del giro. Este movimiento debe de ser de 90° en la propia casilla en la que se está ubicado, sin avanzar. Además, teniendo en cuenta la disposición del plano se considera que el error en el giro se puede deber a que han decidido girar hacia su propia izquierda, sin tener en cuenta que desde la perspectiva del robot, sería la derecha.

La actividad 5.4 se encuentra en segunda posición con un porcentaje de acierto de 43,75%. El tipo de error que más se ha dado ha sido tanto en el giro como en el conteo y, se puede deber a que es la primera vez en los cuatro ejercicios de la actividad 5 que aparece el giro en U. Este giro de 180° se realiza en la propia casilla en la que te encuentras.

La última actividad que se encuentra con un porcentaje de aciertos inferior al 50% es la número 4, con 47,06%. El error más común cometido ha sido en el giro. En la mayoría de estos casos, el conteo se ha realizado de manera correcta, por lo que se puede pensar que se debe a la falta de integración de la perspectiva del robot para realizar el giro.

La actividad 2, se encuentra en cuarto lugar con un 52,6% de aciertos, los que en su mayoría radican en el giro. Puede verse en las producciones que utilizan indiferentemente el giro hacia la izquierda o hacia la derecha cuando quieren girar. Puede deberse a que no distinguen entre izquierda y derecha o que quieren utilizar ese movimiento pero confunden su propia visión del plano con la perspectiva del robot.

Seguidamente, aparece la actividad 5.3 con un porcentaje de aciertos del 56,25%. El error que más veces se comete consiste en el giro y el conteo. Es la primera vez que en un ejercicio en el que hay que ejecutar un algoritmo aparecen tres giros. Además, tienen que contabilizar 9 tarjetas de movimientos lo que les ha podido llevar a un error debido a que se han podido perder ejecutando la secuencia.

Por otro lado, la actividad 5.2 tiene un porcentaje de acierto de 62,5%. La mayoría de errores que aparecen se encuentran en el giro y de nuevo, se puede ver que el alumnado tiene en cuenta el plano desde su propia percepción y no desde la perspectiva del robot,

que está situado en el mapa como si lo tuvieran enfrente. Por tanto, la izquierda del robot sería la derecha del alumno.

A continuación, encontramos la actividad 6.1 con un 66,6% de aciertos. Se considera importante recalcar que en este ejercicio el número de alumnos que han participado se reduce a la mitad debido a que se trabaja por parejas. En ella, se han detectado dos errores: en primer lugar un error en el giro y en el conteo y, por otro lado, un error atravesando obstáculos.

El error en el giro y en el conteo que aparece en la producción de P1, puede deberse a la complejidad que les ha supuesto realizar la actividad por parejas. Han invertido algunos de los giros y se han sobrepasado en el conteo debido a que solo utilizan “avanza 1”.

Además, cabe destacar que A12, integrante de P6 que ha cometido el error atravesando obstáculos, presenta el mismo error en la actividad 4, como puede verse en la figura 38. Que esta alumna haya realizado este error anteriormente, puede ser la causa de que el mismo se repita debido a un mal entendimiento de esta norma.

La actividad 5.1 presenta un porcentaje de acierto de 70,6%, acumulando la mayoría de sus errores en el giro, lo que se puede deber a que aparece por primera vez en un ejercicio de ejecución la tarjeta de movimiento “retrocede”. En la secuencia, aparece un giro a la izquierda y después este movimiento, lo que ha podido generar cierta confusión entre el alumnado que ha cometido este error.

Siguiendo con la clasificación de menor a mayor porcentaje de aciertos, encontramos la actividad 6.2, con un 80% de aciertos. De la misma forma que en la actividad 6.1, en esta actividad el número de alumnos se reduce a la mitad. En este caso, solo ha habido un error en el giro teniendo en cuenta que han participado 5 parejas.

En siguiente lugar, aparece la actividad 1.1 con un 90% de acierto, en la que se encuentran dos errores: por un lado aparece un error en el tamaño de las flechas, que puede deberse a que es la primera actividad y el alumno no había comprendido la dinámica del ejercicio y, por otro lado, un error de comprensión, que por el mismo motivo puede residir en que el alumno pensó que el robot buscaba terminar la secuencia en un objeto (en este caso la mesa de la maestra), en lugar de en una baldosa.

Por último, la actividad 3 presenta un porcentaje de 95% de aciertos. El único error que se encuentra es el de una alumna que estaba enfadada por un conflicto acontecido en el recreo, por lo que no quería participar en la sesión. Se intuye con ello, que en condiciones normales hubiera sido capaz de realizar la actividad correctamente.

Las actividades que se presentaron al alumnado de manera contextualizada en el aula, se realizan con una dificultad progresiva teniendo en cuenta si el tipo de ejercicio es de programación o ejecución de las secuencias de movimientos.

En primer lugar, las actividades 1 y 5 consisten en la ejecución de una secuencia de movimientos planteada previamente para que realice el robot y deben señalar el lugar concreto al que llegará cuando la haya realizado.

La actividad 1, presenta una menor dificultad que la 5. Esto se debe a que es la primera actividad que se ha realizado, contando con dos ejercicios de activación (1.1 y 1.2) para facilitar la comprensión del alumnado de la dinámica y para su familiarización con los materiales que se utilizan en todas las actividades. Por ello, la secuencia que se plantea cuenta solamente con dos de las tarjetas de movimientos: “avanza” y “giro izquierda”.

En cambio, en la actividad número 5 se plantean cuatro ejercicios en los que aparecen todos los tipos de tarjetas al menos una vez para comprobar si han comprendido su ejecución de manera correcta. La dificultad de las mismas, es gradual, aumentando el número de tarjetas que se deben ejecutar en cada uno de los ejercicios

Por otro lado, las actividades 2 y 4 se plantean para la programación de la secuencia de movimientos a través de tarjetas que deberá realizar el robot para llegar a una casilla concreta desde un punto de partida ya señalado.

La actividad 2, muestra una menor dificultad debido a que la distancia mínima entre la casilla inicial y la final es de 8 casillas, contadas en línea recta y girando 90°, sin ir en diagonal debido a que es un movimiento que el robot no puede realizar. Además, la secuencia mínima con la que se puede realizar es de 4 tarjetas.

La diferencia que aporta una mayor dificultad a la actividad 4 se basa en que deben aparecer más giros, la distancia mínima entre casillas es de 17 y el número mínimo de tarjetas que se pueden utilizar para que la secuencia sea correcta es de 10.

Como hipótesis inicial, se pensó que los resultados de las actividades que se plantean en un tablero descontextualizado tendrían un menor porcentaje de acierto que el resto de actividades. En cambio, ambas se encuentran por encima de la media general de acierto de todos los ejercicios (60,8%).

Esto, se puede deber a los aprendizajes que han adquirido los estudiantes en las actividades anteriores (desde la 1 a la 5.4), o por otro lado, podría ser a causa del planteamiento de la actividad que se hizo sin contexto.

En un principio, la actividad se planteó de manera que se pareciera al máximo posible a la dinámica del juego “*Roborally*”, para ello, era necesario que el alumnado creara un mazo de tarjetas de movimientos para después ejecutarlas en orden. Como se ha explicado en el apartado anterior, y puede verse en la figura 53, la manera de realizar la actividad fue diferente. El alumnado dispuso las tarjetas en el orden y sentido que se ejecutaban, lo que facilitó que se pudiera ver en cada jugada el recorrido que llevaba hecho el robot y fuese más sencillo escoger el siguiente movimiento.

4. CONCLUSIONES Y VALORACIÓN PERSONAL

En este trabajo, se presenta un marco teórico y una propuesta didáctica en los que se busca trabajar contenidos que se engloban dentro del área de matemáticas a través del juego. Todos ellos están relacionados dentro de la rama de la geometría, y además se han implementado ciertas habilidades del alumnado como son la concentración, la comunicación, la atención, la memoria, entre otras.

Por un lado, se ha trabajado la orientación espacial, competencia que es necesaria desarrollar en todo el alumnado debido a su fuerte aplicación en la vida cotidiana. Para llevar a cabo la propuesta, se ha decidido contextualizar el tablero del juego en el aula de tutoría de un grupo-clase que cursa primero de Educación Primaria, donde se realiza el proceso de enseñanza-aprendizaje de la mayoría de las áreas que se les imparten.

Por otro lado, se ha buscado enfocar el pensamiento computacional desde una perspectiva creativa y dinámica para la resolución de problemas, contribuyendo al desarrollo de la competencia matemática y en concreto, a las competencias del siglo XXI. Ambas competencias, se han trabajado a través de las orientaciones propuestas en el nuevo borrador del currículo y también, teniendo en cuenta algunos de los aspectos que se reflejan en Diago et al., (2018) y Ricart et al., (2019). En especial, trabajar la

programación por bloques de una manera atractiva para el alumnado aún sin tener un robot físico para que el alumnado pueda manipularlo y por otro lado, trabajar la asimilación de conceptos propios de la orientación espacial como: arriba-abajo, giros, conteo, avanzar-retroceder, delante-detrás, etc.

En lo referente al proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría, se puede concluir que la mayoría de metodologías que se han aplicado hasta la actualidad, junto con los libros de texto, han hecho que se convierta en un arduo contenido para el alumnado. Según Beltrán-Pellicer & Martínez Juste (2021) los libros de texto, en su gran mayoría, marcan un solo camino para trabajar la geometría: una explicación teórica, unos ejercicios y unos problemas. Con ello, se fomenta que exista una gran desmotivación, en especial, a este bloque dentro de las matemáticas.

Desde otra perspectiva, cabe destacar la motivación que ha demostrado el alumnado a causa de trabajar a través de un juego de mesa y, más en concreto, sabiendo que era una dinámica de robots. Personalmente, utilizar el juego como una herramienta didáctica para enseñar contenidos que no se habían trabajado anteriormente ha supuesto un gran reto pero, a la vez, una gran satisfacción al ver cómo el alumnado ha aprendido jugando y disfrutando con los materiales que se han preparado.

Además, gracias a la fase de la implementación en el aula, se ha podido ver cómo el alumnado ha partido en las actividades desde un nivel 0 de conocimientos sobre la programación y ha demostrado una mejora notable en el transcurso de únicamente cuatro sesiones, y que en un futuro, podrán utilizar a lo largo de su proceso educativo. Ante esto, cabe destacar que el primer día, cuando se realizó la pregunta “¿cómo se mueven los robots?” la respuesta unánime de todo el grupo fue realizar un movimiento desplazando los brazos de arriba abajo realizando pausas como si fueran máquinas.

De la misma forma, se considera importante destacar el reto que ha supuesto adaptar un juego preparado para personas de más de 10 años a un nivel de alumnos de 6 años, que se ha tenido en cuenta a lo largo de todo el diseño de la propuesta. En este punto, se considera muy productivo haber tenido la oportunidad de poder realizar esta propuesta, dedicando tiempo y esfuerzo a los materiales didácticos y a su puesta en práctica tras ver los resultados obtenidos. Por un lado, para la futura práctica docente y por otro, para las posibles mejoras que se podrían realizar en los mismos.

Con todo ello, se quiere concluir con una reflexión sobre la importancia de tener en cuenta la infancia del niño en el proceso educativo, debiendo evolucionar y mejorar continuamente, de la misma forma en que la sociedad está cambiando. Es por ello, que se necesita que los docentes se sigan formando tras acabar con los estudios de grado, para poder adaptarse a las nuevas competencias y metodologías de la mano de recursos innovadores para poder enseñar, en concreto, matemáticas de una forma dinámica y conseguir cambiar la perspectiva que existe generalmente sobre esta materia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beltrán-Pellicer, P., & Martínez-Juste, S. (2021). Enseñar a través de la resolución de problemas. *Suma*, 98, 11-21.
- Bishop, A. (1998). El papel de los juegos en educación matemática. *Uno*, 18, 9-19.
- Corbalán, F. (1994). Juegos Matemáticos para Secundaria y Bachillerato. Madrid: Síntesis.
- Diago, P., González-Calero, J. A., & Arnau, D. (2018). La resolución de problemas matemáticos en primeras edades escolares con Bee-Bot. *I(2)*, 36-50.
- Edo, M. (1998). Juegos y matemáticas. Una experiencia en el ciclo inicial de primaria. *Uno*, 18, 21-37.
- Gairín, J. M. (1990). Efectos de la utilización de juegos educativos en la enseñanza de las matemáticas. *Educación*, 17, 105-118.
- Gonzato, M., Fernández, T., & Díaz, J. (2011). Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial. *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 99-117.
- Gonzato, M., & Godino, J. (2010). Aspectos históricos, sociales y educativos de la orientación espacial. *Unión: Revista iberoamericana de educación matemática*, 23, 45-58.
- Gouws, L. A., Bradshaw, K., & Wentworth, P. (2013). Computational thinking in

- educational activities: An evaluation of the educational game light-bot. *Proceedings of the 18th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education – ITiCSE, 13*, 10-15.
- Muñiz-Rodríguez, L., Alonso, P., & Rodríguez-Muñiz, L. J. (2014). El uso de los juegos como recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas: Estudio de una experiencia innovadora. *Unión: Revista iberoamericana de educación matemática*, 39, 19-33.
- Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua española. 23a Ed.
- Ricart, M., Estrada, A., & Margalef, M. (2019). Idoneidad didáctica en educación infantil: Matemáticas con robots Blue-Bot. *EDMETIC*, 8(2), 150-168.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a distancia*, 46, 1-47.