

Apps para trabajar el estímulo matemático en un contexto de inclusión

Teresa F. Blanco, Alejandro Gorgal Romarís, Iria Ares Méndez

Fecha de recepción: 02/04/2022
Fecha de aceptación: 11/05/2022

Resumen	<p>En este artículo se recoge una intervención educativa en un contexto de inclusión donde se utilizan tabletas como dispositivo tecnológico. El objetivo es trabajar el estímulo matemático a través de una aplicación móvil lúdica con estudiantes en riesgo de exclusión social. La metodología es de corte cualitativo, tomando como instrumento de análisis de datos los indicadores de idoneidad afectiva y mediacional de Godino (2013). Los resultados muestran alto grado en la idoneidad afectiva y grado medio en la idoneidad mediacional debido a dificultades externas al material tecnológico y a la aplicación seleccionada.</p> <p>Palabras clave: estímulo matemático, apps, tabletas, educación secundaria, inclusión.</p>
Abstract	<p>This article collects an educational intervention in a context of inclusion where tablets are used as a technological resource. The objective is to work on mathematical stimulation through a playful mobile application with students at risk of social exclusion. The methodology is qualitative, taking affective and mediational suitability indicators of Godino (2013) as a data analysis instrument. The results show a high degree of affective suitability and a medium degree of mediational suitability due to difficulties external to the technological material and the selected application.</p> <p>Keywords: maths encouragement, apps, tablets, secondary education, inclusion.</p>
Resumo	<p>Este artigo recolhe uma intervenção educativa num contexto de inclusão onde os tablets são utilizados como dispositivo tecnológico. O objetivo é trabalhar a estimulação matemática por meio de um aplicativo móvel lúdico com alunos em risco de exclusão social. A metodologia é qualitativa, tomando como instrumento de análise de dados os indicadores de adequação afetiva e mediacional de Godino (2013). Os resultados mostram um alto grau de adequação afetiva e médio grau de adequação mediacional devido a dificuldades externas ao material tecnológico e à aplicação selecionada.</p> <p>Palavras-chave: estímulo matemático, aplicativos, tablets, ensino médio, inclusão.</p>

1. Introducción

Las nuevas tecnologías están cada vez más presentes en la sociedad (Weinhandl et al., 2021) provocando cambios estructurales derivados de la continua innovación tecnológica. Por su parte, el sistema educativo debe formar a las nuevas generaciones para ser competentes en esa nueva sociedad tecnológica, siendo este uno de sus objetivos generales. Atendiendo a esta demanda de la sociedad, en las aulas se hace cada más necesario introducir herramientas tecnológicas para trabajar contenidos curriculares, con la finalidad de formar estudiantes competentes tecnológicamente. Groenwald y Homa (2021) señalan cómo, durante la pandemia provocada por el SARS-CoV-2, la tecnología ayudó al mantenimiento del sistema educativo y señalan la necesidad no solo de formar a estudiantes sino de capacitar al docente para tal fin.

Numerosos estudios como los de Calder y Campbell (2016), Tangarife (2018), Groenwald y Homa (2021); López y Albaladejo (2009) y Radović et al. (2019), señalan las mejoras que produce la utilización de las nuevas tecnologías en el aula de matemáticas, focalizando la atención en el aumento de la motivación de los estudiantes, especialmente en el alumnado caracterizado por la falta de interés en el aprendizaje. En particular, una de las herramientas digitales que se están utilizando en la actualidad son las aplicaciones móviles (Apps en adelante) (Calder y Campbell, 2016; Fabian, Topping, y Barron, 2018; Tangarife, 2018; Kalloo y Mohan, 2012; Hsu et al., 2021, Zhang et al., 2019). Las investigaciones destacan que el uso de apps en las que se trabajan contenidos específicos del currículo conlleva una potenciación del interés y de la motivación por el trabajo del aula (Coutinho, Almeida y Jatobá, 2021; Verzosa et al., 2021).

Actualmente, la mayoría de los estudiantes de secundaria tienen a su alcance dispositivos tecnológicos, casi siempre smartphones. Estos estudiantes los utilizan en su día a día para acceder a múltiples apps de diversa índole. Teniendo esto en cuenta, en este trabajo presentamos el proceso de selección de una app lúdica que favorezca la movilización de conocimientos y procesos matemáticos en el caso particular de alumnado en riesgo de exclusión social. El objetivo principal es valorar la idoneidad afectiva y mediacional de esa app dentro de un programa de estímulo matemático y promover su uso fuera del contexto escolar también. En este sentido, la finalidad de esta propuesta didáctica no se focaliza en que el alumnado trabaje con nuevos contenidos matemáticos, sino que sea consciente de que tanto contenidos curriculares que ya conoce como procesos matemáticos más generales se ponen en juego en determinadas apps lúdicas. También se pretende poner de manifiesto el impacto de este recurso, junto con la metodología seguida, en el afecto hacia las matemáticas del alumnado en riesgo de exclusión social.

2. Apps móviles

Las apps matemáticas se están haciendo un hueco importante en el campo de la educación, llegando incluso a incorporarse en los sistemas educativos de algunos países (Weinhandl et al., 2021). Estudios como el de Papadakis et al., (2018), Larkin y Milford (2018) y el de Dubé et al. (2020) tratan de analizar la calidad de las múltiples apps móviles que existen en iTunes o Google Play. Larkin y Milford (2018) plantean que estas deben proporcionar ayuda al profesorado para que puedan seleccionar aquellas más apropiadas a sus objetivos y sugerir cómo utilizar para mejorar el aprendizaje matemático de los estudiantes. Papadakis et al., (2018) y Dubé et al.

(2020) se centran en el análisis de apps (en adelante apps) dirigidas a alumnos de infantil y primaria, señalando la falta de transparencia y de información significativa e instan a que los desarrolladores deben proporcionar referencias de calidad educativa en las descripciones de sus apps.

Muchas de las apps matemáticas están enfocadas a un área específica de las matemáticas. Verzosa et al. (2021) y Calder y Campbell (2016) señalan el beneficio que aportan estos recursos para mejorar los conocimientos de los estudiantes respecto, principalmente, de la aritmética. El estudio de Verzosa et al. (2021) presenta la integración en las aulas de varias apps de aritmética para trabajar la comparación de números, la suma y la resta. Estos autores centran la atención sobre las aplicaciones disponibles, ya que muchas se fundamentan en un aprendizaje memorístico en lugar de desarrollar una comprensión conceptual profunda y un pensamiento de orden superior (Papadakis et al., 2018). Zhang et al. (2019) presentan en su investigación un análisis realizado en torno al proceso de aprendizaje del concepto de fracción con alumnado de educación primaria. En ella se concluye que no hubo diferencias en los resultados de las pruebas finales entre el grupo control y el experimental, aunque este último grupo pudo adquirir una mejor comprensión de los contenidos dado que se usa para el desarrollo del concepto una determinada app. Kallo y Mohan (2012) analizan cómo el uso de la app MobileMath repercute en el aprendizaje del álgebra con alumnado de secundaria. En concreto trabajan los números positivos y negativos, la factorización y la resolución de ecuaciones a través de las diferentes estrategias que la aplicación proporciona. Los resultados revelan que los alumnos que tenían conocimientos anteriores de estos conceptos aumentaron su rendimiento y que la función Juegos fue la más utilizada y disfrutada por los estudiantes. La investigación de Coutinho et al. (2021) muestra la efectividad de las apps para la adquisición de habilidades y competencias en el cálculo de medidas centrales (moda, media y mediana) y medidas de dispersión (varianza y desviación estándar), sobre todo en la resolución de problemas con cálculos complejos. Estos autores consideran que las apps educativas presentan un fuerte potencial como ayuda para construir conocimiento matemático, tanto de los estudiantes de secundaria como en los de educación para adultos. El objetivo del artículo de Hoyos-Prioló (2017) es fundamentar la importancia de las apps móviles en el proceso enseñanza-aprendizaje del cálculo en la educación media, especialmente en contenidos como desigualdades, inecuaciones, valor absoluto, funciones, gráfica de funciones, dominio y rango. Este autor, junto a Ortiz-Sanz et al. (2020) destacan la utilidad de las aplicaciones móviles para acercar el aprendizaje a la vida cotidiana en cualquier momento y lugar y para promover el trabajo colaborativo.

Por otra parte, algunas apps se pueden utilizar en el aula como herramienta para integrar contenidos de diferentes áreas de matemáticas o entre diferentes disciplinas. Un ejemplo de la primera situación lo encontramos en la investigación de Rotger García et al. (2021) donde estos autores utilizan el Minecraft Education Edición para afianzar contenidos de matemáticas de estudiantes de secundaria. Un ejemplo de la segunda situación la proporciona el estudio de Ortiz-Sanz et al. (2020) donde se aprovechan las apps de las imágenes basadas en los smartphones para la reconstrucción tridimensional de objetos mediante fotogrametría dentro de una iniciativa de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) en formato de competición internacional. Además, estos nuevos métodos de enseñanza se pueden combinar con los tradicionales para potenciar los resultados, tal y como recogen González Astudillo et al. (2017) en su estudio sobre el uso de apps disponibles en

Android para enseñar contenidos de estadística. Otro uso muy interesante de las apps respecto al aprendizaje es su propia creación. En Hsu et al. (2021) se recoge cómo alumnos de pregrado crean apps para fomentar el aprendizaje de la trigonometría y cómo el propio diseño de esas apps generó en los estudiantes una actitud positiva hacia el proceso de repaso, revisión y utilización de la trigonometría para su programación.

El trabajo de Radović et al. (2019) muestra que estos recursos no solo están diseñados para trabajar en el aula, sino que pueden tener gran potencial para incorporarlas en el estudio individual en casa. Estos autores crearon una plataforma digital de aprendizaje matemático que permite al profesorado conocer la evolución del aprendizaje de cada estudiante a través de tareas individualizadas. De este modo, se potencia la conexión alumno-docente, mejorando la comunicación entre ambos y ayudando a los docentes a conocer los avances y dificultades de sus estudiantes.

La mayoría de las investigaciones anteriores señalan como punto clave de las apps su papel a la hora de favorecer una actitud positiva de los estudiantes hacia la materia (Aryasa et al., 2021; Calder y Campbell, 2016; Coutinho et al., 2021). El estudio de Coutinho et al. (2021) recoge la opinión de los estudiantes por medio de diferentes gráficos, donde se muestra que los estudiantes consideran que las apps hacen las clases más entretenidas, que motivan más para aprender y que dan una visión más atractiva de la materia. Siguiendo en esa línea, Aryasa et al. (2021) mostraron que, además de producir un aumento de la motivación e interés, el uso de apps conlleva que los estudiantes sean más rápidos en el aprendizaje de la aritmética. A pesar de estos beneficios, Coutinho et al. (2021) consideran que es necesario tener en cuenta el perfil de los estudiantes porque en la educación para adultos puede desmotivar debido a que se encuentran más cómodos con la enseñanza tradicional.

Esta fortaleza de las apps hace que se conviertan también en una herramienta efectiva para favorecer la inclusión (Coutinho et al., 2021; Tangarife, 2018; Bouck et al., 2017; Bouck et al., 2018). La investigación de Bouck et al. (2018) sugiere que los dispositivos móviles proporcionan una valiosa opción para apoyar a los estudiantes con discapacidad en las matemáticas y que estos prefieren los manipulativos digitales basados en aplicaciones a los manipulativos concretos. Este trabajo también proporciona a los educadores información sobre los manipulativos basados en aplicaciones y cómo utilizarlos. En concreto, el estudio de Tangarife (2018) muestra cómo el uso de una app diseñada en base a las características de aprendizaje de personas con Síndrome de Down puede favorecer el aprendizaje de las operaciones básicas en matemáticas.

Atendiendo a todo lo anterior, en la siguiente sección se presenta el estudio realizado para seleccionar la app del sistema operativo Android que se adapte a nuestro contexto de estudiantes en riesgo de exclusión social.

3. Selección y Descripción de la aplicación

La revisión de las apps que ofrece de forma gratuita el sistema operativo Android, ha seguido dos criterios: por una parte, la valoración de las apps, buscando que superase las 4 estrellas sobre 5 posibles y, por otra parte, el número de descargas que presentaban, de modo que superaran las 100 mil descargas. En total se encontraron 33 apps con esos criterios. El instrumento de análisis recoge 8 indicadores: puntuación, cantidad de descargas, nivel educativo, contenido

matemático, objetivos, idioma, precio y conexión a internet (Blanco y Ares, 2021). En la tabla 1 ilustramos los indicadores utilizados.

Indicadores	Categorías	Subcategorías		
I1. Puntuación				
I2. Cantidad de descargas				
I.3. Nivel	ESO			
	Bachillerato			
I.4 Contenido matemático	Álgebra			
	Aritmética			
	Análisis			
	Geometría			
	Estadística			
I5. Objetivo	Académico	Teoría		
		Ejercicios	Tipo	Teórico
				Práctico
			Problemas	Test
				Otro
		Juegos	Tipo	Teórico
				Práctico
				Problemas
			Método	Test
				Otro
	Identidad virtual			Con avatar
		Sin avatar		
	Lúdico	Rompecabezas		
		Cálculo Mental		
		Escape room		
Búsqueda de patrones				
Estrategia				
Calculadora o software				
I6. Idioma	Español			
	Inglés			
I7. Precio	Gratis total			
	Gratis con compras en la aplicación			
I8. Conexión a Internet	Sin conexión			
	Con conexión			

Tabla 1: Indicadores selección de las APPs

Los resultados obtenidos muestran que la mayor parte de estas apps están orientadas al ámbito académico (Gráfico 1), donde un elevado porcentaje de ellas se puede adaptar a las dos etapas de enseñanza secundaria (educación secundaria obligatoria y bachillerato) (Gráfico 2). Su uso está dirigido fundamentalmente a trabajar contenidos curriculares en las aulas o reforzar esos contenidos de forma individual en casa (F. Blanco y Ares, 2021).

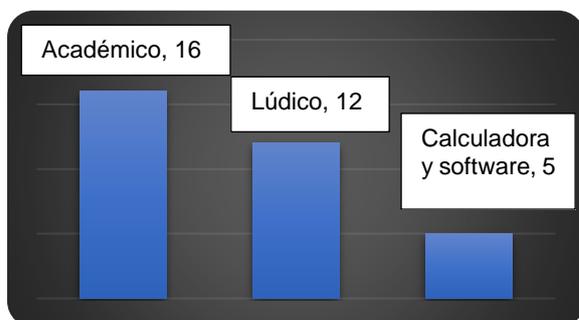


Gráfico 1. Objetivo

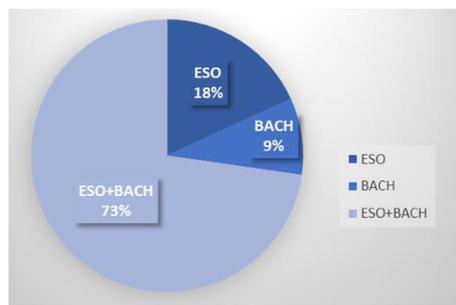


Gráfico 2. Nivel académico

De todas las apps analizadas se ha seleccionado, para la intervención educativa en este contexto de inclusión, la aplicación Brain Training-Logic Puzzles. Esta app gratuita está disponible para dispositivos electrónicos que tengan el sistema operativo Android y se puede obtener mediante la aplicación Google Play Store. Su elección se debe a la gran variedad de juegos disponibles en los que se pueden trabajar distintas habilidades y contenidos de matemáticas de una forma indirecta. De todos los juegos de los que dispone la app hemos optado por los tres siguientes: Block Puzzle, Node Line y Math Stick, que permiten trabajar contenidos de aritmética, álgebra y geometría, donde se incide en la visión espacial o la lógica. Estos tres juegos se describirán a continuación.

3.1. Block Puzzle

El juego consiste en la resolución de un rompecabezas donde las piezas son poliminós. El número de piezas va variando a medida que se sube de nivel. Se fomenta la visión espacial y los movimientos rígidos en el plano, al movilizar mentalmente giros, traslaciones y simetrías (contenidos curriculares). En la figura 3 se presenta la situación de partida en el nivel 9 y en la figura 4 su resolución.



Figura 3. Nivel 9 sin resolver

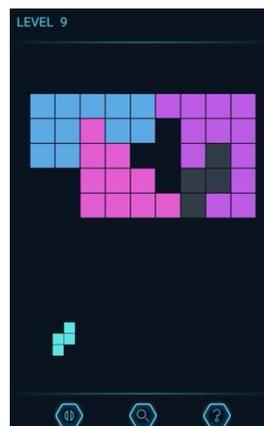


Figura 4. Nivel 9 resuelto

3.2. Node line

Este juego consiste en conectar líneas y nodos de manera que a cada nodo llegue exactamente el número de aristas que indica el nodo. A pesar de que la teoría de grafos no es un contenido curricular de la enseñanza secundaria, el juego desarrolla el pensamiento lógico matemático, imprescindible en la resolución de problemas y, además, moviliza el proceso de visualización. En la figura 5 se presenta la situación de partida en el nivel 2 y en la figura 6 su resolución.

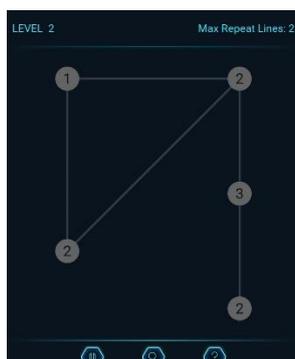


Figura 5. Nivel 2 sin resolver

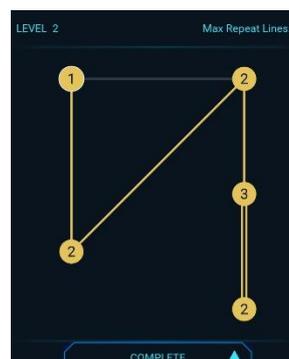


Figura 6. Nivel 2 resuelto

3.3. Math Stick

El juego consiste en modificar un número o un operador matemático para que se cumpla la igualdad que se presenta. Todos los números y operadores que aparecen en la pantalla están representados con palos. Para poder hacer la modificación se deben mover el número de palos (targets) que el juego indica en ese nivel en la parte superior de la pantalla. En este juego están implicados directamente los procesos de visualización y cálculo mental y contenidos curriculares como las igualdades aritméticas en los niveles iniciales del mismo. A modo de ejemplo, en la figura 7 se presenta el nivel 7 que solo permite mover un palo. Para resolver este nivel, se mueve el palo que está resaltado en la figura 7 y se coloca en la posición resaltada en la figura 8.



Figura 7. Nivel 7 sin resolver

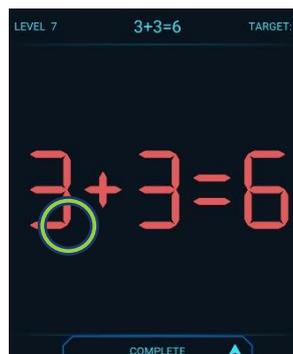


Figura 8. Nivel 7 resuelto

4. Metodología

La intervención educativa que presentamos en este trabajo forma parte de un programa socieducativo de estímulo matemático. Los participantes son estudiantes del primer curso de Educación Secundaria Obligatoria, de diferentes centros educativos de la periferia de la ciudad de Santiago de Compostela (A Coruña, España), que se encuentran en riesgo de exclusión social por sus condiciones familiares. Esta situación hace que sean alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo por su vulnerabilidad social ya que esta situación influye en su proceso educativo y en su bajo rendimiento académico (Choi y Han, 2020). El programa se lleva a cabo como actividad extraescolar a la que los estudiantes acuden de forma voluntaria. El programa sigue una metodología basada en el trabajo colaborativo y el *learning by doing* (McDonald, 2016) a través de actividades STEAM donde se trabajan contenidos matemáticos desde una variedad de contextos interdisciplinarios (Blanco et al., 2018). En la actualidad la Educación Secundaria Obligatoria se rige en la Comunidad Gallega por el *Decreto 156/2022, del 25 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria* en el que se recogen los contenidos específicos que se deben trabajar en las aulas. Bajo estas directrices se planifican todas las actividades que forman parte del programa de estímulo matemático como la que se presenta y analiza en este trabajo. La finalidad de dicho programa no es realizar un refuerzo educativo de los contenidos curriculares, sino potenciar el estímulo matemático y favorecer el interés de este alumnado tan específico por el estudio de las matemáticas.

La selección del alumnado participante fue realizada conjuntamente por los investigadores y los profesores de matemáticas y orientadores de los centros educativos. La recogida de datos se hace mediante grabación de las sesiones en vídeo, diario de campo de las sesiones, donde los investigadores actúan de observadores participantes, y entrevistas semiestructuradas a profesores, orientadores y alumnado. Además, al finalizar cada actividad del programa se aplica un cuestionario de satisfacción.

Para analizar los datos referidos a la intervención didáctica nos apoyamos en la Teoría de la Idoneidad Didáctica que analiza la idoneidad didáctica de un proceso instruccional a través del estudio de seis idoneidades: epistémica, cognitiva, interaccional, mediacional, afectiva y ecológica (Godino, 2013). En concreto, en este trabajo nos centramos en el estudio de la idoneidad afectiva y mediacional. La idoneidad afectiva se refiere al grado de implicación de los estudiantes y para ello se analizan los intereses y necesidades de los alumnos, sus actitudes y emociones. La

idoneidad mediacional recoge la disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales en los procesos de enseñanza. En la tabla 2 se muestra el instrumento de análisis utilizado donde se recogen los indicadores correspondientes a cada una de las componentes de las idoneidades afectiva y mediacional (Godino, 2013).

Idoneidad	Facetas	Indicadores
Afectiva	Intereses y necesidades	A1. Las tareas tienen interés para los alumnos A2. Se proponen situaciones que permitan valorar la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y profesional.
	Actitudes	A3. Se promueve la participación en las actividades, la perseverancia, responsabilidad, etc. A4. Se favorece la argumentación en situaciones de igualdad; el argumento se valora en sí mismo y no por quien lo dice.
	Emociones	A5. Se promueve la autoestima, evitando el rechazo, fobia o miedo a las matemáticas. A6. Se resaltan las cualidades de estética y precisión de las matemáticas.
Mediacional	Recursos Materiales	M1. Se usan materiales manipulativos e informáticos que permiten introducir buenas situaciones, lenguajes, procedimientos, argumentaciones adaptadas al contenido pretendido M2. Las definiciones y propiedades son contextualizadas y motivadas usando situaciones y modelos concretos y visualizaciones.
	Número de alumnos, horario y condiciones del aula	M3. El número y la distribución de los alumnos permite llevar a cabo la enseñanza pretendida. M4. El horario del curso es apropiado M5. El aula y la distribución de los alumnos es adecuada para el desarrollo del proceso instruccional pretendido.
	Tiempo	M6. El tiempo (presencial y no presencial) es suficiente para la enseñanza pretendida M7. Se dedica suficiente tiempo a los contenidos más importantes del tema. M8. Se dedica tiempo suficiente a los contenidos que presentan más dificultad de comprensión.

Tabla 2: Indicadores de idoneidad afectiva y mediacional

4.1. Estructura de la intervención

La sesión de intervención se inicia repartiendo las tabletas a los estudiantes y presentando la aplicación con los 3 juegos de la app descritos en el apartado 4. A medida que se explicaba cada uno de los juegos se dejaban unos minutos para que los estudiantes observaran el funcionamiento del mismo, como se muestra en las imágenes 9, 10 y 11. La secuencia que se siguió atendió al nivel de dificultad de cada juego, en base a nuestro propio criterio y experimentación. De esta manera, el primero fue el Block Puzzle seguido del Node line y, finalmente, el Math Sitck. En las imágenes 9, 10 y 11 se muestran a estudiantes interactuando con cada uno de esos juegos. El reto de la actividad era conseguir el nivel máximo al que podían llegar en el tiempo estipulado de diez minutos. No se trata de una competición sino de que los estudiantes se interesen por su progreso y avance. La sesión finaliza realizando una puesta en común de los niveles a los que llegó cada estudiante.



Figura 9. Estudiantes con el juego Block Puzzle



Figura 10. Estudiante con el juego Node line



Figura 11. Estudiante con el juego Math Stick

4.2. Resultados y análisis de la intervención

Los resultados muestran que el nivel alcanzado por el alumnado fue muy variado, como se muestra en la figura 12. El nivel máximo que alcanzaron los estudiantes fue el 36 en Block Puzzle, el 36 en el Node Line y el nivel 10 en el Math Stick. Estos resultados muestran que, como se esperaba, el primer juego era el más sencillo de los tres. Sin embargo, a los estudiantes les resultó más complicado el Math Stick, lo que no concuerda con el nivel de dificultad preestablecido.

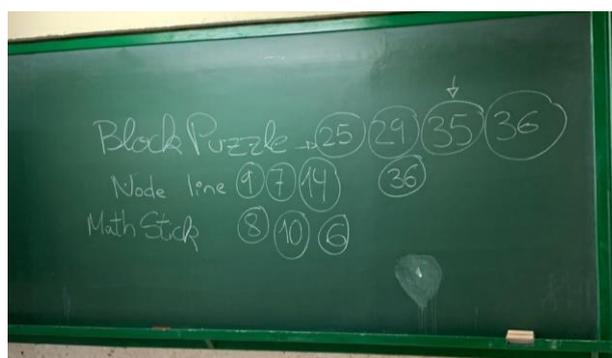


Figura 12. Niveles alcanzados

En la tabla 3 se muestran los resultados del cuestionario de satisfacción. En general, los estudiantes no consideraron difícil el manejo del material tecnológico utilizado ni la comprensión del funcionamiento de los tres juegos. Además, los contenidos matemáticos trabajados no eran nuevos para ellos, lo que favorece que

tengan más seguridad y que pongan la atención en la agilidad para resolver los diferentes niveles. Lo que más destaca es que consideran que han aprendido y que la propuesta didáctica les ha parecido interesante a gran parte de los estudiantes.

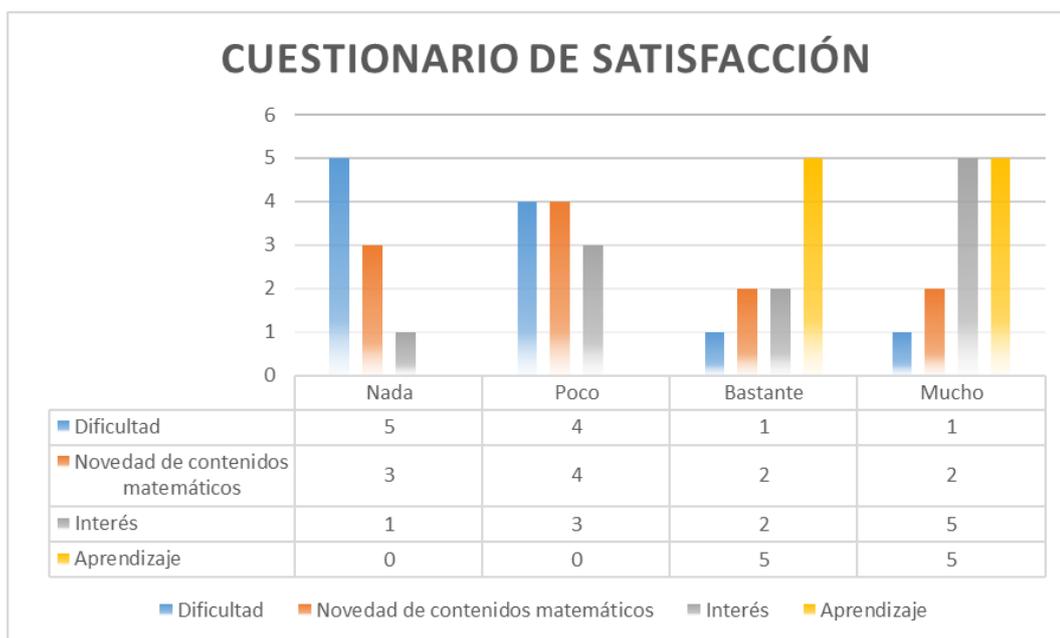


Tabla 3: Resultados cuestionario de satisfacción del alumnado

El análisis de resultados se hace atendiendo a los indicadores correspondientes a cada una de las componentes de las idoneidades mediacional y afectiva (Tabla 2). En relación con la idoneidad mediacional, el material empleado en la actividad tuvo un gran interés por parte del alumnado, ya que, a pesar de que todos lo conocían, no todos habían tenido la oportunidad de manipularlo (M1). Para la presentación de cada actividad en las diferentes aplicaciones, se les da una explicación de cómo se desarrolla cada uno de los juegos a la vez que se hace una prueba con ellos, lo que facilita que resuelvan sus dudas con respecto al desarrollo y finalidad del juego (M2). Los estudiantes trabajaron de forma individual o en parejas, según su propia elección. Esta situación favoreció un clima de relajación que permitió que se adaptaran al nivel de dificultad de cada uno de los juegos, favoreciendo una mayor interacción y que pudieran compartir reflexiones sobre la resolución de los juegos (M3). Para trabajar en contexto realista la sesión se desarrolló en el aula de informática de cada centro educativo, lo que ayuda a que el alumnado varíe el espacio que habitualmente se asigna a la materia de matemáticas, presentando otro contexto en el que trabajar contenidos matemáticos (M5). El horario en el que se realizó la sesión fue de 16:30 a 17:30, lo que se ajusta al que tienen las actividades extraescolares en los centros participantes (M4). La duración de la sesión fue de una hora, siguiendo la estructura de todas las actividades que conforman el programa socioeducativo al que pertenece y fue suficiente para que se pudiera hacer la parte de presentación de los juegos y el ensayo y después los estudiantes pudieran realizar el reto (M6). Se observa que el tiempo estipulado para cada juego es el suficiente porque todos avanzan en los distintos niveles y llegan a alcanzar como mínimo el nivel seis en el Math Stick (M7).

En relación con la idoneidad afectiva el trabajo con aplicaciones móviles y tabletas facilita que el alumnado tenga mayor interés por los contenidos que se trabajan y una mejor actitud hacia la materia lo que concuerda con los resultados de Aryasa et al. (2021), Calder y Campbell (2016), Coutinho et al. (2021) y López y Albaladejo (2009) (A1). Todos los estudiantes sienten la necesidad de resolver la actividad y pasar al nivel siguiente, por lo que cuando uno anuncia que supera un nivel todos se interesan por saber cómo lo hizo, favoreciendo la colaboración de todo el grupo (A3) lo que concuerda con los estudios de Ortiz-Sanz et al. (2020) y de Hoyos-Prioló (2017). Los estudiantes argumentan para ayudar a sus compañeros a avanzar en los niveles (A4), indicándoles, por ejemplo, en el juego Math Stick qué palo deben mover para que se dé la igualdad o aportando ideas para lograrlo. Situaciones como estas, donde unos estudiantes ayudan a otros y lo hacen en voz alta, facilitan romper con la timidez de algunos de ellos y mejorar la autoestima (A5). Además, ponen de manifiesto que la base de la sesión no es la competición sino el progreso de cada estudiante que es lo que se pretendía. En el caso de estudiantes más reticentes hacia las matemáticas, uno de los instructores actúa de compañero y le ayuda en el avance de los niveles para evitar que rechacen la tarea por no saber resolverla (A5). Se observó que todos los estudiantes superan ese el miedo inicial que produce una actividad nueva y consiguen reconocer el papel que juegan las matemáticas en el diseño y estructura de los juegos y la importancia de la precisión para acceder a un nivel superior (A6). Dada la naturaleza de los juegos elegidos, el indicador A2 no se contempla.

Una parte importante de un análisis de intervención educativa es establecer las dificultades y mejoras en cuanto a la experimentación de esta. Todos los juegos de la app Brain Training-Logic Puzzles fueron explicados mediante la realización del primer nivel y no siempre era el más representativo de la misma. El juego que resultó más difícil, tanto para entender su funcionamiento como para avanzar de nivel, fue Node line. En niveles superiores de este juego es necesario duplicar o incluso triplicar aristas (M2). Este hecho hace más difícil el paso a un nivel superior ya que aumenta las diferentes posibilidades de conexión entre los nodos (M7). Un aspecto interesante para resaltar es que hay niveles con varias soluciones válidas (las ilustraciones 10 y 11 muestran esta situación para Node line) lo que muestra a los estudiantes ejemplos de problemas con varias soluciones. Con el fin de solventar estas dificultades, se ayudó a los estudiantes resolviendo las dudas de forma individual y, en alguna ocasión, haciendo comentarios para todo el grupo (A4).

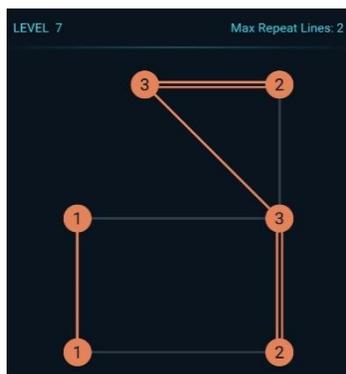


Figura 11. Solución 1 del nivel 7 de Node Line

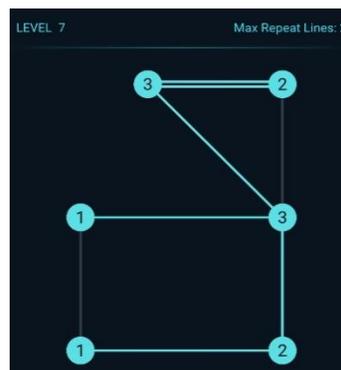


Figura 12. Solución 2 del nivel 7 de Node line

A pesar de que la aplicación no necesita conexión a Internet para poder utilizarla, esta sí era necesaria para la realización del cuestionario de satisfacción a través del Kahoot. La conexión de todas las tabletas a la red wifi de los centros educativos fue lenta y en ocasiones inexistente, lo que resultó en un aumento del tiempo estipulado para la realización de la sesión (M6). Estas dificultades relacionadas con la conectividad a internet también la recogen Hoyos-Prioló (2017).

5. Conclusiones

En este trabajo se presenta el análisis de una intervención educativa para trabajar, a través de una app lúdica, contenidos matemáticos en un contexto de inclusión en secundaria obligatoria. Se ha mostrado que la aplicación Brain Training-Logic Puzzles mediante el soporte de tabletas ha sido efectiva en este contexto (idoneidad mediacional). Se ha favorecido que estos estudiantes en riesgo de exclusión aumenten su interés por los contenidos que se trabajan y que se promueva una actitud más positiva hacia la materia (idoneidad afectiva). Todos los estudiantes participaron de forma activa, mostrando interés por avanzar en los niveles de cada juego presentado y ayudando a sus compañeros a superarlos. Consideran que, a pesar de no estar añadiendo contenidos nuevos (aspecto que ellos mismos reconocen), en general les pareció interesante la propuesta y, sobre todo, que han aprendido mucho al realizarla. No se pretende enseñar contenidos matemáticos nuevos, si no de que sean capaces de comprender la utilidad de los contenidos que ya conocen para resolver cuestiones desde una perspectiva distinta y lúdica a como lo resuelven en las aulas tradicionales.

No obstante, para conseguir que se incorporen estas nuevas tecnologías en el aula de forma efectiva es importante que el profesorado adquiera la formación necesaria para tal fin (Mailizar y Fan, 2020, Groenwald y Homa, 2021; Weinhandl et al., (2021)). Mailizar y Fan (2020) nos indican que la falta de formación del profesorado puede provocar que este se limite a utilizar aquellas herramientas digitales que más conoce, sin ser necesariamente las más adecuadas. También esa falta de formación puede llevar al docente a utilizar apps que no tienen la calidad educativa requerida o a no utilizar apps lúdicas que, implícitamente en un contexto de juego, movilizan procesos matemáticos importantes para la resolución de problemas. Es el docente el que debe encontrar el modo de adaptarse a la evolución de la tecnología en la educación y al contexto del aula en el que se encuentre. Para ello puede crear sus propias apps o adaptar o utilizar directamente las que ya existen. Por último, es preciso señalar que, para incorporar el uso de las apps, es necesario combinar estos

nuevos métodos con las finalidades educativas y analizar qué aportan estas nuevas tendencias a la función docente (Flores y Peinado, 2019).

7. Agradecimientos

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades – Agencia Estatal de Investigación/ _Proyecto EDU2017-84979-R.

Referencias

- Aryasa, K., Fabrianes, J. C., Irwan, A. M., Hasyrif, S. Y., Paulus, Y. T., & Irmayana, A. (2021). The Use of Game Puzzle Application for presenting Arithmetic Problems. In *2021 3rd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)* (pp. 1-4). IEEE.
- Blanco, T. F. y Ares Méndez, I. (2021). Exploratory analysis of mathematical applications as a didactic resource. *EDULEANR21 Proceedings*, 11639-11645.
- Blanco, T. F., Gorgal, A., Salgado, M., Salinas, M.J., Sequeiros, P.G., Rodríguez, D., Núñez, C., y Diego-Mantecón, J.M. (2018). Interdisciplinary activities for an inclusive mathematics education. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, y L. Sumpter (Eds.) *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 5, p. 208). PME.
- Bouck, E. C., Chamberlain, C., & Park, J. (2017). Concrete and app-based manipulatives to support students with disabilities with subtraction. *Education and Training in autism and Developmental Disabilities*, 52(3), 317-331.
- Bouck, E. C., Working, C., & Bone, E. (2018). Manipulative apps to support students with disabilities in mathematics. *Intervention in School and Clinic*, 53(3), 177-182. <https://doi.org/10.1177/1053451217702115>
- Calder, N., y Campbell, A. (2016). Using mathematical apps with reluctant learners. *Digital experiences in mathematics education*, 2 (1), 50-69.
- Choi, J., y Han, H. (2020). Do Parental Attitudes Really Matter to Children's Mathematics Anxiety? A Meta-Analysis. *Universal Journal of Educational Research*, 8, 1731-1740.
- Coutinho, W. A., de Almeida, V. E., y Jatobá, A. (2021). Aplicativos móveis: uso e possibilidades para o ensino da matemática na EJA. *ETD-Educação Temática Digital*, 23 (1), 20-43.
- Dubé, A. K., Kacmaz, G., Wen, R., Alam, S. S., & Xu, C. (2020). Identifying quality educational apps: Lessons from 'top' mathematics apps in the Apple App store. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5389-5404.
- Fabian, K., Topping, K. J., y Barron, I. G. (2018). Using mobile technologies for mathematics: effects on student attitudes and achievement. *Educational Technology Research and Development*, 66 (5), 1119-1139.
- Flores, P., y Peinado, P. (2019). ¿Gamificación como nueva tendencia didáctica? Juegos y enseñanza de las matemáticas. *Revista Épsilon*, 101, 7-10.
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación de Educación Matemática*, 8 (11), 111-132.
- González Astudillo, M. T., Cáceres García, M. J., Chamoso Sánchez, J. M., Codes Valcarce, M., y Coello Villanueva, Y. M. (2017). Diseño, desarrollo, experimentación y evaluación de aplicaciones Android para la enseñanza de la estadística.

- Groenwald, C. L. O., y Homa, A. I. R. (2021). Educación Matemáticas y Tecnologías: planificación de tareas de investigación centradas en el aprendizaje de los estudiantes. *UNIÓN*, 17 (63).
- Hoyos-Prioló, V. J. (2017). Aprendizaje móvil en el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo. *Pedagogía profesional*, 15 (2).
- Hsu, Y-C., Ching, Y-H., Callahan, J., y Bullock, D. (2021). Enhancing STEM Majors' College Trigonometry Learning through Collaborative Mobile Apps Coding. *TechTrends*, 65 (1), 26-37.
- Hsu, Y. C., Ching, Y. H., Callahan, J., & Bullock, D. (2021). Enhancing STEM Majors' College Trigonometry Learning through Collaborative Mobile Apps Coding. *TechTrends*, 65(1), 26-37. <https://doi.org/10.20396/etd.v23i1.8656231>
- Kaloo, V., y Mohan, P. (2012). MobileMath: An innovative solution to the problem of poor Mathematics performance in the Caribbean. *The Caribbean Teaching Scholar*, 2 (1).
- Larkin, K., & Milford, T. (2018). Using cluster analysis to enhance student learning when using geometry mathematics apps. In *Uses of Technology in Primary and Secondary Mathematics Education* (pp. 101-118). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76575-4_6
- López, M. D. M. G., y Albaladejo, I. M. R. (2009). Influencia de las nuevas tecnologías en la evolución del aprendizaje y las actitudes matemáticas de estudiantes de secundaria. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7 (1), 369-396.
- Mailizar, M., y Fan, L. (2020). Examining Indonesian secondary school mathematics teachers' instructional practice in the integration of technology. *Universal Journal of Educational Research*, 8 (10), 4692-4699.
- McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A Review of the Contribution of the Disciplines of Science, Technology, Engineering and Mathematics. *Science Education International*, 27 (4), 530-569.
- Ortiz-Sanz, J. P., Gil-Docampo, M., Rego-Sanmartín, T., Arza-García, M., Tucci, G., Parisi, E. I., & Mugnai, F. (2020). D3mobile metrology world league: training secondary students on smartphone-based photogrammetry. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 43, 235-241.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N., 2018. Educational Apps from the Android Google Play for Greek Preschoolers: A Systematic Review. *Computers and Education*, Vol. 116, pp. 139-160.
- Radović, S., Marić, M., y Passey, D. (2019). Technology enhancing mathematics learning behaviours: Shifting learning goals from “producing the right answer” to “understanding how to address current and future mathematical challenges”. *Education and Information Technologies*, 24 (1), 103-126.
- Rotger García, L., Herreros Herreros, S., y Ribera Puchades, J. M. (2022). Uso de Minecraft Education Edition para el afianzamiento en las clases de matemáticas. *Book of Abstracts. International Conference on Gamifying Mathematics in CLIL context*.
- Tangarife, D. (2018). La enseñanza de las matemáticas a personas con síndrome de Down utilizando dispositivos móviles. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20 (4), 144-153.
- Verzosa, D.M.B., de Las Peñas, M.L.A.N., Sarmiento, J.F., Aberin, M.A.Q., Tolentino, M.A.C., & Loyola, M.L. (2021). Using mobile technology to promote higher-order thinking skills in elementary mathematics. *Proceedings of the 8th International*

- Conference on Educational Technologies 2021, ICEduTech 2021 and 17th International Conference on Mobile Learning 2021, ML 2021, 19-26.
- Weinhandl, R., Houghton, T., Lindenbauer, E., Mayerhofer, M., Lavicza, Z., y Hohenwarter, M. (2021). Integrating Technologies Into Teaching and Learning Mathematics at the Beginning of Secondary Education in Austria. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17 (12), em2057.
- Zhang, L., Shang, J., Pelton, T., y Pelton, L. F. (2020). Supporting primary students' learning of fraction conceptual knowledge through digital games. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36 (4), 540-548.

Teresa Fernández Blanco. Universidade de Santiago de Compostela.
(Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais)
teref.blanco@usc.es

Alejandro Gorgal Romarís. alejandro.gorgal@rai.usc.es

Iria Ares Méndez. Universidad de Santiago de Compostela.