NÚMEROS
Revista de Didáctica de las Matemáticas
http://www.sinewton.org/numeros
ISSN: 1887-1984
Volumen 124, noviembre de 2026, páginas 31-52

Pensamiento computacional desde el sentido espacial: una propuesta desenchufada para el comienzo de la Educación Primaria

Cristina Pociello-Rubiella
Pablo Beltrán-Pellicer
(Universidad de Zaragoza. España)

Fecha de recepción: 29 de diciembre de 2025
Fecha de aceptación: 02 de julio de 2026

Resumen

Se 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.

Palabras clave

Aprendizaje basado en juegos, pensamiento computacional, sentido espacial, didáctica de la geometría, resolución de problemas, educación primaria.

Abstract

This 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.

Keywords

Game based learning, computational thinking, spatial sense, geometry education, problem solving, primary education.

1. Introducción

Los currículos de Matemáticas desarrollados en España al amparo de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE), introducen las competencias específicas como una de sus principales novedades. Se estructuran en cinco ejes: resolución de problemas, razonamiento prueba y pensamiento computacional, conexiones, comunicación y representación, y dominio socioafectivo. Estas competencias se alinean de forma clara con los procesos de interés descritos en orientaciones

internacionales sobre educación matemática, como los principios y estándares del NCTM (2000). Además, salvo en Educación Infantil, donde la competencia matemática quizá aparezca más desdibujada (Alsina, 2022), las competencias específicas son esencialmente las mismas en Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

Una de estas competencias específicas está dedicada al pensamiento computacional. En la redacción del Real Decreto de Enseñanzas Mínimas (MEFP, 2022): "4. Utilizar el pensamiento computacional, organizando datos, descomponiendo en partes, reconociendo patrones, generalizando e interpretando, modificando y creando algoritmos de forma guiada, para modelizar y automatizar situaciones de la vida cotidiana." Por su parte, el currículo aragonés (DECP, 2022) recoge esta competencia concretando el significado de *vida cotidiana*, enfatizando que lo esencial es que el aprendizaje sea significativo para el alumnado: "CE.M.4. Utilizar el pensamiento computacional organizando datos, descomponiendo en partes, reconociendo patrones, generalizando e interpretando, modificando y creando algoritmos, en situaciones de aprendizaje con el andamiaje adecuado, para modelizar y automatizar situaciones cercanas y significativas para el alumnado."

Por otro lado, el currículo señala a la resolución de problemas como un eje sobre el que articular la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Es decir, además de constituir un objetivo de aprendizaje en sí mismo, puesto que dos de las competencias específicas giran alrededor de la resolución de problemas, se trata de un enfoque didáctico. Beltrán-Pellicer y Martínez-Juste (2021) señalan que mediante este enfoque el alumnado construye nuevos conocimientos resolviendo problemas propuestos por el docente intencionalmente para que surjan los contenidos matemáticos que se quieren trabajar.

En este artículo describimos una propuesta de aula compuesta por una serie de situaciones de aprendizaje en torno a un juego para desarrollar el pensamiento computacional, en conexión con el sentido espacial (geometría), para primer ciclo de Educación Primaria, desde el enfoque de aprendizaje a través de la resolución de problemas. Las tareas de la propuesta permiten evaluar la competencia del alumnado en pensamiento computacional; específicamente, en lo que respecta a crear algoritmos, interpretarlos, modificarlos y optimizarlos, al mismo tiempo que colabora con sus compañeros y compañeras. Además, la secuencia de tareas explora cómo influye el grado de contextualización en la resolución.

2. Antecedentes y marco teórico

2.1. El juego y la educación matemática

La definición que proporciona el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2014) para el juego es la siguiente:

1. Acción y efecto de jugar por entretenimiento. Sin.: entretenimiento, diversión, pasatiempo, recreo, deporte, esparcimiento.
2. Ejercicio recreativo o de competición sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde. Juego de naipes, de ajedrez, de billar, de pelota.

Se trata de una definición que se queda corta desde cualquier punto de vista, especialmente desde el educativo (Huizinga, 1949). Además, jugar es una de las seis actividades matemáticas universales que identifica Bishop (1999) en todas las culturas, junto con contar, localizar, medir, diseñar y explicar. Por lo tanto, parece natural incardinar el juego en la matemática escolar. Gardner (1998), sin ir más

lejos, muestra su asombro por el hecho de que en la época en la que se estaban fraguando los Principios y estándares (NCTM, 2000), no se aludiese a la denominada *matemática recreativa* cuando el foco era la resolución colaborativa de problemas. Nos alineamos con este autor en que el juego y la matemática recreativa ofrecen un caldo de cultivo excelente para el aprendizaje significativo. Es más, como señala Bishop (1999) las matemáticas en sí mismas tienen cierto carácter de juego, y efectuar una distinción entre *matemáticas* y *matemáticas recreativas* no hace ningún bien, ni a lo uno ni a lo otro. El alumnado puede formar la creencia de que explicar un juego o un truco no son matemáticas, sino que las matemáticas de verdad son hacer cuentas y ejercicios.

Gairín (1990) reflexiona sobre el papel de los juegos en educación matemática y destaca, en primer lugar, la dificultad de alcanzar una definición precisa. En su trabajo, sintetiza las diferentes definiciones de juego que han ido ofreciendo diversos autores, quedándose la de Bright et al. (1985), quienes complementan la de Inbar y Stoll (1970):

- Se juega libremente, de manera voluntaria.
- Un juego es un desafío contra una tarea de uno o varios oponentes.
- Un juego se controla por un conjunto definido de reglas. Estas abarcan todas las maneras en las que se puede jugar.
- Un juego representa una situación arbitraria claramente delimitada en el tiempo y en el espacio desde la actividad de la vida real.
- Socialmente las situaciones de juegos son consideradas como de mínima importancia.
- 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.
- Un juego termina después de un número finito de movimientos en el espacio-tiempo.

A partir de esta definición, Gairín (1990) distingue entre aquellos juegos cuya práctica exige a los jugadores que utilicen conceptos o algoritmos incluidos en los currículos de matemáticas, a los que denomina *juegos de conocimiento*, y *juegos de estrategia*. Los juegos de conocimiento pueden constituir un recurso en diferentes momentos del aprendizaje, dando lugar a juegos de carácter pre-instruccional, donde el juego en sí mismo vehicula la construcción de un concepto o la justificación de un algoritmo; co-instruccional, donde el juego acompaña a otros recursos como una actividad más; o post-instruccional, donde sirve para consolidar y reforzar lo que el alumnado ya ha aprendido. Los juegos de estrategia, en cambio, exigen poner en práctica habilidades, razonamientos o destrezas directamente relacionadas con el modo en el que habitualmente proceden las matemáticas.

Todos los autores citados anteriormente concuerdan en que es un error considerar que los juegos están destinados únicamente al ocio y la diversión, otorgándoles un gran potencial como recursos educativos, como también señala, por ejemplo, Edo (1998).

2.2. Pensamiento computacional

Como hemos mencionado en la introducción, los nuevos desarrollos curriculares en España contemplan el pensamiento computacional como una de las competencias básicas. No solo eso, sino que también lo incluyen como contenido, junto al pensamiento algebraico, en lo que se conoce como sentido algebraico y pensamiento computacional. Existe, según Gouws et al., (2013), un acuerdo acerca de la relevancia de trabajar el pensamiento computacional, pero al mismo tiempo señala la dificultad de alcanzar una definición con claridad y también sobre cómo trabajar este contenido en las aulas. El término *pensamiento computacional* lo introduce el creador del lenguaje de programación Logo, Seymour Papert (1972). Más adelante, Wing (2006) retoma esta idea y lo define como la manera de pensar propia de científico de datos, señalando la importancia de desarrollar esta habilidad

y poniéndola al mismo nivel que la lectura, la escritura y la aritmética. Aunque hoy en día siguen siendo válidos los planteamientos de Papert y Wing (Lodi y Martini, 2021), desde entonces, son muchos los autores que han escrito e investigado sobre pensamiento computacional, cada uno con una definición operativa, o sin ella. Weintrop, et al. (2016), reconociendo esta falta de consenso y lo vagas que resultan algunas definiciones, realizaron una revisión de la literatura y llevaron a cabo un proyecto para elaborar una taxonomía de prácticas propias del pensamiento computacional. De esta manera, identifican cuatro categorías de prácticas: datos, modelizado y simulación, resolución computacional de problemas y análisis de sistemas. Palop et al. (2025) lo concretan como "la manera de razonar que nos permite enfrentarnos a un problema sobre unos datos con el objetivo de que un ordenador lo resuelva", señalando que los pilares del pensamiento computacional son los algoritmos, la resolución de problemas y los datos.

Entre las orientaciones que se describen en el currículo aragonés (DECP, 2022), 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.

2.3. Sentido espacial

El sentido espacial es uno de los sentidos matemáticos sobre los que se articulan los contenidos en los currículos de Matemáticas en España. Su desarrollo busca fomentar la comprensión de los aspectos geométricos del mundo: formas geométricas de dos y tres dimensiones; localización y sistemas de representación; movimientos y transformaciones; y visualización, razonamiento y modelización geométrica. En nuestro trabajo 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.

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 también con la comprensión de las relaciones entre sus partes, su estructura, reflexionar sobre el objeto y sus posibles representaciones. 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.

El currículo aragonés (DECP, 2022) señala posibles conexiones entre el pensamiento computacional y el sentido espacial en las orientaciones para la enseñanza. Así, se sugieren propuestas didácticas desenchufadas (sin uso de las TIC) a través del diseño, por parte del alumnado, de una secuencia de acciones necesaria para llegar desde un punto concreto a otro. Además, se plantean posibles variables didácticas que se alinean con lo realizado en este trabajo:

- El sujeto que realiza el movimiento puede 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.

3. Método, contexto y participantes

3.1. Consideraciones para el diseño del juego y de la propuesta didáctica

El juego alrededor del que se articula la propuesta didáctica consiste en la adaptación del juego de mesa *Roborally*. Este juego fue creado en 1994 por Richard Garfield y publicado por "Wizards of the Coast", una compañía editora de juegos estadounidense, habiendo recibido un total de cuatro premios Origins. 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.

Con una dinámica similar, podemos encontrar algunos juegos de ordenador como *Lightbot*, disponible como aplicación móvil. El objetivo de este juego consiste según (Gouws et al., 2013) en programar un robot para 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.

Además, para el diseño de esta propuesta se ha tenido en cuenta la secuencia didáctica que plantean Ricart et al., (2019). 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. Por su parte, también con este tipo de robots, Diago et al. (2018) proponen una serie de tareas para último año de Educación Infantil y principios de la Educación Primaria. El alumnado tiene que crear 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, para después programar el robot y comprobar los resultados obtenidos.

En la adaptación realizada para este trabajo se pretende mantener la esencia de *Roborally*, teniendo en cuenta que se va a implementar en un aula de primer curso de Educación Primaria. De esta manera, los tableros de juego 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. Así mismo, la propuesta considera inicialmente un entorno cercano al alumnado, el aula, para a partir de ahí estudiar si el grado de contextualización influye en el éxito en la tarea. Para ello, el tablero de juego es realmente un plano del aula diseñado con AutoCad a escala 1:100 (Figura 1), puesto que el alumnado conoce la clase muy bien y además pueden moverse por ella para reproducir las secuencias que realicen en las actividades. 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.

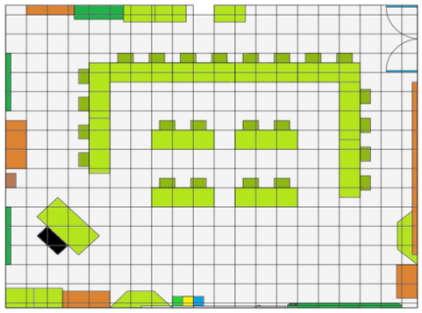


Figura 1. Plano del aula como base de las situaciones contextualizadas.

Para la construcción de los algoritmos se diseñaron tarjetas con siete movimientos básicos: Avanza, Retrocede, Giro izquierda (90º), Giro derecha (90º), Giro en U (180º), Avanza 2 y Avanza 5 (ver Figura 2). La inclusión de la tarjeta "Avanza 5" fue necesaria para dar opción a optimizar el número de tarjetas utilizadas, dada la longitud del aula (19 baldosas de largo y 14 de ancho).

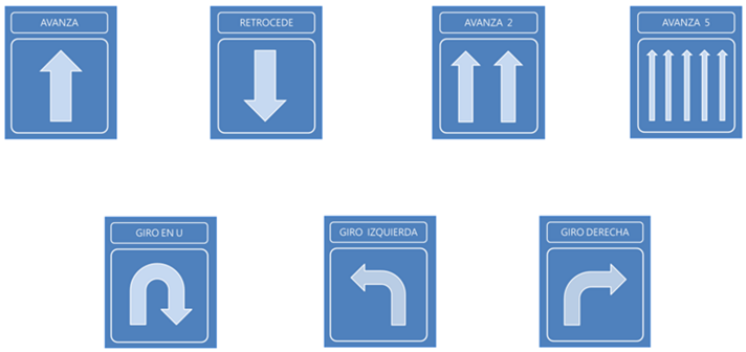


Figura 2. Tarjetas para construir los algoritmos. Se pueden descargar en http://bit.ly/48U3EW8

La propuesta didáctica contempla cuatro sesiones de una hora que cubren un total de seis situaciones didácticas para trabajar el pensamiento computacional en conexión con el sentido espacial desde el enfoque de la resolución de problemas. Estas situaciones permiten evaluar y desarrollar específicamente la capacidad del alumnado para crear, interpretar, modificar y optimizar algoritmos. La propuesta se estructura de manera progresiva, comenzando con tareas de ejecución de algoritmos predefinidos y avanzando hacia tareas de programación de secuencias. Las primeras sesiones se plantean en el contexto cercano y significativo del plano del aula. Finalmente, en la última sesión, los tableros aparecen descontextualizados y se utiliza la dinámica de crear un mazo de tarjetas en cadena antes de su ejecución. Esta variación en la contextualización se incluyó para analizar su influencia en la resolución de las tareas.

3.2. Contexto, participantes y recogida de datos

La experimentación de la propuesta didáctica alrededor del juego diseñado se realiza en un grupo de alumnado de primer curso de Educación Primaria de un centro público situado en la provincia de Huesca. La clase está formada por 23 alumnos (8 niñas y 15 niños) sin adaptaciones curriculares significativas. En las producciones nos referiremos a ellos como An, siendo n un número indicativo de cada alumno/a. La recogida de datos se realiza mediante la observación directa durante el transcurso de las sesiones y, además, mediante diferentes instrumentos como anotaciones y fichas de representación gráfica.

4. Diseño e implementación de la propuesta

A continuación, se expone el desarrollo de esta propuesta didáctica, que se plantea para ser llevada a cabo a lo largo de cuatro sesiones de una hora, como puede verse en la estructura general (Tabla 1). Junto con las situaciones didácticas que se desarrollan en cada sesión, se incluye también una descripción de los resultados de la implementación. Para facilitar el análisis de los datos se emplean las siguientes abreviaturas de las tarjetas de movimientos:

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

Sesión	Situación	Tipo de tarea	Objetivos
S1	S1.1: ¿Dónde llegaré si…?	Ejecución/Interpretación de algoritmos	Interpretar y ejecutar secuencias de movimientos predefinidas. Tarea de activación inicial con baja dificultad (solo "avanza" y "giro izquierda")
S2	S2.1: ¿Qué recorrido hará el emoticono?	Programación	Crear una secuencia (algoritmo) de movimientos para ir de un punto 'X' a un punto 'Y', esquivando obstáculos (mesas). Se estudia el grado de optimización (secuencia mínima de 4 tarjetas)
S3	S3.1: ¿Dónde me siento?	Orientación Espacial/Sentido Espacial	Comprobar la comprensión del plano del aula y la ubicación del alumno en el espacio
	S3.2: ¿Qué recorrido hará el emoticono?	Programación	Programar una secuencia con mayor distancia y complejidad (mínimo 10 tarjetas). La tarea exige más giros
	S3.3: ¿Dónde llegaré si…?	Ejecución/Interpretación de algoritmos	Continuar la ejecución de algoritmos. Consiste en 4 ejercicios de dificultad gradual que incluyen todos los tipos de tarjetas (incluyendo "Retrocede" y "Giro en U")
S4	S4.1(Tablero de juego azul)	Programación y ejecución en tiempo real en tableros descontextualizados	Aplicar aprendizajes creando y ejecutando secuencias para alcanzar las "monedas" evitando "montañas de rocas". Se analiza la influencia del contexto. Los movimientos se diseñan y ejecutan paso a paso, turnándose en la elección de tarjetas y moviendo la ficha del robot.
	S4.2 (Tablero de juego verde)	Programación completa antes de la ejecución en tableros descontextualizados	Como S4.1, pero los movimientos se diseñan en secuencia completa antes de mover la ficha del robot de la posición inicial.

Tabla 1. Estructura general de la propuesta.

4.1. Sesión 1

A modo de introducción se plantea al alumnado: ¿Cómo se mueven los robots? A partir de esta pregunta se genera un debate en el que emergen ideas y vocabulario como 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 la idea de que el plano representa el 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: un plano grande plastificado, una ficha para realizar la actividad S1.1 y siete tarjetas (una con cada movimiento). Las tarjetas no se explican todavía, ya que en este momento se trata de familiarizarse con el material y conocer cómo va a ser la dinámica. En la situación S1.1 se propone llevar a cabo una secuencia de movimientos con el robot (en este caso un muñeco azul fácil de reproducir) a través de las fichas dispuestas debajo para conocer cuál es el sitio al que se llegará (Figura 3). Las situaciones que se plantean son:

a) ¿Dónde llegaré si avanzo nueve hacia delante?
b) ¿Dónde llegaré si avanzo cuatro, giro izquierda y avanzo una?

La manera de afrontar esta situación es mediante trabajo individual y autónomo para poder observar qué han retenido de los debates y posibles conocimientos que tuvieran. No obstante, se realiza una puesta en común, donde algún alumno señala los resultados que ha obtenido, cerrando entonces con otro debate, ¿creéis que ha llegado al sitio correcto?, ¿todos habéis llegado a este punto? Un alumno ejecuta la secuencia en vivo y se comprueba, de forma que el resto puede decidir si lo está haciendo bien o si lo haría de otra forma.

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 pide 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.

4.1.1. Resultados de la sesión 1

La secuencia de movimientos a) (avanzar 9 hacia adelante) la han hecho de forma correcta 18 de 20 alumnos (90%); es decir, todos menos dos. El error cometido por estos dos alumnos viene motivado por no hacer comprendido el objetivo de la actividad. Se expone un ejemplo de producción en la Figura 3, donde se observa cómo el alumno 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.

La secuencia b) de movimientos añade como dificultad un giro hacia la izquierda con respecto a la anterior. Un solo alumno de 20 ha realizado la misma correctamente (5%). El error más habitual en este caso ha sido la confusión en el giro (15 de 20, 75%). Debido a la disposición del plano del aula, el alumnado que ha cometido 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.

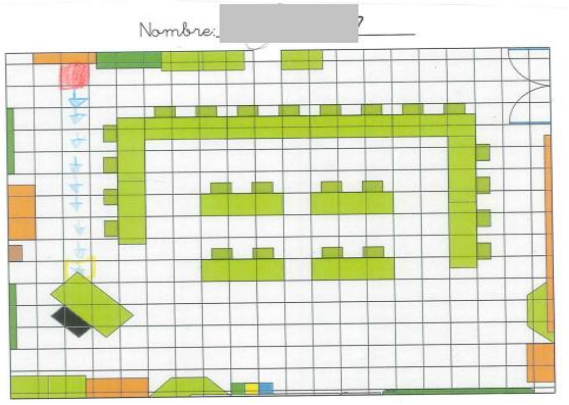


Figura 3. Producción correcta de la situación S1.1 (secuencia a) de movimientos).

El segundo error más frecuente ha tenido su origen en el conteo (9 de 20, 45%), que ha aparecido acompañado por errores en el giro en siete de las nueve ocasiones. También se han cometido errores en el giro, en el punto de comienzo y en el tamaño de las flechas (Tabla 2).

	Nº de alumnos
Correctas	1 (5%)
Error en el giro	8
Error en el giro y en el conteo	7
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 en la situación S1.1 (secuencia b) (N=20).

4.2. 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? Se debate sobre los movimientos sin explicación del profesor. Seguidamente, se presenta la situación S2.1: ¿Qué recorrido hará el emoticono? 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. En la ficha que se proporciona al alumnado (Figura 4), este debe 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). El alumnado es libre de levantarse y realizar la secuencia.

Una vez cada alumno tiene preparado su algoritmo se ponen en práctica varios de ellos que han obtenido resultados diferentes para ver si han llegado o no y, además, para que se evidencie que, a través de distintos recorridos, se puede llegar al mismo sitio. Esta actividad permite analizar el grado de optimización de cada algoritmo; es decir, si la secuencia de tarjetas es tal que podría efectuarse con un menor número de ellas. Si el número de tarjetas fuera el mínimo posible, entonces se trataría de una secuencia de tarjetas con grado de optimización cero. 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 con grado cero de optimización, en este caso, sería: *2I51* 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.

4.2.1. Resultados de la sesión 2

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, siendo lo más habitual las confusiones en el giro (6 de 19, 31,57%).

	Nº 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 situación S2.1 (N=19).

Un ejemplo de ello lo podemos ver en la producción de A13 (Figura 4). El alumno ha decidido comenzar la secuencia retrocediendo, para dar la vuelta por delante de las mesas y llegar al objetivo. 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.

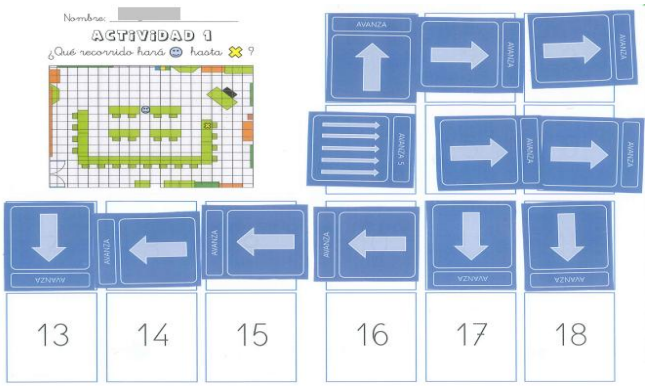


Figura 4. Ficha de recogida de datos de A13 para la situación S2.1.

4.3. Sesión 3

Esta sesión comienza con la situación S3.1: ¿Dónde me siento?. El objetivo de esta tarea, para la que no se da instrucción previa, es comprobar si el alumnado ha desarrollado capacidad para orientarse en el plano del aula sin ningún tipo de indicación. Se realiza de manera individual, ya que cada alumno

debe señalar en el plano el sitio en el que está sentado, de manera previa a cualquier recordatorio o explicación para la familiarización con el material. Después, se organiza una puesta en común.

Seguidamente, se introduce la situación S3.2: ¿Qué recorrido hará el emoticono? (Figura 5). 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 todo el alumnado vea cómo se hace y se le pueda ayudar si no lo tienen claro. En esta situación, se propone de nuevo que el alumnado programe la secuencia de movimientos que deberá hacer el robot hasta llegar a la "X". La diferencia con respecto a la S2.1 es que la secuencia correcta debe de realizarse en un mayor número de movimientos debido a que hay una mayor distancia entre ellos. Igualmente, han de completar una ficha similar con su algoritmo, empleando las tarjetas. Se les proporcinado un mazo de cartas amplio, teniendo en cuenta la secuencia mínima de tarjetas. No obstante, siempre hay una caja en la mesa de la docente con más tarjetas, por si necesitaran más.

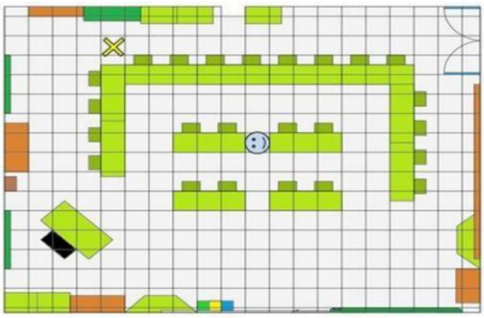


Figura 5. Situación S3.2 : ¿Qué recorrido hará el emoticono?

Conforme acaban, se les va presentando la situación S3.3: ¿Dónde llegaré si…?, que se encuentra por la otra cara de la ficha (Figura 6). Se trata de señalar con pintura amarilla la casilla a la que llegará el robot si ejecuta el recorrido en cuestión. Los últimos cinco minutos de la sesión se ejecutan e interpretan algunos ejemplos de la situación S3.2, a modo de puesta en común, 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 discutir sobre el trabajo realizado.

4.3.1 Resultados de la sesión 3

En la situación S3.1 el único error que ha aparecido ha sido que, A6, tras dos intentos, ha borrado las soluciones que había pensado y ha dejado la fotocopia en blanco debido a que se había enfadado. No obstante, en las dos sesiones anteriores evidenciaba haber comprendido las tareas. En cambio, en la situación S3.2, donde la longitud mínima de la secuencia es de 10 tarjetas, ocho de 17 alumnos (47,05%) han resuelto correctamente la tarea (ver Tabla 4).

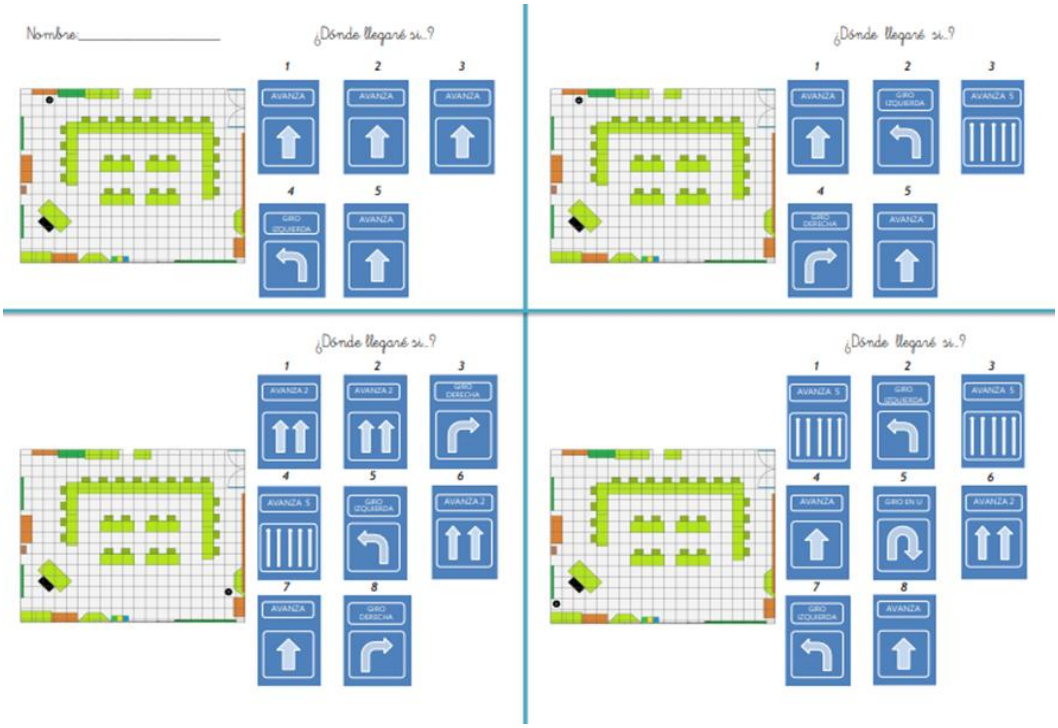


Figura 6. Ficha de la situación S3.3

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 7). El alumno solamente utiliza tarjetas de "giro izquierda" en su secuencia de tarjetas ("I2I52D25I1"), pero tiene grado de optimización 0, debido a que realiza el conteo de manera correcta. 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.

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

Tabla 4. Tasa de éxito y tipos de error de la situación 3.2 (N=17).

Por otro lado, tres de los alumnos (17,65%) llegan 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".

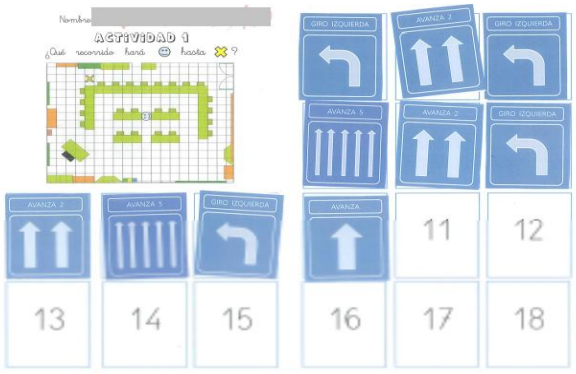


Figura 7. Producción de la situación 3.2 de A4.

La situación S3.3 consiste en la ejecución de cuatro algoritmos diferentes (a, b, c y d). Entra en juego en esta actividad, la distancia 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 situación S3.3a, 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 S3.1, S3.2 y S3.3. Esta última, se iba realizando de manera escalonada conforme cada uno de los alumnos finalizaba la situación S3.2.

Los cuatro algoritmos a interpretar (a, b, c y d) van en orden ascendente de dificultad a priori, 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: a) “111I1”, b) “1I5D1”, c) “22D5I21D” y d) “5I51U2I1” y los resultados obtenidos en cada uno de ellos se muestran en la Tabla 5.

	Nº de alumnos			
	Algoritmo a) N=17	Algoritmo b) N=17	Algoritmo c) N=16	Algoritmo d) N=16
Correctas	12 (70,6%)	10 (62,5%)	9 (56,25%)	7 (43,75%)
Error de comprensión de la situación	0	0	0	1
Error en la interpretación global de la secuencia	1	0	0	0
Error en el giro	4	3	2	0
Error en el conteo	0	1	1	1
Error en el giro y en el conteo	0	2	4	7

Tabla 5. Tasa de éxito y tipos de error de la situación 3.3.

El algoritmo a) lo interpretan 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 es A24, que comete un error en el giro, porque no lo realiza, y ha retrocedido en la misma dirección que estaba avanzando. La distancia entre el lugar a donde llega y el que se buscaba es de dos casillas. El otro error que se ha encontrado reside en la interpretación global de la secuencia, al haber un alumno que ejecuta las tarjetas que se presentan en orden invertido. Es decir, en lugar de ejecutar la secuencia de movimientos propuesta "111I1", 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.

El algoritmo b) supone un giro adicional y un "avanza 5". Lo interpretan de forma correcta 10 de 16 alumnos (62,5%). Tres alumnos han cometido un error únicamente en el giro (18,75%). Dos de los 16 alumnos (12,5%) han tenido una mala interpretación del giro y, además, confusión en el conteo.

En el algoritmo c) 9 de 16 alumnos (52,25%) consiguen llegar a la casilla correcta. Dos de los alumnos interpretan mal el giro. Un ejemplo de ello se puede ver en A4, que comete un error en el giro correspondiente al quinto movimiento, en el que en vez de girar hacia la izquierda, lo hace hacia la derecha. La distancia entre el resultado al que llega y el correcto es de 8 casillas. Por otro lado, cuatro de los alumnos (25%) han cometido errores tanto en el giro como en el conteo. A21 ha sido el único alumno que ha cometido un error debido exclusivamente al conteo, quedando a una distancia del objetivo de una casilla. El error se encuentra en el cuarto movimiento que se indica, en el que se pide avanzar 5, pero avanza 6.

Siguiendo la progresión descendente y, de acuerdo con la dificultad a priori, 7 de 16 alumnos (43,75%) consiguen llegar al objetivo en el algoritmo d). El error más repetido, por 7 de 16 alumnos (43,75%) se debe a confusiones tanto en el giro como en el conteo. Como ejemplo, se muestra la producción de A12 (Figura 8) quien en el primer movimiento ha cometido el primer error avanzando cinco baldosas en lugar de seis. El segundo error aparece en la interpretación del giro en U. Por otro lado, en esta actividad hubo un alumno que interpretó que la casilla de llegada era un objeto cercano a la casilla-objetivo.

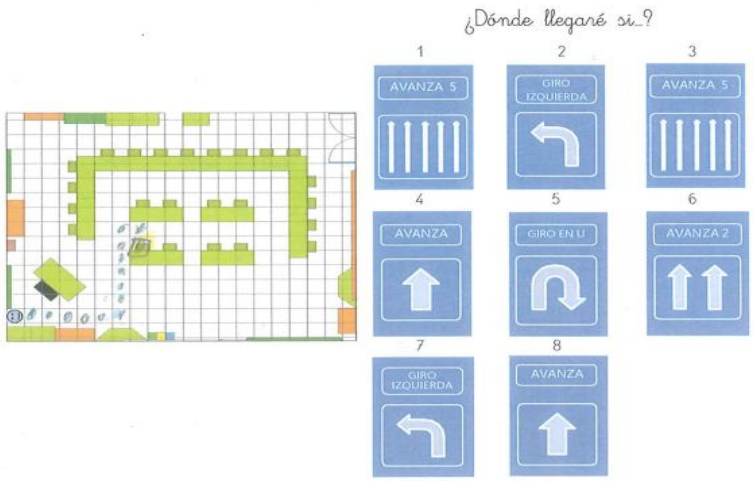


Figura 8. Producción de la S3.3 d) de A12.

4.4. Sesión 4

En la sesión final se proponen dos situaciones con tableros desontextualizados, en lugar de utilizar los mapas del aula. Se comienza con una explicación de los materiales y reglas que hay en el juego y el resto del tiempo los alumnos jugarán por parejas. 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 (similar a *RoboRally*), que añade un punto de reto en favor de la jugabilidad. Además, deben interpretar las montañas de rocas como obstáculos, como lo eran 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, cooperando por parejas, donde cada uno de los dos alumnos elegirá una tarjeta con un movimiento y, a partir de ella, el segundo alumno deberá escoger la siguiente. Esta mecánica se repetirá sucesivamente hasta llegar a las monedas.

En la primera de las situaciones, la S4.1, con el tablero azul (Figura 9), podrán ir moviendo el robot trazando el recorrido que vayan seleccionando a través de las tarjetas, con las que deben hacer un mazo. En cambio, en la situación S4.2, con el tablero verde (Figura 9), los alumnos tienen que dejar la ficha del robot en la casilla de inicio e ir construyendo una secuencia de movimientos con las tarjetas, para después ejecutarla. Esta última sesión recoge todos los aprendizajes que se han construido 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 alcance el objetivo.

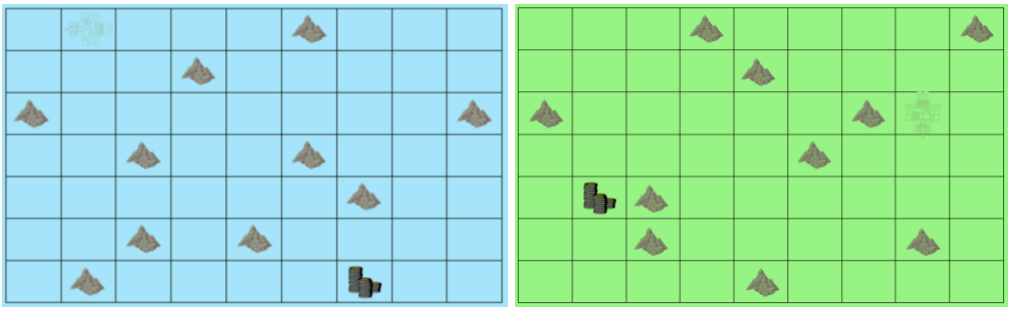


Figura 9. Tableros de juego para la S4.1 (izquierda) y para la S4.2 (derecha)

En esta sesión participan 20 alumnos, con lo que tenemos 10 parejas. No obstante, en la situación S4.1, a cuatro de las parejas (P2, P4, P8 y P9) se les olvidó enumerar las tarjetas con el resultado final obtenido. De la misma manera, en la situación S4.2, a otra pareja (P5) le faltó tiempo para terminar.

La situación se había planteado originalmente para que el alumnado construyera un mazo con las tarjetas de programación. Al finalizarlo, deben numerarlas para que la secuencia se pueda leer en orden al ejecutarla. Sin embargo, el alumnado optó por ir disponiendo las tarjetas con los movimientos en el orden y sentido que se iban a reproducir, como puede verse en la Figura 10. 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 10. Alumnado con el tablero de juego de la S4.1.

Tanto en S4.1 como en S4.2 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. Conforme 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. Las parejas que han realizado las actividades se enumeran como P1, P2, P3, etc. Estas, están formadas por el alumnado en orden de lista, teniendo en cuenta que tres de los alumnos del aula no asistieron el día en que se realizó la actividad.

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 6 se recogen los resultados de 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. Por último, se expone el grado de optimización de cada una de las secuencias realizadas.

Parejas	Llegada al objetivo	Secuencia	Error	Grado de optimización
P1	0	D1111I111I11D1	Confusión de giro y conteo	4
P3	1	D121I2D2I21	-	1
P5	1	D2I21D2I1D2I1	-	3
P6	1	RD1I11D1I21ID211D1	Atraviesan obstáculos	8
P7	1	D5RI22D2I1	-	0
P10	1	21D22I1D2I1	-	1

Tabla 6. Resultados obtenidos en la situación S4.1.

Como puede observarse, la pareja P7 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 P1, 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 (D1111I111I11D1), lo que les lleva a alejarse del objetivo. La secuencia de tarjetas que plantean coincide en los movimientos necesarios para llegar al objetivo en cuanto al uso de tarjetas "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 cinco, quedando a una distancia mínima de la meta de cinco 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 (ocho). 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: RD1I11D1I21ID211D1.

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 nulo. Finalmente, en la Tabla 7 se sintetizan las tasas de éxito y los tipos de errores que han aparecido en la situación S4.1

	Nº de parejas de alumnos
Correctas	4 (66,6%)
Error en el giro y en el conteo	1
Atraviesa obstáculos	1

Tabla 7. Tasa de éxito y tipos de error de la situación S4.1 (N=6).

En cuanto a la situación S4.2, con el tablero verde, en la Tabla 8 se muestran los resultados. 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.

Parejas	Llegada al objetivo	Secuencia	Error	Grado de optimización
P1	1	U2D22IRD2I1	-	1
P3	1	2I2I2D22I2	-	0
P6	1	1I2IR2I22I2	Confusión en el giro	1
P7	1	1I2I1D22I2	-	0
P10	1	1I2I1D121I2	-	1

Tabla 8. Resultados obtenidos en la situación S4.2.

De la misma forma, P10 ha escogido el mismo recorrido pero expone un grado de optimización igual a uno, 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 P6 ha cometido un error en el giro (*1I2IR2I22I2*), lo que le ha llevado a quedarse a una distancia mínima del objetivo de once 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 (180º). Además, se considera importante mencionar que en lugar de girar hacia la derecha y avanzar, han optado por girar hacia la izquierda y retroceder (*U2D22IRD2I1*), 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 uno.

La Tabla 9 sintetiza los resultados globales de la S4.2, junto con los tipos de errores detectados.

	Nº de parejas de alumnos
Correctas	4 (80%)
Error en el giro	1

Tabla 9. Tasa de éxito y tipos de error de la situación S4.2 (N=5).

5. Discusión sobre los errores más comunes y el grado de contextualización

A continuación, se presenta una discusión de los errores más comunes y la influencia del grado de contextualización de las tareas. En la Figura 11 se muestra la tasa de corrección de las situaciones planteadas a lo largo de las cuatros sesiones. Recordemos que las que se juegan en un tablero sin contextualizar en el plano del aula son las de la última sesión (S4.1 y S4.2).

En primer lugar, se observa que la situación S1.1b es la que presenta menor tasa de aciertos (5%). Los errores más comunes en S1.1b están en el giro o en el giro y en el conteo, lo que sugiere que el alumnado no interpreta bien la ejecución de los giros. En el fondo, estos fallos de interpretación son comprensibles, pues en la vida cotidiana las personas no giran manteniéndose quietas en el mismo punto, ni los coches o las bicicletas. El movimiento "giro" de los robots en estos juegos es precisamente eso, un movimiento de giro (o rotación) desde el punto de vista matemático. En este

caso, un giro de 90º alrededor del punto central de la casilla. El juego existente de perspectivas entre la disposición del plano, el aula y el robot es otra fuente de confusiones y errores. Así, el error en el giro se puede deber a que han decidido girar hacia su propia izquierda (levógiro), sin tener en cuenta que desde la perspectiva del robot, sería la derecha (dextrógiro).

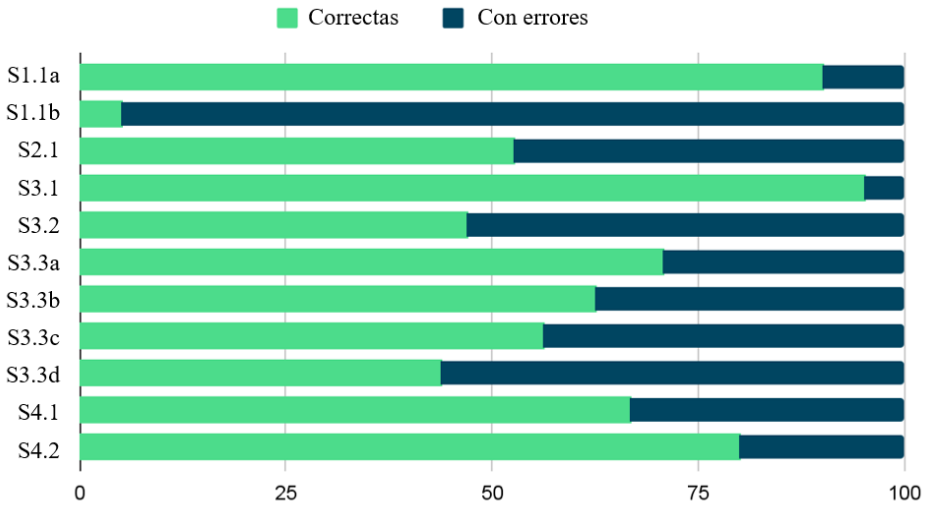


Figura 11. Tasa de producciones correctas e incorrectas, en términos de porcentaje, para cada situación.

La situación S3.3d es la segunda con la tasa más baja de éxito (43,75%). El tipo de error más común vuelve a tener que ver con el giro y el conteo. Además, en este algoritmo de la situación S3.3 es la primera vez que aparece el giro en U (180º). Errores similares en la interpretación de los giros se observan en la situación S3.2 (47,06% de éxito), donde el conteo se hace bien en la mayoría de los casos, y en la situación S2.1 (52,6% de éxito). El análisis de las producciones sugiere que la confusión entre girar en sentido dextrógiro o levógiro es la principal dificultad, que también se extiende al resto de situaciones, bien por confundirlos o bien por el obstáculo que supone articular su propia visión del plano con la perspectiva del robot. Estos resultados son coherentes con la dificultad creciente de los algoritmos a interpretar en la situación S3.3, donde se aumenta el número de tarjetas y de giros. Este resultado coincide con lo expuesto por Ricart et al. (2019), quienes señalan que nociones como el giro y la orientación espacial son conceptos complejos en estas etapas educativas que requieren de una transición entre lo vivencial y lo representativo. En la experiencia de Ricart et al. (2019) se sugiere que el empleo de robots facilita el desarrollo de estas nociones al permitir el ensayo-error inmediato. Por otra parte, la tendencia del alumnado a elegir trayectos basándose en la proximidad visual del objetivo (factor topológico) en lugar de considerar la simplicidad algorítmica coincide con los hallazgos de Diago et al. (2018), quienes observaron que en estas edades la percepción de la dificultad está fuertemente ligada a la distancia física.

Las situaciones que no aparecen contextualizadas en el plano del aula son las de la última sesión, S4.1 y S4.2, que presentan tasas de éxito del 66,6% y del 80%, respectivamente. Los errores que se identifican vuelven a tener que ver con el giro y con el conteo, y se da el caso de una pareja que realiza un camino atravesando obstáculos. A pesar de que a priori se esperaba una menor tasa de éxito con estos tableros, tanto S4.1 como S4.2 se encuentran por encima de la media general (60,8%). Esto sugiere que los conocimientos y habilidades desarrollados en las anteriores sesiones les han preparado adecuadamente para el salto a tableros descontextualizados, o que realmente esto no tiene relación. Este resultado se alinea con lo observado por Zapata-Ros (2019), que señala que las actividades desenchufadas no son meros juegos, sino que crean estructuras cognitivas y habilidades de

"precodificación" (como la seriación y la organización espacial) que podrán ser evocadas posteriormente para resolver problemas computacionales más complejos. En el mismo sentido, Sepúlveda Durán et al. (2025) observaron en su estudio una mejora progresiva en tareas relacionadas con conceptos del pensamiento computacional, como secuencias y bucles, después de varias sesiones de trabajo.

Conclusiones

Este trabajo presenta el diseño, análisis e implementación de una propuesta didáctica desenchufada que integra el pensamiento computacional, en su vertiente algorítmica, con el sentido espacial en 1º de Educación Primaria. Los resultados refuerzan la viabilidad de utilizar el juego y la resolución de problemas como motores para que el alumnado se inicie en la interpretación, creación y modificación de algoritmos sin necesidad de dispositivos electrónicos. Así mismo, la propuesta ejemplifica cómo desarrollar el pensamiento computacional de forma coherente con el currículo de matemáticas de 1.º de Educación Primaria bajo el marco de la LOMLOE. En este sentido, los contenidos o saberes básicos que se movilizan corresponden al sentido numérico (conteo) y, sobre todo, al sentido espacial (relacionados con la orientación espacial, como: arriba-abajo, giros, avanzar-retroceder, delante-detrás, etc.)

La propuesta presenta tareas de forma progresiva y sensible a las necesidades del alumnado en particular, al considerar inicialmente tableros basados en el contexto cercano del aula, en consonancia con las orientaciones que emanan de la literatura (Seckel, et al., 2023). Las dificultades detectadas, debidas sobre todo a los giros y la orientación espacial, son coherentes con otros trabajos que señalan que estas nociones son complejas en estas edades y que requieren de una transición entre lo vivencial y lo representativo (Diago et al., 2018; Ricart et al., 2019).

Aunque en la gestión de aula se reservaron momentos para discutir los errores y construir aprendizaje a partir de ellos, los resultados obtenidos sugieren que, en una nueva implementación, sería conveniente planificar buenas preguntas que fomenten que el alumnado argumente sus decisiones. Alsina y Acosta (2018) identifican como fundamental esta práctica para desarrollar el razonamiento lógico y la autoevaluación desde edades tempranas. Igualmente, Seckel et al. (2023), señalan la importancia de reservar momentos para la reflexión y la anticipación mental antes de fijar las tarjetas del algoritmo. Finalmente, se reconoce que el tamaño de la muestra y su realización en un único centro limitan la generalización de los resultados. Como línea futura de trabajo, dado que la literatura sugiere la conveniencia de trabajar inicialmente de manera desenchufada (Ye, at al., 2023), interesa investigar la transferencia de las habilidades desarrolladas y la permanencia y superación de errores al introducir robots físicos (como Bee-Bot o Blue-Bot) tras esta fase desenchufada.

Agradecimientos

XXX

Bibliografía

Alsina, A. (2022). Transformando el currículo español de Educación Infantil: la presencia de la competencia matemática y los procesos matemáticos. *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas, 111*, 33-48.

Alsina, Á., & Acosta, Y. (2018). Iniciación al álgebra en Educación Infantil a través del pensamiento computacional: Una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 52*, 218-235.

Bishop, A. J. (1998). El papel de los juegos en educación matemática. *UNO: Revista de Didáctica de las matemáticas, 18*, 9-19.

Bishop, A. J. (1999). *Enculturación matemática: La educación matemática desde una perspectiva cultural*. Ediciones Paidós.

Bright, G. W., Harvey, J. G., & Wheeler, M. M. (1985). *Learning and mathematics games*. Journal for Research in Mathematics Education. Monograph Number 1. National Council of Teachers of Mathematics.

Departamento de Educación, Cultura y Deporte (DECP) (2022). *Orden ECD/1112/2022, de 18 de julio, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Primaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón*. DECP.

Diago, P. D., Arnau, D., & González-Calero, J. A. (2018). La resolución de problemas matemáticos en primeras edades escolares con Bee-bot. *Matemáticas, Educación y Sociedad, 1*(2), 36–50.

Edo, M. (1998). Juegos y matemáticas. Una experiencia en el ciclo inicial de primaria. *UNO: Revista de Didáctica de las matemáticas*, *18*, 21-37.

Gairín, J. M. (1990). Efectos de la utilización de juegos educativos en la enseñanza de las matemáticas. *Educar, 17*, 105-118.

Gardner, M. (1998). A Quarter-Century of Recreational Mathematics. *Scientific American, 279*(2), 68-75.

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.

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.

Huizinga, J. (1949). *Homo Ludens: A Study of the Play-Element in Culture*. Routledge & Kegan Paul Ltd.

Inbar, M., & Stoll, C. S. (1970). *Games and learning. Interchange, 1*, 53–61.

Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP) (2022). *Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria*. MEFP.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.

Palop, B., Díaz, I., Rodríguez-Muñiz, L. J., & Santaengracia, J. J. (2025). Redefining computational thinking: A holistic framework and its implications for K-12 education. *Education and Information Technologies, 30*, 13385–13410.

Papert, S. (1972). Teaching Children to be Mathematicians Versus Teaching About Mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 3*(3), 249–262. https://doi.org/10.1080/0020739700030306

Real Academia Española (2014). *Diccionario de la lengua española. 23a Ed*. RAE.

Ricart, M., Estrada, A., & Margalef, M. (2019). Idoneidad didáctica en Educación Infantil: Matemáticas con robots Blue-Bot. *EDMETIC, 8*(2), 150-168.

Seckel, M. J., Salinas, C., Font, V., & Sala-Sebastià, G. (2023). Guidelines to develop computational thinking using the Bee-bot robot from the literature. *Education and Information Technologies, 28*(12), 16127-16151. https://doi.org/10.1007/s10639-023-11843-0

Sepúlveda Durán, C. M., Arévalo Galán, A., & García Fernández, C. M. (2025). Pensamiento computacional desenchufado en educación primaria: Una propuesta en el ámbito STEAM desde el desarrollo de la expresión corporal. *Retos, 67*, 12-26. https://doi.org/10.47197/retos.v67.110772

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology, 25*(1), 127-147.

Wing, J. M. (2006). *Computational thinking. Communications of the ACM, 49*(3), 33-35.

Ye, H., Liang, B., Ng, O.-L., & Chai, C. S. (2023). Integration of computational thinking in K-12 mathematics education: A systematic review on CT-based mathematics instruction and student learning. *International Journal of STEM Education, 10*(1), 3. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00396-w

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a distancia, 46*, 1-47.

Cristina Pociello-Rubiella. Maestra de Educación Primaria, egresada de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de la Universidad de Zaragoza, en Huesca. Máster Universitario en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, en la Universidad del País Vasco.

Pablo Beltrán-Pellicer. Departamento de Matemáticas, Área de Didáctica de la matemática de la Universidad de Zaragoza. Facultad de Educación. c/ Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza. Profesor Titular de Didáctica de la matemática, ha sido profesor funcionario de Educación Secundaria en Aragón, ahora en excedencia, compaginando durante varios años la práctica de aula en niveles no universitarios con la investigación en didáctica. Divulga sobre educación matemática desde su cuenta de Twitter(X) y BlueSky @pbeltranp, el podcast «Ábacos y geoplanos» y su web www.tierradenumeros.com, donde mantiene un blog y recoge sus publicaciones.