

Desarrollo del álgebra temprana a través de la música y el robot educativo Bee-bot

Developing early algebra through music and the educational robot Bee-bot

MARÍA FRANCISCA TORREJÓN-MARÍN^A, NOELIA VENTURA-CAMPOS^B Y MERCEDES VENTURA^C

^{A, B y C} Universitat Jaume I (Castellón de la Plana, España)

^A mtorrejo@uji.es, ^B venturan@uji.es, ^C mventura@uji.es

^A <https://orcid.org/0000-0002-2019-8267>, ^B <https://orcid.org/0000-0002-0443-8048>,

^C <https://orcid.org/0000-0001-5949-7144>

Recibido/Received: Junio de 2025. Aceptado/Accepted: Junio de 2026.

Cómo citar/How to cite: Torrejón-Marín, M. F., Ventura-Campos, N. y Ventura, M. (2026). Desarrollo del álgebra temprana a través de la música y el robot educativo Bee-bot. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 15(1), 32-63. DOI: <https://doi.org/10.24197/dx043q07>

Artículo de acceso abierto distribuido bajo una [Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional \(CC-BY 4.0\)](#). / Open access article under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC-BY 4.0\)](#).

Resumen: Este estudio describe tres situaciones de aprendizaje, implementadas en un aula de música con alumnado de 3 a 8 años, integrando contenidos musicales, matemáticos y robótica educativa para promover el pensamiento algebraico y computacional. Se trabajan habilidades como clasificación, correspondencia y seriación, facilitando procesos de generalización y reconocimiento de patrones, propios del álgebra temprana. La observación y registro de aula permiten identificar diferencias evolutivas: el alumnado de 3 a 5 años, el cual requiere mayor mediación docente, especialmente en verbalización, conteo y programación; a partir de los 6 años muestran mayor autonomía, presentando dificultades en los giros y la lateralidad; entre los 7 y 8 años son capaces de crear, extender y traducir patrones rítmicos, evidenciando pensamiento relacional. Esta experiencia ofrece a los docentes ejemplos transferibles para articular el álgebra temprana con contenidos musicales y tecnológicos, sirviendo de base para diseñar nuevas experiencias interdisciplinares.

Palabras clave: Pensamiento algebraico; pensamiento computacional; robótica educativa; música; interdisciplinariedad; edades tempranas.

Abstract: This study describes three learning situations implemented in a music classroom with students aged 3 to 8, integrating musical, mathematical, and educational robotics content to promote algebraic and computational thinking. It focuses on skills such as classification, correspondence, and seriation, facilitating processes of generalization and pattern recognition characteristic of early algebra. Classroom observation and documentation allow for the

identification of developmental differences: students aged 3 to 5 require greater teacher mediation, especially in verbalization, counting, and programming; starting at age 6, they demonstrate greater autonomy but face difficulties with rotations and laterality; between ages 7 and 8, they are capable of creating, extending, and translating rhythmic patterns, demonstrating relational thinking. This experience offers teachers transferable examples for integrating early algebra with musical and technological content, serving as a foundation for designing new interdisciplinary experiences.

Keywords: Algebraic thinking; computational thinking; educational robotics; music; interdisciplinarity; early ages.

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios han abordado la relación entre música y matemáticas en contextos escolares (Arnal-Palacián et al., 2020; Barrantes et al., 2021; Chao et al., 2015; López, 2016), destacando que ambas disciplinas comparten estructuras, patrones y procesos que enriquecen las posibilidades de trabajo conjunto en el aula. Sin embargo, Casals et al. (2014) evidencian la escasez de propuestas que vinculen matemáticas y música en el ámbito educativo, a pesar de la estrecha relación histórica que las une.

En este contexto, el presente artículo describe tres situaciones de aprendizaje en las que música y matemáticas se integran de forma interdisciplinar. A partir de contenidos musicales, se plantean retos matemáticos que promueven la resolución de problemas mediante el uso de un robot educativo, incorporando el pensamiento computacional como elemento transversal.

Estas situaciones se plantean en el contexto de una escuela de música para trabajar contenidos lógico-matemáticos, entendidos como álgebra temprana (Alsina, 2019), y favorecer habilidades como la generalización y el establecimiento de relaciones (Blanton et al., 2015; Kieran, 2022). Asimismo, el pensamiento computacional, a través de procesos como la secuenciación, el reconocimiento de patrones o la descomposición (Bers, 2018; Palop et al., 2025; Wing, 2006), contribuye al desarrollo de los modos de pensamiento del álgebra temprana (Acosta y Alsina, 2024; Acosta et al., 2022; Pincheira et al., 2021).

El objetivo del estudio es diseñar, implementar y analizar tres situaciones de aprendizaje fundamentadas en la integración de la música, matemáticas y robótica educativa, con el fin de favorecer el desarrollo del

pensamiento algebraico temprano y su articulación con el pensamiento computacional en alumnado de 3 a 8 años.

1. MARCO TEÓRICO

El marco teórico se estructura en tres apartados que permiten fundamentar la propuesta didáctica presentada. En primer lugar, se aborda el álgebra temprana como base para la comprensión de los procesos matemáticos implicados. En segundo lugar, se analiza el pensamiento computacional y las posibilidades de la robótica educativa, en tanto que herramientas que amplían las formas de razonamiento y resolución de problemas en edades tempranas. Finalmente, se explora la relación entre las matemáticas y la música como enfoque interdisciplinar, poniendo de relieve su potencial para generar contextos significativos de aprendizaje.

1.1. Álgebra temprana en Educación Infantil

Desde un punto de vista matemático podemos considerar el pensamiento algebraico como la base del pensamiento computacional en cuanto a la organización de unos datos y los pasos necesarios que hay que plantear para llegar a la solución deseada (Acosta et al., 2024). Por ello, parece fundamental trabajarlo desde edades tempranas, dando lugar al término que se conoce como álgebra temprana. Según Stephens et al. (2015), el pensamiento algebraico en niños y niñas se fortalece mediante el diseño de tareas que promuevan la generalización y el fomento de la capacidad de pensar estructuralmente.

Aunque inicialmente la investigación sobre pensamiento algebraico se centró en las etapas de educación secundaria, a partir de los años noventa se consolidó el enfoque del álgebra temprana, que promueve la interacción del alumnado con objetos, relaciones y estructuras matemáticas desde edades tempranas (Carraher y Schliemann, 2007; Kaput, 1998, 2008; Kieran, 2022). Se optó por un triple encuadre del pensamiento algebraico temprano: el analítico, el estructural y el funcional. Las dos primeras se podrían englobar en el pensamiento relacional, donde el primero está sustentado por los aspectos de la transformación y el segundo con la forma de ver y expresar las propiedades (Kieran, 2004, p.149):

El pensamiento algebraico en las primeras etapas implica el desarrollo de formas de pensamiento en actividades donde se puede utilizar la letra

simbólica como herramienta o en otras que, sin utilizar la letra simbólica, analizan relaciones entre cantidades, estudian el cambio, generalizan, resuelven problemas, justifican, demuestran y predicen.

Alsina et al. (2023) establecen tres categorías de trabajo del álgebra temprana en educación infantil: relaciones a partir del reconocimiento de atributos (agrupación, clasificación, correspondencias, etc.); seriaciones a partir de patrones de repetición; y cambios cualitativos y cuantitativos. Son varios los autores (Du Plessis, 2018; Papic, 2007; Taylor-Cox, 2003) que destacan, de entre estas tres categorías, la gran validez de la enseñanza con patrones, ya que esta permite identificar la unidad de repetición e iniciar al alumnado en procesos de generalización. No obstante, es el trabajo de las tres categorías lo que llevará al desarrollo del pensamiento funcional mediante una planificación que incluya actividades de explorar, manipular e identificar propiedades concretas. Estas oportunidades que ofrecen las experiencias sirven para avanzar hacia la generalización de estructuras y el desarrollo temprano del pensamiento algebraico (Acosta y Alsina, 2024).

Asimismo, Acosta et al. (2022) destacan la importancia de la interacción docente durante las actividades lógico-matemáticas mediante preguntas y contrapreguntas que generen oportunidades de aprendizaje, considerando el error como una oportunidad de aprendizaje y de enriquecimiento entre iguales, y promoviendo un ambiente dialógico y constructivo en el aula.

1.2. Pensamiento computacional y robótica educativa

El pensamiento computacional se concibe como un enfoque para la resolución de problemas que implica formular problemas y sus soluciones de manera que puedan ser representadas y ejecutadas por un agente de procesamiento de información, incorporando procesos como la abstracción y el diseño de algoritmos (Wing, 2006, 2008).

El pensamiento computacional en Educación Infantil y Primaria implica el desarrollo de habilidades a través de actividades en las que el alumnado secuenciar acciones, reconoce patrones, descompone y resuelve problemas, representa soluciones, depura errores e itera sus propuestas, trabajando con datos, problemas y algoritmos (Bers, 2018; Palop et al., 2025; Wing, 2006; Yang et al., 2025). Desde esta perspectiva, la programación se configura como un lenguaje de expresión que permite

diseñar, probar y ajustar soluciones de problemas en contextos significativos. Estas habilidades, transferibles a distintas áreas del currículo, facilitan la identificación de regularidades, relaciones y estructuras propias del razonamiento matemático, que pueden desarrollarse a través de enfoques globalizados.

En la práctica educativa, diversas investigaciones (Diago et al., 2018; Terroba et al., 2020) señalan el pensamiento computacional como parte de un proceso de resolución de problemas en el que el alumnado debe elaborar estrategias. En este sentido, el uso de robots en actividades de resolución de problemas favorece la iniciación del alumnado en el pensamiento computacional. En particular, el uso de robots educativos de suelo permite desarrollar la competencia en resolución de problemas mediante tareas de programación, recibiendo retroalimentación inmediata que facilita el replanteamiento de estrategias (Pérez y Diago, 2018). En este proceso interviene el conteo de los pasos, la selección de comandos, la verbalización de decisiones y el desarrollo de nociones de orientación espacial desde edades tempranas, trabajando conceptos como “hacia delante” y “hacia detrás”, posiciones relativas como “a un lado” o “al otro lado” y la lateralidad (“izquierda y derecha”) (Jiménez-Gestal et al., 2019). No obstante, durante la resolución de los retos también se observan dificultades, especialmente en los giros de 90° y en la comprensión de la lateralidad, aspectos que resultan clave para interpretar el progreso del alumnado (Pérez y Diago, 2018).

1.3. Matemáticas en el aula de música

Son muchos los aspectos que se pueden trabajar conjuntamente entre las materias de música y de matemáticas. La música encierra en sí misma una gran riqueza matemática, lo que la convierte en un contexto idóneo para el diseño de situaciones de aprendizaje interdisciplinarias orientadas al desarrollo del pensamiento lógico y algebraico. Se pueden identificar, por ejemplo, conceptos pitagóricos en la escala musical en la relación de los sonidos, así como los conceptos de divisibilidad en intervalos musicales o la notación musical desde un punto de vista de las funciones (Liern y Queralt, 2008). Asimismo, es posible identificar el sentido aritmético de una nota musical al considerar que puede representarse mediante distintas apariencias, lo que permite abordar relaciones de equivalencia. Del mismo modo, puede trabajarse el sentido geométrico al analizar la división del intervalo de una octava para construir intervalos,

favoreciendo así la comprensión de proporciones en el ámbito musical (Arenzana y Arenzana, 1998; Harkleroad, 2006). Según Chao et al. (2015) “los beneficios de trabajar la música y las matemáticas interdisciplinariamente son innumerables y una enseñanza adecuada puede ayudar a que los estudiantes consigan asociar los conceptos de ambas disciplinas logrando una educación integral y no fragmentada” (p. 1).

En cuanto al trabajo en el aula, son varias las experiencias que podemos encontrar que aúnan las dos materias de matemáticas y música. Las actividades que se proponen en etapas de Educación Infantil basan su aprendizaje a través del juego, mediante canciones donde la música es un recurso para la enseñanza de contenidos matemáticos, o a través de propuestas donde se trabajan contenidos relativos a la geometría, situaciones rítmicas y medida en edades bien tempranas de 0 a 3 años (Barrantes et al., 2021; Chao et al., 2015; López, 2016). En etapas de Educación Primaria encontramos propuestas pedagógicas; entre otras, en Arnal-Palacián et al. (2020) se realizan actividades musicales de líneas melódicas, el pulso y el compás, y la creación de melodías para trabajar las operaciones aritméticas, las nociones de mínimo común múltiplo y las fracciones. Liern (2011) nos muestra experiencias que provienen de la vida real y se miran con ojos matemáticos, donde se trabajan las fracciones, el cálculo y la representación gráfica a través de los valores de las notas y silencios, el puntillo y la escucha y análisis de fragmentos musicales.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio se enmarca en la investigación cualitativa de carácter descriptivo, la cual se orienta a la descripción detallada y a la comprensión de las relaciones que se producen en su contexto (McMillan y Schumacher, 2005).

2.1. Contexto, participantes y diseño metodológico

Las situaciones de aprendizaje se desarrollan a lo largo de un curso escolar como parte de una actividad extraescolar en una escuela de música ubicada en un contexto rural, con la participación de alumnado de entre 3 y 8 años. Los grupos se organizan por franjas de edad: un grupo de jardín musical (3 a 6 años), que asiste de manera conjunta; un grupo de 6-7 años; y un grupo de 7-8 años.

Al inicio del curso, se informó a las familias, mediante una reunión, acerca del proyecto que se desarrollaría en el aula con el uso de robótica educativa. La participación fue voluntaria y todas las familias firmaron el consentimiento informado. De este modo, la muestra quedó constituida por el alumnado de entre 3 y 8 años que asistía semanalmente a la actividad.

Cabe señalar que la docente es también la investigadora, lo que permite una recogida de datos directa y contextualizada. Para su recogida y análisis, se emplea la triangulación de la información procedente de diversas fuentes, como fotografías, grabaciones de vídeo y conversaciones con otra docente, junto con los registros de observación de cada sesión y el análisis interpretativo de los diálogos producidos durante las actividades, con el fin de identificar patrones y significados relevantes.

2.2. Situaciones de aprendizaje con contenidos matemáticos en el aula de música

Se presentan tres situaciones de aprendizaje diseñadas desde un enfoque interdisciplinar, que buscan promover el desarrollo del pensamiento matemático mediante actividades musicales. Los contenidos matemáticos incluyen una o varias categorías de trabajo del álgebra temprana (Alsina et al., 2023), así como contenidos de pensamiento computacional y otros contenidos matemáticos, como el conteo de números naturales, abordados en contextos significativos.

Para llevar a cabo las situaciones de aprendizaje, se utilizó el robot educativo Bee-bot, único dispositivo de robótica disponible en la escuela de música, lo que condicionó su selección frente a otros recursos tecnológicos. Bee-bot es un robot de suelo que contiene en su parte superior siete botones (ver figura 1): dos permiten desplazarse hacia adelante o atrás, otros dos controlan el giro de 90° a la izquierda y a la derecha, el botón “GO” inicia la secuencia programada, el botón “pause” realiza una breve pausa de un segundo, y el botón “X” borra las instrucciones programadas. El robot tiene una distancia de paso de 15 cm, por lo que cada vez que se presiona el botón de adelante o atrás se programa un avance o retroceso de 15 cm.

Aunque la literatura propone trayectorias evolutivas que incorporen distintos niveles de programación mediante el uso progresivo de diferentes recursos de robótica (García-Valcárcel y Caballero-González, 2019), en este estudio se opta por diseñar retos graduados, fundamentados en contenidos musicales y de álgebra temprana, incrementando la demanda

cognitiva sin modificar el dispositivo. Esta decisión favorece la familiaridad con la herramienta y la progresión en el aprendizaje, mientras que el pensamiento computacional se integra de forma transversal en las actividades.



Figura 1. Robot de suelo Bee-bot con panel de programación en la parte superior

Además del robot, se utilizan alfombras de goma-eva (este material proporciona adherencia suficiente para evitar que se deslicen las tarjetas de las actividades cuando el robot pasa por encima) diseñadas para cada situación de aprendizaje, cuyas cuadrículas de 15×15 cm se ajustan a los desplazamientos del Bee-bot.

Antes de la implementación de la primera situación, se dedicaron dos sesiones a la familiarización con el uso del robot, trabajando las nociones básicas de orientación espacial y la correspondencia entre botones y movimientos, con especial atención a los giros y a las funciones de inicio y borrado. Así pues, estas sesiones tuvieron como finalidad que el alumnado conociera su funcionamiento básico, facilitando así su autonomía en la manipulación del robot.

2.3. Situación de aprendizaje con alumnado de jardín musical (3 a 6 años)

La primera situación de aprendizaje tiene como objetivo afianzar los conceptos de sonido y silencio. La tabla 1 muestra de manera detallada los objetivos algebraicos, musicales y del pensamiento computacional, junto con los materiales, la organización y el desarrollo de la situación de aprendizaje a trabajar en esta situación de aprendizaje, facilitando su comprensión y replicabilidad.

Tabla 1. Situación de aprendizaje “Sonidos y silencios”: objetivos, materiales, temporalización, organización y desarrollo

Categoría	Descripción
Edad	3 - 6 años (n = 14)
Temporalización	1 sesión (1 hora)
Objetivos algebraicos	- Reconocer e identificar atributos de contenido musical, tanto visuales como auditivos - Clasificar mediante atributos musicales
Objetivos musicales	- Iniciar y trabajar con el sonido y el silencio - Reconocer e interpretar sonidos de objetos cotidianos
Objetivos de pensamiento computacional	- Desarrollar nociones de orientación espacial mediante la planificación, secuenciación y ejecución de trayectorias - Iniciar y trabajar habilidades de depuración y verificación del resultado con el robot - Resolver problemas a partir de los datos obtenidos de elementos musicales para el trabajo del sonido/silencio
Materiales	Robot educativo de suelo, dos alfombras lineales de goma eva de 4 casillas, así como imágenes de objetos sonoros (teléfono, campana, coche y pájaro) y no sonoros (libros, paraguas, gafas y bufanda)
Organización	Gran grupo (fase inicial sin uso del robot) y subgrupos por edad para el trabajo con el robot (3-4, 4-5, 5-6 años)
Descripción de la actividad	Identificación e interpretación de sonidos en gran grupo, seguida de una actividad de clasificación en alfombras. Posteriormente, se realiza la programación del robot mediante desplazamientos (adelante/atrás) y conteo de casillas para alcanzar un objetivo mediante el uso de alfombras previamente clasificadas con elementos que producen sonido o no.

La situación de aprendizaje “Sonidos y silencios” se desarrolla con alumnado de 3 a 6 años (n = 14), organizado inicialmente en gran grupo y,

posteriormente, en subgrupos por edad 3-4 años ($n = 5$), 4-5 años ($n = 5$) y 5-6 años ($n = 4$), lo que permite ajustar la complejidad de las tareas y el uso del robot, así como la intervención docente, a las características evolutivas del alumnado. Mientras un subgrupo trabaja con el robot, el resto realiza una actividad complementaria con otra docente. La propuesta se estructura en dos fases diferenciadas.

En una primera fase, realizada en gran grupo, se les propone que identifiquen, a partir de los objetos representados en las tarjetas, cuáles emiten sonido en la realidad y cuáles no. A continuación, se le pide a cada niño y niña que interprete o imite el sonido de los objetos sonoros, favoreciendo la discriminación auditiva y el reconocimiento de cualidades sonoras a través de la expresión corporal y vocal. Esta fase permite introducir y consolidar los conceptos de sonido y silencio.

En una segunda fase, desarrollada en subgrupos, se incorpora el uso del robot educativo como recurso para consolidar los contenidos trabajados previamente. El alumnado dispone de dos alfombras lineales con casillas en blanco en las que debe clasificar las imágenes en función de si producen o no sonido (ver figura 2), pudiendo decidir el orden de colocación. A partir de esta organización, seleccionan una de las alfombras y realizan tareas de desplazamiento del robot entre casillas, trabajando nociones de orientación espacial (adelante y atrás) y el conteo necesario para determinar la distancia a recorrer. Finalmente, programan el robot mediante la secuencia de instrucciones correspondiente, en un proceso guiado por la docente que favorece la planificación, la verificación y la corrección de errores.

La sesión se caracteriza por una interacción constante entre el alumnado y la docente, que orienta el proceso mediante preguntas y retroalimentación, favoreciendo la integración de contenidos musicales, matemáticos y de pensamiento computacional, tal como se recoge en el diálogo presentado en el subapartado de evidencias de la implementación.

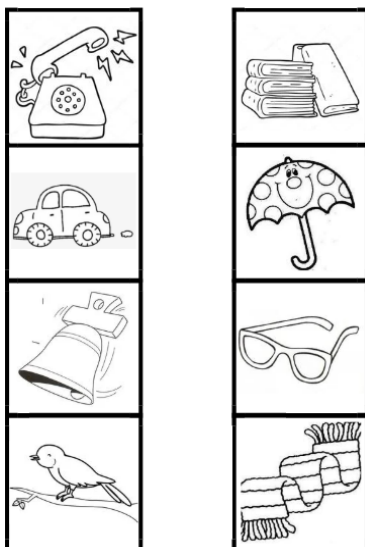


Figura 2: Alfombras lineales con imágenes de objetos que suenan (a la izquierda) y con imágenes de objetos que no suenan (a la derecha)

Evidencias de la implementación de la segunda fase

El alumnado observa las imágenes mientras la docente plantea el reto: “¿de qué manera creéis que podríamos organizar estas imágenes en las dos alfombras que tenemos?” El alumnado discute las posibles formas, justificando sus elecciones, y comienza a clasificarlas en las dos alfombras de forma colaborativa colocando en una alfombra las que no producen sonido y en otra las que sí.

a) Grupo de alumnado de 3-4 años

El alumnado de 3-4 años necesita una guía más dirigida por la docente, quien plantea diferentes preguntas como “¿Qué sonido hace?”, “¿suena o no suena?”, señalando cada objeto e invitando a reproducir su sonido. Sin embargo, presentan dudas al verbalizar la ausencia del sonido. Por ejemplo, les resulta difícil identificar que la bufanda no produce ningún sonido y comprender cómo interpretarlo. En este caso, la docente orienta mediante preguntas al alumnado para que pueda reconocer la característica auditiva como criterio de clasificación y, a partir de ello, decidir su ubicación en la alfombra correspondiente.

Para empezar la parte de la actividad con el robot Bee-bot, la docente les pide que elijan una de las dos alfombras para trabajar con él y que coloquen el robot en la primera casilla (la docente indica que la casilla de salida es la primera imagen que colocan en la alfombra) y decidan a qué casilla ir. Una vez escogida la casilla a la que llegar (ejemplo, de la bufanda al paraguas, ver figura 3), el alumnado programará el robot pulsando los botones situados en su parte superior, trabajando la planificación del recorrido, la correspondencia entre botones y movimientos, la secuenciación de instrucciones a programar y la verificación del resultado.



Figura 3: Robot Bee-bot en la alfombra del recorrido lineal del conjunto de objetos que no suenan (izquierda) y alfombra del conjunto de los objetos que suenan (derecha)

El alumnado de 3-4 años comprende que el robot debe avanzar, pero en un primer momento se confunden con el botón de la flecha hacia adelante y hacia atrás. Suelen necesitar un par de intentos para llegar a la casilla deseada, con mucha ayuda de la docente, que en estas edades es la que se encarga de la depuración del error mediante el borrado de la secuencia programada y devolviendo el robot a la casilla inicial.

Por otro lado se observan errores en el conteo de las casillas, ya que no cuentan con exactitud los pasos y, por tanto, el número de veces que hay que apretar el botón. Se muestran a continuación algunos ejemplos:

Alumna 1: “¡¡Yo lo voy a solucionar!! ¡Es este botón (señalando el botón hacia adelante)!”. *La alumna solo pulsa una vez el botón, en lugar de los dos que se necesitan, y el robot no llega a la casilla deseada.*

Alumna 2: “¡Mejor apretar la tecla hacia adelante dos veces!” *Pulsa el botón hacia adelante dos veces y por fin el robot llega a la casilla deseada que era el paraguas.*

b) Grupo de alumnado de 4-5 años

El alumnado de 4-5 años reconoce y organiza mejor las imágenes en las alfombras de suenan y no suenan, aunque la docente sigue guiando la identificación de las imágenes con o sin sonido, favoreciendo que el alumnado identifique la diferencia del atributo auditivo y construya el criterio de clasificación sin indicarlo de forma explícita.

Todos imitan los sonidos y muestran iniciativa para interpretar por sí mismos los sonidos de las imágenes, pero aún necesitan ayuda para clasificar correctamente las imágenes, respetar turno y mantener el orden, utilizando las tarjetas de una en una. Al realizar la actividad se observa que presentan una mayor comprensión de la secuenciación de comandos, la planificación del recorrido y de la correspondencia botón-movimiento. Se observan errores en el conteo de casillas, ya que cuentan como “uno” la casilla en la que se encuentra el robot. Por ello, suelen necesitar dos intentos para llegar a la casilla deseada, y son ellos/as mismos/as los que se dan cuenta del error cometido y lo corrigen reprogramando el robot, trabajando los procesos de verificación y depuración:

Alumno 1: “¡El robot se sale de la alfombra! Nos hemos pasado de contar casillas...”.

Alumna 2: “Uno, dos y tres”. *Dice otra alumna señalando las casillas de la alfombra que tiene que recorrer el robot sin contar la propia casilla en la que se encuentra.*

Además, a este grupo se le propone colocar el robot “de espaldas” en la casilla inicial para observar su reacción y qué botones deciden apretar. Aunque al principio dudan, consiguen entender la secuencia a programar en función de la orientación del robot, logrando resolver correctamente un recorrido sencillo de forma colaborativa.

c) Grupo de alumnado de 5-6 años

En la clasificación previa de las imágenes, el alumnado de 5-6 años tiene una visión más global de todas las imágenes, ya que, al preguntarles cómo organizarían las distintas imágenes, identifican con claridad el atributo auditivo que las clasifica en dos conjuntos. Seguidamente, se realiza la actividad con la alfombra de las imágenes de los objetos que sí suenan y observamos alguna dificultad con el conteo, aunque en la mayoría de los casos resuelven el reto en el primer intento. Asimismo, trabajan de manera autónoma la secuenciación de comandos, la verificación y la depuración.

Cuando se les propone un reto en el que tiene que avanzar el Bee-bot dos pasos o más, hay algún alumno/a al que le cuesta contarlo porque sigue contando la casilla inicial de salida:

Alumno 1: “¡Hay que darle cuatro veces!”.

Profesora: (después de que el robot se pase de la casilla) “¡Vaya! Ha pasado por la casilla del pájaro, pero no se ha parado ahí. El robot ha seguido y se ha salido de la alfombra. ¿Por qué se ha salido?”.

Alumno 2: ¡Es que yo creo que hemos contado cuatro pasos y son tres! *(Con cara de duda)* “¡Uno, dos, tres!” *(cuenta una alumna señalando con el dedo las casillas)*.

Alumna 3: Sí, son tres. Vamos a hacerlo con tres pasos y seguro que llega sin pasarse.

2.4. Situación de aprendizaje con alumnado de iniciación (6 y 7 años)

La situación de aprendizaje “Instrumentos musicales”, dirigida al alumnado de 6 a 7 años ($n = 9$), se desarrolla en dos fases complementarias. La tabla 2 sintetiza los objetivos algebraicos, musicales y de pensamiento computacional de la actividad, así como los materiales, la organización y el desarrollo de esta.

En una primera fase, realizada en gran grupo, se trabaja el reconocimiento de los instrumentos musicales y su clasificación en familias (viento, cuerda y percusión). Para ello, cada alumno y alumna recibe una tarjeta con la imagen de un instrumento, que debe observar,

identificar y comparar con otros, guiados por preguntas de la docente que favorecen la discriminación visual y el reconocimiento de similitudes y diferencias. Posteriormente, el alumnado busca a compañeros/as que tengan instrumentos de la misma familia, verbalizando el nombre del instrumento y su pertenencia, lo que permite clasificar la clase en tres conjuntos diferenciados. Una vez agrupados, presentan sus instrumentos al resto del grupo, indicando su nombre y justificando la familia a la que pertenecen.

En una segunda fase, el alumnado se organiza en pequeños grupos de tres participantes que trabajan de forma rotativa con el robot, mientras el resto realiza una actividad complementaria. Sentados alrededor de una alfombra de 4×5 casillas con imágenes de instrumentos musicales (ver figura 4). El robot se sitúa inicialmente en una casilla concreta, y a partir de las preguntas de la docente se inicia un diálogo que guía la actividad de correspondencia y programa los desplazamientos del robot para alcanzar la casilla objetivo, integrando así los contenidos musicales y matemáticos.

Tabla 2. Situación de aprendizaje “Instrumentos musicales” : objetivos, temporalización, materiales, organización y desarrollo

Categoría	Descripción
Edad	6 - 7 años (n = 9)
Temporalización	1 sesión (1 hora)
Objetivos algebraicos	- Reconocer e identificar atributos de contenido musical visualmente - Clasificar según tipo de instrumento y familia a la que pertenece - Establecer correspondencias entre instrumentos de la misma familia - Trabajar nociones de orientación espacial en el recorrido de trayectos

Objetivos musicales	- Iniciar en el conocimiento de los instrumentos musicales - Reconocer similitudes y diferencias entre instrumentos de la misma y de diferente familia - Conocer las familias de instrumentos musicales: viento, cuerda y percusión
Objetivos de pensamiento computacional	- Desarrollar nociones de orientación espacial, incluyendo la lateralidad y giros, mediante la planificación y secuenciación de trayectorias. - Trabajar habilidades de abstracción a partir de la identificación de atributos comunes entre instrumentos. - Iniciar y trabajar habilidades de depuración y verificación del resultado con el robot.
Materiales	Robot Bee-bot, alfombra de 4×5 casillas y tarjetas de instrumentos musicales de las familias de viento, cuerda y percusión
Organización	Gran grupo (fase inicial sin uso del robot) y pequeños grupos de trabajo rotativos para el uso del robot
Descripción de la actividad	Reconocimiento de instrumentos y clasificación por familias en gran grupo, seguido de actividades de correspondencia y desplazamiento en alfombra mediante el robot, trabajando la orientación espacial y el conteo para alcanzar objetivos.

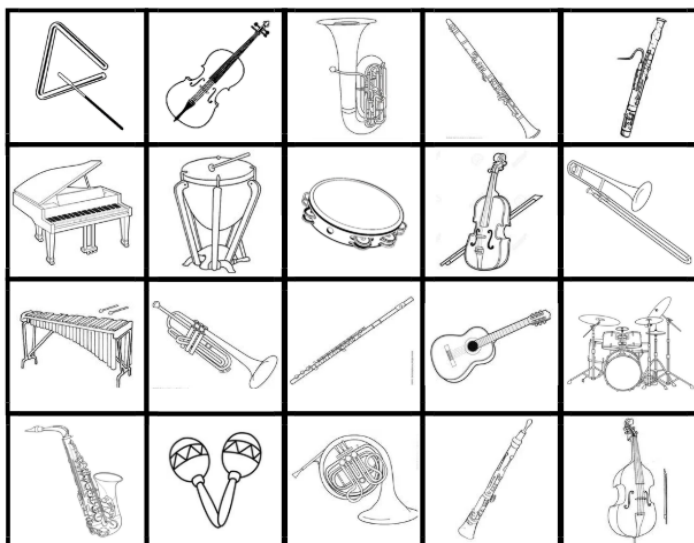


Figura 4: Alfombra de instrumentos musicales de las familias de viento, cuerda y percusión

Evidencias de la implementación de la segunda fase

La actividad se inicia con el reto de programar el robot para llegar a una casilla en la que se encuentre otro instrumento, pero con la condición de “ser de la misma familia”. Primero analizan de forma colaborativa el instrumento en el que está situado. En el siguiente ejemplo, el robot está situado en la trompa (ver figura 5); en este caso, casi todos/as fácilmente saben que es la trompa, que pertenece a la familia de viento y deciden ir a la casilla de la trompeta. El alumnado presenta algunas dudas con los giros en dos aspectos: la lateralidad y la funcionalidad del giro, ya que este se realiza únicamente en 90° y no implica un desplazamiento lateral, como se observa en el siguiente diálogo:

Alumna 1: “¡Yo sé! Tiene que ir hacia adelante y girar a la izquierda dos veces.” *Hace gestos con las manos simulando los movimientos, lo programan, y el robot no llega a la trompeta.*

Profesora: “¡Qué cerca estuviste! ¿Qué creéis que pasó?”.

Alumno 2: “¡Se confundió! Tiene que girar solo una vez y luego avanzar”. *Lo vuelven a programar con solo un giro y el robot llega a la casilla deseada.*



Figura 5: Programación del robot por la alfombra de instrumentos musicales

El objetivo es que el alumnado establezca correspondencias entre dos instrumentos según la relación ser de la misma familia musical. A partir de esta dinámica, se plantea un nuevo reto que aumenta la complejidad de la actividad: el alumnado debe buscar, entre los instrumentos de la misma familia, aquel que está más alejado del punto de partida (cada casilla equivale a un paso) y decidir cómo llegar hasta él, programando el recorrido correspondiente. Este nuevo reto exige mayor precisión en el conteo de pasos y en la planificación de los movimientos, ya que el alumnado debe primero identificar los instrumentos de la misma familia, después pensar los posibles recorridos hasta cada uno de ellos y, finalmente, decidir cuál elegir antes de programar el robot. Este proceso implica reconocer la característica común entre los instrumentos y descomponer la tarea en varios pasos. Esta actividad sigue generando cierta confusión en los giros y en la posición del robot, especialmente al diferenciar entre un giro de 90° y un desplazamiento lateral hacia la izquierda o la derecha, llevándolos a comprobar y ajustar la solución.

2.5. Situación de aprendizaje con alumnado de preliminar (7 y 8 años)

La situación de aprendizaje “Ritmos” tiene como objetivo trabajar las figuras musicales con el fin de crear un ritmo con un patrón de 4 tiempos e interpretarlo. Está dirigida a alumnado de 7 a 8 años ($n = 14$), y se

desarrolla en dos fases para cumplir los diferentes objetivos interdisciplinares que se plantean trabajar combinando el trabajo en gran grupo y en pequeños grupos (ver tabla 3).

En una primera fase, el alumnado se organiza en cuatro grupos y trabaja de forma simultánea con el robot sobre alfombras de 2×4 casillas en las que colocan libremente las tarjetas de figuras musicales (figura 6). Cada grupo dispone de su propio robot y alfombra. El robot se sitúa inicialmente en la casilla de la clave de sol, y el alumnado debe programar un recorrido que permita seleccionar figuras musicales hasta construir un ritmo de cuatro tiempos, sacando las tarjetas seleccionadas de la alfombra. Para ello, tienen que considerar la equivalencia de las figuras musicales (negra = 1, dos corcheas = 1, silencio de negra = 1, blanca = 2, dos negras ligadas = 2), lo que implica interpretar el valor de cada figura y tomar decisiones sobre qué recorrido realizar. Durante este proceso, el alumnado pone en juego la abstracción, al interpretar las figuras como valores temporales, la planificación y secuenciación de instrucciones, al decidir el recorrido del robot, y la verificación y depuración, al comprobar si el ritmo construido cumple los cuatro tiempos y ajustar la secuencia cuando es necesario. Este proceso se desarrolla mediante el diálogo entre docente y alumnado, tal como se recoge en el subapartado de evidencias.



Figura 6: Imágenes de las tarjetas de las figuras musicales

En una segunda fase, una vez que cada grupo ha construido su ritmo de cuatro tiempos, los cuatro patrones rítmicos de cada grupo se recogen en la pizarra para su interpretación colectiva. En primer lugar, se interpretan los ritmos manteniendo el pulso mediante palmadas, lo que favorece la interiorización del compás y la duración de cada figura. Cada ritmo se repite varias veces para trabajar la habilidad de extender el patrón,

entendiendo el ritmo de cuatro tiempos como unidad patrón de la serie. Para reforzar la unidad de repetición, se enfatiza el inicio de cada ciclo marcando la primera palmada con mayor intensidad. Asimismo, la interpretación de los distintos ritmos permite al alumnado reconocer que un patrón de cuatro tiempos puede construirse con diferentes combinaciones de figuras musicales, favoreciendo procesos de generalización a partir de la identificación de equivalencias. A continuación, se trabaja la traducción del patrón rítmico del lenguaje simbólico al verbal (ver figura 7) y se interpreta vocalmente dando palmadas para mantener el pulso, lo que permite establecer relaciones entre las figuras musicales y su valor temporal.

Nota simbólica					
Traducción verbal	TA-A	TA-A	TA	TI-TI	SHH

Figura 7: Correspondencia entre la nota simbólica con la traducción verbal. La blanca y las dos negras ligadas la traducción verbal es la misma por ser figuras equivalentes en valor

Posteriormente, al ritmo de cada grupo se le asigna un número del 1 al 4, y es el propio alumnado quien decide el orden de interpretación, generando una secuencia en la que se encadenan los distintos ritmos. De este modo, se construyen secuencias de 16 tiempos en las que el alumnado debe mantener el pulso, favoreciendo así la coordinación rítmica, la interiorización del compás y la conciencia temporal.

Tabla 3. Situación de aprendizaje “Ritmos” : objetivos, temporalización, materiales, organización y desarrollo

Categoría	Descripción
Edad	7 - 8 años (n = 14)
Temporalización	1 sesión (1 hora)

Objetivos algebraicos	- Crear series utilizando diferentes ritmos musicales - Trabajar el concepto de unidad de repetición en series rítmicas - Trabajar las series a partir de las habilidades de reconocer, traducir, extender y crear patrón a través de figuras musicales - Trabajar cambios cuantitativos al añadir más tiempos (adición en ritmos de 4 tiempos)
Objetivos musicales	- Trabajar las figuras musicales de blanca, dos negras ligadas, negras, corcheas y silencio de negra - Interpretar ritmos musicales mediante la traducción simbólica a la verbal
Objetivos de pensamiento computacional	- Trabajar la abstracción al interpretar el valor de las figuras musicales y el reconocimiento de patrones mediante la creación, repetición y combinación de ritmos de 4 tiempos. - Desarrollar la secuenciación de instrucciones mediante la planificación y programación de recorridos con el robot para construir ritmos de duración determinada. - Trabajar la verificación y la depuración al comprobar si el ritmo construido cumple con los cuatro tiempos y ajustar la secuencia en caso necesario. - Resolver problemas a partir de los datos obtenidos de las figuras musicales, seleccionando y combinando aquellas que permiten construir ritmos de 4 tiempos.
Materiales	Robot Bee-bot, alfombras de goma eva de 2×4 casillas y tarjetas de figuras musicales
Organización	Cuatro grupos de trabajo (dos grupos de 4 y dos de 3 integrantes)
Descripción de la actividad	Creación de ritmos de 4 tiempos mediante recorridos con el robot y selección de figuras musicales. Interpretación de los ritmos y trabajo de series mediante el patrón de repetición y combinación de patrones rítmicos.

Evidencias de la implementación de la segunda fase

El alumnado programa el robot para desplazarse desde la clave de sol hasta distintas casillas de la alfombra y extrae las tarjetas de figuras musicales con el objetivo de construir un ritmo de cuatro tiempos (figura 8). Sin embargo, a partir de la tercera extracción la tarea es más compleja, ya que el alumnado debe tener en cuenta cuántos tiempos tiene ya su ritmo (2, 3 o 4), cuántos le faltan para completarlo (2, 1 o ninguno) y qué figuras musicales permiten alcanzar los cuatro tiempos. Este proceso implica la abstracción del valor de las figuras, la planificación y toma de decisiones y la verificación del resultado, como se observa en el siguiente diálogo:

Profesora: “¡Muy bien chicos/as! Como hemos sacado la tarjeta de la negra, ya tenemos los dos primeros tiempos del ritmo. Ahora, ¿qué figura musical os gustaría sacar ahora?”

Alumno 1: “¡Yo quiero sacar ahora la tarjeta de las dos corcheas!”

Profesora: “¡Buena elección! ¿Cómo podemos llegar hasta allí?”

Alumno 1: “Voy a concentrarme.” (Para eso el alumno programa el robot y cuenta lo que hace en voz alta). “Vamos a ir a las corcheas que hay al lado. Entonces voy a girar una vez al robot a la derecha pulsando el botón de giro a la derecha, y luego voy a pulsar una vez el botón de hacia delante”

Profesora: “¡Perfecto!” (Después de que el robot llegue a la tarjeta de las corcheas y el alumno la saque fuera) “Ya tenemos tres tiempos de nuestro ritmo. ¿Qué tarjeta de figura musical o figuras musicales nos falta para completar el ritmo y crear uno de cuatro tiempos sin pasarse?”

Alumna 2: “A ver, a ver... por ejemplo, ¡necesitamos una negra!”. *La alumna programa el robot, este llega a la negra. Así pues, sacan la tarjeta de la negra y completan el ritmo de cuatro pulsos.*

Profesora: “¡Qué bien! ¡Hemos creado un ritmo de cuatro tiempos! Luego lo interpretaremos todos juntos”



Figura 8: Los estudiantes programan al robot para crear ritmos musicales

3. RESULTADOS

En la primera situación de aprendizaje (3-6 años) se observan diferencias en función de la edad en relación con diversos indicadores. En el grupo de 3-4 años, el alumnado presenta dificultades en la verbalización, especialmente al identificar aquellos objetos que no emiten sonido, mostrando silencio o respuestas incompletas porque saben que no suena pero les cuesta verbalizarlo. En la clasificación, requieren validación constante de la docente. En el uso del robot, se observan errores en la correspondencia botón-movimiento, con confusión entre las flechas de adelante y atrás, así como dificultades en el conteo de casillas. A partir de los diálogos y de lo observado durante la implementación, se aprecia la necesidad de una guía docente continua para orientar la actividad, estructurar la participación del alumnado y favorecer la comprensión de los contenidos.

Por el contrario, el alumnado de 4-5 y 5-6 años son capaces de clasificar las imágenes de forma más autónoma, ya que identifican con claridad si producen sonido o no y lo reproducen. Además, interactúan entre ellos generando los sonidos, verbalizándolos y contrastando sus ideas conjuntamente. No obstante, persisten dificultades en el conteo de casillas, y en la correspondencia botón-movimiento, en especial cuando el robot está colocado “de espaldas” al recorrido. Asimismo, la gestión de turnos sigue requiriendo apoyo docente.

En el grupo de 5-6 años, el alumnado muestra mayor dominio en la correspondencia botón-movimiento, incluso adoptando distintos puntos de vista. El conteo es más estable, aunque aparecen errores en secuencias de

dos o más pasos. Se observa también mayor autonomía en la programación del robot, incluyendo el uso del borrado (X) y la ejecución mediante GO, así como la gestión de la participación, aunque todavía se mantiene cierta necesidad de regulación.

En el grupo de 6-7 años, durante la implementación de la segunda situación de aprendizaje, el alumnado muestra buen dominio en la verbalización, así como en la clasificación de los instrumentos según su familia y establecimiento de correspondencias uno a uno entre elementos que pertenecen a una misma familia musical. La correspondencia botón-movimiento es adecuada con las nociones de adelante y atrás; sin embargo, surgen dificultades en la comprensión de los giros de 90° , especialmente al interpretar que el giro del robot se realiza de forma estática, sin desplazamiento, lo que requiere posteriormente la programación del avance. Esta situación genera confusión entre el giro y el desplazamiento lateral, especialmente cuando se pulsa varias veces el botón de giro. Asimismo, se evidencian dificultades en la lateralidad (izquierda/derecha), por lo que requieren refuerzo en este aspecto. No obstante, en el uso del robot, el alumnado muestra autonomía en la programación de las secuencias necesarias para resolver los retos planteados.

En el grupo de 7-8 años, durante la implementación de la tercera situación de aprendizaje, el alumnado muestra un dominio consolidado en la verbalización, siendo capaz de interpretar y expresar patrones rítmicos, así como de reconocer y explicar su patrón de repetición. En cuanto al uso del robot, realiza el conteo de casillas y la planificación de desplazamientos con precisión. La correspondencia botón-movimiento es adecuada en todas las acciones, incluyendo secuencias más complejas. No se observan dificultades en los giros de 90° ni en la lateralidad, que están plenamente interiorizados. Asimismo, gestionan de forma autónoma la planificación del reto, la organización del trabajo y la toma de decisiones del grupo.

Además, son capaces de crear, extender y traducir series rítmicas de manera flexible, evidenciando una comprensión estructural y relacional de los patrones. En relación con la creación de ritmos de cuatro tiempos, todos los equipos resuelven correctamente la tarea y el trabajo en grupo facilita el proceso, ya que la posibilidad de intercambiar ideas y corregirse mutuamente contribuye a alcanzar la solución del reto de forma colaborativa. Al interpretar los ritmos repetidamente para construir series por extensión y traducir los patrones a lenguaje verbal, el alumnado demuestra buen desempeño desde el primer intento. Inicialmente,

observan la pizarra para replicar el ritmo, pero tras varias repeticiones lo interiorizan y ejecutan de memoria, con mayor fluidez y sin necesidad de apoyo visual. A medida que ganan confianza, interpretan los patrones con soltura, comprenden plenamente los esquemas de repetición y, motivados por la actividad, reorganizan los ritmos para explorar nuevas combinaciones y posibilidades rítmicas.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Este estudio presenta tres situaciones que integran pensamiento algebraico y computacional mediante robótica educativa y actividades musicales. En línea con Veith et al. (2023), el álgebra temprana se ha consolidado como un eje relevante en la investigación educativa, destacándose la necesidad de su introducción desde las primeras etapas para favorecer el desarrollo del pensamiento algebraico. Asimismo, autores como Alsina (2023) destacan el valor de los enfoques globalizados e interdisciplinarios en Educación Infantil para favorecer aprendizajes significativos. En este sentido, la integración de la música y la robótica educativa configura un contexto didáctico enriquecedor que permite introducir al alumnado en el pensamiento algebraico y computacional desde edades tempranas.

Los resultados obtenidos muestran que actividades como la clasificación de imágenes según atributos musicales, tanto auditivos como visuales, el establecimiento de correspondencias con las que construir relaciones comunes de diferentes instrumentos musicales y la identificación de patrones rítmicos parecen favorecer el desarrollo de procesos propios del pensamiento algebraico, como la generalización y el reconocimiento de relaciones y regularidades. En las situaciones analizadas, el alumnado no sólo reconoce y utiliza estos atributos, sino que también establece relaciones entre ellos y los aplica en la resolución de las tareas propuestas.

En particular, la creación de series rítmicas permite al alumnado reconocer regularidades, anticipar secuencias y estructurar la información, favoreciendo la comprensión relacional que constituye la base del pensamiento algebraico, desde una vivencia musical. La habilidad de reconocer la unidad de repetición, que en este caso sería el ritmo de cuatro tiempos, supone una de las mayores dificultades y se consolida en torno a los 5-6 años cuando se desarrolla la capacidad de traducir o abstraer un patrón (Lüken y Sauzet, 2020).

Estos hallazgos son coherentes con diferentes estudios (Acosta y Alsina, 2024; Alsina et al., 2023; NCTM 2003; Pincheira y Alsina, 2021), que destacan el papel de procesos como el reconocimiento de atributos, la clasificación, el establecimiento de correspondencias y el reconocimiento de patrones como algunas de las primeras manifestaciones del pensamiento algebraico en la infancia.

En relación con el uso del robot, los resultados muestran que este recurso favorece la comprensión de nociones espaciales y secuenciales en contextos de aprendizaje significativos. A lo largo de las actividades, el alumnado desarrolla habilidades como la secuenciación, la planificación de recorridos, resolución de problemas y la depuración de los resultados, que se configuran como procesos clave del pensamiento computacional (Bers, 2018; Palop et al., 2025; Yang et al., 2025). Asimismo, se aprecia una progresión en estos procesos, pasando de ejecuciones más guiadas en edades tempranas a una mayor autonomía, anticipación y toma de decisiones en el grupo de alumnado de mayor edad. En este sentido, el robot parece favorecer en las tres situaciones la elaboración de estrategias para la resolución de los problemas planteados. Además, la retroalimentación inmediata que proporciona facilita la revisión de las soluciones y la depuración de las secuencias (Diago et al., 2018; Pérez y Diago, 2018; Terroba et al., 2020).

Asimismo, el hecho de que estas actividades desarrollen el pensamiento algebraico y computacional a partir de contenidos musicales contribuye a integrar el aprendizaje en un contexto interdisciplinar, en el que el alumnado establece conexiones entre diferentes lenguajes y formas de representación. En esta línea, Chao et al. (2015) destacan que la relación entre música y matemáticas permite abordar estructuras comunes, como los patrones, las relaciones y la organización temporal, favoreciendo una comprensión más profunda y significativa de ambos ámbitos.

Desde una perspectiva evolutiva, se observa una progresión en la autonomía y comprensión conforme aumenta la edad. Los niños y niñas de 3-4 años requieren una mediación constante por parte de la docente para verbalizar ideas, clasificar objetos, contar y comprender nociones espaciales básicas como “adelante” y “atrás”. A partir de los 4-5 años, muestran mayor dominio del conteo y autonomía en tareas simples, mientras que los de 5-6 años desarrollan precisión en la programación y comprensión de las instrucciones. En los grupos de 6-7 y 7-8 años, se consolida el manejo del robot, la comprensión de giros y desplazamientos, y la capacidad de colaborar en la resolución de los retos, evidenciando un

desarrollo gradual y contextualizado de las competencias algebraicas, computacionales y musicales.

El grupo de 7-8 años muestra un alto nivel de autonomía y comprensión en la creación e interpretación de series rítmicas, combinando los compases, identificando estructuras y generalizando patrones. Esto evidencia la emergencia del pensamiento algebraico al utilizar los patrones para la representación y abstracción matemática (Papic, 2015)

Estas experiencias ofrecen a docentes recursos concretos para fomentar la práctica interdisciplinar y el aprendizaje significativo y competencial en situaciones reales de aula (Acosta y Alsina, 2024; Alsina, 2019; Zapatera, 2018). Además, evidencia cómo la integración de contenidos musicales y matemáticos pueden favorecer el desarrollo temprano del pensamiento algebraico y computacional, proporcionando estrategias para implementar actividades interdisciplinares, reforzando la educación matemática globalizada en edades tempranas y ofreciendo herramientas para diseñar experiencias educativas significativas y adaptables a diferentes contextos.

5. LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Entre las limitaciones del estudio destaca el tamaño reducido de la muestra y la implementación de una única experiencia por nivel, lo que limita la generalización de los resultados. Asimismo, el desarrollo de las situaciones en un único contexto educativo restringe su transferibilidad a otros entornos.

En este sentido, futuras investigaciones deberían replicar la propuesta en distintos contextos y con muestras más amplias, así como analizar su evolución a lo largo del tiempo, con el fin de obtener evidencias más robustas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Y. y Alsina, À. (2024). Modos de pensamiento algebraico en educación infantil: efectos de un itinerario de enseñanza de patrones de repetición. *PNA: Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 18(2), 189-222.
<https://doi.org/10.30827/pna.v18i2.26256>

- Acosta, Y., Pincheira, N. y Alsina, À. (2022). El pensamiento algebraico en educación infantil: estrategias didácticas para promover las habilidades para hacer patrones. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 11(2), 1-37. <https://doi.org/10.24197/edmain.2.2022.1-37>
- Acosta, Y., Pincheira, N. y Alsina, À. (2024). Estableciendo vínculos entre el pensamiento computacional y el pensamiento algebraico en educación infantil: Implicaciones para la práctica docente. *Quadrante: Revista de Investigação em Educação Matemática*, 33(2), 338-362. <https://doi.org/10.48489/quadrante.36181>
- Alsina, À. (2019). Del razonamiento lógico-matemático al álgebra temprana en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 8(1), 1-19. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2019.1-19>
- Alsina, À. (2023). Conocimientos esenciales sobre los procesos, habilidades o competencias matemáticas: orientaciones para implementar situaciones de aprendizaje. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 12(2), 65-108. <https://doi.org/10.24197/edmain.2.2023.65-108>
- Alsina, À., Pincheira, N., y Delgado-Rebolledo, R. (2023). Transformando el conocimiento para enseñar matemáticas de docentes en formación de educación infantil a través del diseño de tareas. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 98(37.2), 73-94. <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i37.2.99241>
- Arnal-Palacián, M., Ruiz-Rosa, L. y Merchán del Álamo, M. (2020). Nociones matemáticas en el aula de música en educación primaria. *Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática*, 4(3), 348-363. <https://doi.org/10.33238/ReBECCEM.2020.v.4.n.3.25352>
- Arenzana, V. y Arenzana, J. (1998). Aproximación matemática a la música. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 35, 17-31.

- Barrantes, M., Calvino, C. I., Barrantes, M. C. y Zamora, V. (2021). Canciones infantiles para aprender matemáticas. *Campo Abierto. Revista de Educación y Psicología*, 40(1), 103-118.
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a Playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315398945>
- Blanton, M., Stephens, A., Knuth, E., Gardiner, A. M., Isler, I. y Kim, J. S. (2015). The development of children's algebraic thinking: The impact of a comprehensive early algebra intervention in third grade. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46(1), 39-87. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.46.1.0039>
- Carraher, D. W. y Schliemann, A. D. (2007). Early algebra and algebraic reasoning. En F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 669-705). NCTM e IAP.
- Casals, A., Carrillo, C. y González-Martín, C. (2014). La música también cuenta: combinando matemáticas y música en el aula. *Revista Electrónica de Música en la Educación*, 34, 1-17.
- Chao, R., Mato, M. D. y Chao, A. (2015). Actividades interdisciplinares de matemáticas y música para Educación Infantil. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación, Volumen Extraordinario núm. 6*, 32-36. <https://doi.org/10.17979/reipe.2015.0.06.123>
- Diago, P. D., Arnau, D. y González-Calero, J. A. (2018). Elementos de resolución de problemas en primeras edades escolares con Bee-bot. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 7(1), 12-41. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2018.12-41>
- Du Plessis, J. (2018). Early Algebra: Repeating pattern and structural thinking at foundation phase. *South African Journal of Childhood Education*, 8(2), a578. <https://doi.org/10.4102/sajce.v8i2.578>
- García-Valcárcel, A. y Caballero-González, Y. A. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar*, 59, 63-72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>

- Harkleroad, L. (2006). *The math behind the music*. Cambridge University Press.
- Jiménez-Gestal, C., Berciano, A. y Salgado-Somoza, M. (2019). Cómo trabajar la orientación espacial de modo significativo en Educación Infantil: Implicaciones didácticas. *Educación Matemática*, 31(2), 61–74. <https://doi.org/10.24844/EM3102.03>
- Kaput, J. J. (1998). Transforming algebra from an engine of inequity to an engine of mathematical power by “algebrafying” the K-12 curriculum. En *The nature and role of algebra in the K-14 curriculum* (Proceedings of a National Symposium, 1997, organized by the National Council of Teachers of Mathematics, the Mathematical Sciences Education Board, and the National Research Council, pp. 25–26). National Academy Press.
- Kaput, J. J. (2008). What is algebra? What is algebraic reasoning? En J. J. Kaput, D. W. Carraher y M. L. Blanton (Eds.), *Algebra in the Early Grades* (pp. 5-17). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781315097435-2>
- Kieran, C. (2004). Algebraic thinking in the early grades: What is it? *The Mathematics Educator (Singapore)*, 8(1), 139–151.
- Kieran, C. (2022). The multi-dimensionality of early algebraic thinking: Background, overarching dimensions, and new directions. *ZDM Mathematics Education*, 54, 1131-1150.
<https://doi.org/10.1007/s11858-022-01435-6>
- Liern, V. y Queralt, T. (2008). *Música y Matemáticas. La armonía de los números*. Servicio de Publicaciones de la Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas (FESPM).
- Liern, V. (2011). Música y Matemáticas en educación primaria. *SUMA*, 66, 107-112.

- López, M. (2016). Matemáticas y música de 0 a 3. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 5(1), 65-68. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2016.65-68>
- Lüken, M. M. y Sauzet, O. (2020). Patterning strategies in early childhood: a mixed methods study examining 3- to 5-year-old children's patterning competencies. *Mathematical Thinking and Learning*, 23(1), 28-48. <https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1719452>
- McMillan, J. H. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa. Una introducción conceptual*. Pearson Educación, S. A.
- NCTM (2003). *Principios y estándares para la educación matemática*. Traducción de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.
- Palop, B., Díaz, I., Rodríguez-Muñiz, L. J. y Santaengracia, J. J. (2025). Redefining computational thinking: A holistic framework and its implications for K-12 education. *Education and Information Technologies*, 30(10), 13385-13410. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13297-4>
- Papic, M. (2007). Promoting repeating patterns with young children - More than just alternating colours! *Australian Primary Mathematics Classroom*, 12(3), 8-13.
- Papic, M. (2015). An Early Mathematical Patterning Assessment: identifying young Australian indigenous children's patterning skills. *Mathematics Education Research Journal*, 27(4), 519-534. <https://doi.org/10.1007/s13394-015-0149-8>
- Pérez, G. y Diago, P. D. (2018). Estudio exploratorio sobre lenguajes simbólicos de programación en tareas de resolución de problemas con Bee-bot. *Magister: Revista de Formación del Profesorado e Investigación Educativa*, 30(1), 9-20.
- Pincheira, N. y Alsina, À. (2021). Hacia una caracterización del álgebra temprana a partir del análisis de los currículos contemporáneos de

- Educación Infantil y Primaria. *Educación Matemática*, 33(1), 153-180. <https://doi.org/10.24844/EM3301.06>
- Stephens, A., Blanton, M., Knuth, E., Isler, I. y Gardiner, A. M. (2015). Just Say Yes to Early Algebra! *Teaching Children Mathematics*, 22(2), 92-101. <https://doi.org/10.5951/teacchilmath.22.2.0092>
- Taylor-Cox, J. (2003). Algebra in the Early Years? Yes! *Young Children* 58(1), 14-21.
- Terroba, M., Ribera, J. M. y Lapresa, D. (2020). Pensamiento computacional en la resolución de problemas contextualizados en un cuento en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 9(2), 73-92.
- Veith, J. M., Beste, M., Kindervater, M., Krause, M., Straulino, M., Greinert, F. y Bitzenbauer, P. (2023). Mathematics education research on algebra over the last two decades: Quo vadis? *Frontiers in Education*, 8, 1211920. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1211920>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Yang, Z., Blake-West, J., Yang, D. y Bers M. U. (2025). The impact of a block-based visual programming curriculum: Untangling coding skills and computational thinking. *Learning and Instruction*, 95, 102041. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.102041>
- Zapatera, A. (2018). Introducción del pensamiento algebraico mediante la generalización de patrones. Una secuencia de tareas para Educación Infantil y Primaria. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 97, 51-67.