



ARTÍCULO / ARTICLE

Fortaleciendo habilidades de pensamiento computacional en Educación Infantil: Experiencia de aprendizaje mediante interfaces tangible y gráfica

Enhancing computational thinking skills in early childhood education: Learning experience through tangible and graphical interfaces

Yen Air Caballero-Gonzalez y Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso

Recibido: 4 octubre 2019
Revisión: 15 noviembre 2019
Aceptado: 29 noviembre 2019

Dirección autores:

Dpto. Didáctica, Organización y Métodos de Investigación. Facultad de Educación. Universidad de Salamanca. Paseo de Canalejas, 169, 37008 - Salamanca (España)

E-mail / ORCID

ycaballero@usal.es

 <https://orcid.org/0000-0002-7493-6683>

anagy@usal.es

 <https://orcid.org/0000-0003-0463-0192>

Resumen: El desarrollo e integración de la tecnología digital, en el contexto social actual, hace necesario el diseño de propuestas educativas que contribuyan a fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de recursos y materiales didácticos que aporten dinamismo, flexibilidad e innovación. Un enfoque que está ganando popularidad, en el escenario internacional, consiste en abordar la enseñanza de la tecnología, la programación y el pensamiento computacional desde primeras etapas escolares. En este trabajo se presentan algunos de los resultados alcanzados mediante el desarrollo de una experiencia formativa sobre aprendizaje del pensamiento computacional en educación infantil. El estudio corresponde a un diseño cuasi-experimental con medidas pretest-postest, sin grupo control. La muestra de participantes fue de 44 estudiantes y 2 profesores, de un colegio concertado, en Salamanca, España, durante el periodo 2017-2018. Las actividades consistieron en la resolución de problemas con retos de programación utilizando una interfaz tangible y otra gráfica. Los instrumentos utilizados fueron una rúbrica, cuestionarios y diario de campo. Los resultados generales muestran la existencia de diferencias entre el pretest y el postest, lo que indica que se generó un avance en referencia al aprendizaje del pensamiento computacional mediante la característica explorada. Además, se evidencia una aceptación positiva de las actividades entre estudiantes y profesores. El estudio representa una valoración inicial sobre la adquisición de habilidades de pensamiento computacional y programación en etapas educativas tempranas.

Palabras clave: Pensamiento Computacional, Programación, Robótica, Educación Infantil.

Abstract: The development and integration of digital technology, in the current social context, makes it necessary to design and implement educational proposals that contribute to strengthening the teaching-learning processes through resources and didactic materials that provide dynamism, flexibility and innovation. One of the approaches that is gaining popularity in the international scenario is to approach the teaching of technology, programming and other digital skills such as computational thinking from an early age. This paper presents some of the results achieved through the development of a formative experience to foster the learning of computational thinking in early childhood education. The study corresponds to a quasi-experimental design with pretest-postest measures, without control group. The sample of participants was 44 students and 2 teachers, from a concerted school, in Salamanca, Spain, during the period 2017-2018. The activities consisted of solving problems with programming challenges using a tangible and a graphical interface. The data were collected through a rubric, questionnaires and field diary. The general results show the existence of differences between pretest and postest, which indicates that an advance was generated in reference to the learning of computational thinking through the explored characteristic. In addition, there is a positive acceptance of the activities between students and teachers. The study represents an initial assessment of the development of programming and computational thinking skills in young children using tangible and graphical learning interfaces.

Keywords: Computational Thinking, Programming, Robotics, Preschool Education.

1. Introducción

En el escenario de acción y desarrollo social actual, impulsado especialmente por la integración de productos y servicios basados en la tecnología digital, se incorpora fuertemente una corriente de aprendizaje con gran impacto en el contexto educativo internacional. La iniciativa propuesta consiste en desarrollar desde una edad escolar temprana habilidades y competencias digitales como las de pensamiento computacional y la programación (Basogain-Olabe, Olabe-Basogain y Olabe-Basogain, 2015; Valverde-Berrocoso, Fernández-Sánchez y Garrido-Arroyo, 2015).

El propósito de la iniciativa es fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje tradicionales integrando métodos y técnicas que utilicen como soporte materiales didácticos basados en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Esto permitirá consolidar una verdadera cultura digital en la población, aumentando el interés por las denominadas disciplinas STEM (de las palabras en inglés: Science, Technology, Engineering and Math) y de esta forma, suplir las necesidades de conocimiento que experimenta la sociedad digital del siglo XXI (Chen, Shen, Barth-Cohen, Jiang, Huang, y Eltoukhy, 2017). En este sentido, la robótica es una de las tecnologías que en los últimos años ha irrumpido con fuerza en el escenario educativo. En consecuencia, distintos países y regiones están desarrollando proyectos de transformación educativa que permitirán integrarla como disciplina de estudio en los programas y currículos oficiales. En algunos casos como en el Reino Unido ya se ha incorporado en asignaturas relacionadas con ciencia y tecnología, en otros, mediante estrategias de aprendizaje transversal aplicada a diversas áreas y contenidos (Kalelioğlu, 2015; Zapata-Ros, 2015; Sullivan y Bers, 2016).

La utilización de la robótica en el contexto educativo es conocida como Robótica Educativa (RE) o robótica pedagógica. (Moreno et al., 2012). Esta tecnología educativa provee un abanico de oportunidades para el desarrollo de competencias y habilidades necesarias para la sociedad digital actual. Concretamente nos referimos al fortalecimiento de habilidades sobre pensamiento computacional, crítico y reflexivo, la resolución de problemas y otras competencias sociales como el trabajo en equipo, la colaboración, creatividad, liderazgo e iniciativa (Resnick y Rosenbaum, 2013).

La RE facilita el diseño, construcción y desarrollo de entornos de aprendizaje activos caracterizados por la utilización de materiales didácticos tangibles, en contraposición con el esquema de enseñanza tradicional cuya orientación enfatiza el uso de elementos abstractos. En este nuevo ecosistema educativo-tecnológico, que se está consolidando progresivamente, el estudiante adquiere un rol de mayor importancia en la generación y construcción de sus aprendizajes y conocimientos (García-Peñalvo et al., 2015).

Los primeros argumentos a favor del valor pedagógico de la robótica vienen de la mano de Seymour Papert, discípulo de Jean Piaget. Papert, tomando como principal referencia los argumentos desarrollados por Piaget en el constructivismo, desarrolla una propuesta educativa bajo el nombre de construccionismo. Según esta teoría la adquisición de aprendizajes significativos se logra cuando el estudiante se involucra directamente en el proceso (Bers, 2008; Kucuk y Sisman, 2017). Igualmente, Papert sostiene que la RE facilita que el estudiante alcance este nivel de interacción. En la literatura es posible encontrar otros argumentos acerca de los beneficios que aporta la utilización de ambientes de aprendizaje basados en la robótica. Algunos de los

planteamientos sostienen que la RE representa una experiencia de aprendizaje que facilita el desarrollo de nuevas habilidades, nuevos conceptos, fortalece el pensamiento sistémico, lógico, estructurado y formal del estudiante. Igualmente, se le considera un medio didáctico con gran valor educativo al permitir trabajar con problemas del mundo real, utilizando una perspectiva de aprendizaje adecuada a la edad y desarrollo cognitivo del participante (Scaradozzi et al., 2015; Karampinis, 2018).

El Pensamiento Computacional (PC) es una de las corrientes formativas sobre alfabetización tecnológica que en los últimos años ha logrado captar el foco de interés y atención en importantes foros académicos, empresariales y de investigación. El término fue utilizado en el 2006 por Jeannette Wing, profesora en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad Carnegie Mellon en los Estados Unidos. Según esta investigadora el aprendizaje del PC permite fortalecer la capacidad de resolver problemas y diseñar sistemas, basados en los conceptos fundamentales de la computación (Wing, 2006). Posteriormente, en 2008, Wing manifestó: «El pensamiento computacional influirá en todos los campos de actividad, lo que supondrá un nuevo reto educativo para nuestra sociedad, especialmente para nuestros hijos» (Wing, 2008, p. 3717). Igualmente, investigadores como Karen Brennan y Mitch Resnick desarrollaron una propuesta concreta sobre los aspectos conceptuales del PC (Brennan y Resnick, 2012). La iniciativa se denominó «computational thinking framework» y estructura el PC en base a tres dimensiones: conceptos, prácticas y perspectivas.

En la estructura de aprendizaje sobre PC propuesta por Brennan & Resnick (2012) la dimensión conceptos, está formada por las características: secuencias, bucles, eventos, paralelismos, condicionales, operadores y datos. La dimensión práctica, se organiza en base a las características: experimentación e interacción, evaluación y depuración, reutilización y abstracción. Por último, la dimensión perspectivas, está compuesta por el aprendizaje de las características: expresarse, conectarse e interrogarse. Recientemente se han propuesto nuevos enfoques y marcos de referencia sobre la enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional. Uno de estos enfoques presenta el aprendizaje del PC a través de cinco habilidades claves: la abstracción, generalización, descomposición, pensamiento algorítmico y depuración (Angeli et al., 2016). En otra propuesta se describe el PC como un proceso de resolución de problemas que posee un carácter expresivo facilitando que los estudiantes desarrollen habilidades cognitivas, técnicas y sociales (Bers, 2018). Además, se expone que el PC posee una gran vinculación o similitud con el pensamiento matemático, el pensamiento ingenieril y el científico. Bers, propone siete características importantes sobre PC, éstas son: algoritmos, modularidad, estructuras de control, representación, hardware/software, proceso de diseño y depuración (Sullivan, Bers, y Mihm, 2017).

La realidad es que, en los últimos años, se ha incrementado el interés por desarrollar estrategias de enseñanza-aprendizaje que permitan mejorar las habilidades asociadas a la programación y el pensamiento computacional, desde las primeras etapas escolares (Cheng, Sun y Chen, 2018). Actualmente se cuenta con una serie de recursos y materiales educativo-tecnológico que permiten a estudiantes de primeros niveles educativos diseñar y construir pequeños proyectos utilizando robots programables como interfaz tangible para el aprendizaje. En este sentido, los niños pueden crear una programación con instrucciones simples utilizando piezas físicas o proporcionar ordenes al robot a través de interfaces gráficas compuesta por bloques (Cejka et al., 2006; Elkin, Sullivan, y Bers, 2014).

Se han desarrollado estudios que informan de los beneficios que se pueden alcanzar al incorporar este tipo de proyectos educativo-tecnológico desde niveles escolares iniciales. Explorando conceptos y prácticas sobre las ingenierías, las ciencias de la computación, la programación y el pensamiento computacional que, a corto y mediano plazo, representarán para los estudiantes ventajas como miembros de una compleja sociedad de la información y el conocimiento, en la que tendrán que vivir (Bruni y Nisdeo, 2017; Chalmers, 2018). Por otro lado, es una línea de investigación que aún está en desarrollo, lo que permite explorar nuevas posibilidades educativas a través de la integración de diversas interfaces y medios didácticos basados en la tecnología, como por ejemplo la RE.

2. Método

A la luz de los aportes teóricos expuestos en la sección anterior se estructura un estudio para evaluar el desempeño o logro alcanzado por un grupo de niños de primeras etapas escolares que participaron de una experiencia de aprendizaje sobre habilidades de pensamiento computacional y programación. En el estudio se utilizaron dos tipos de interfaces, una tangible mediante el uso del kit de robótica Bee-Bot® y otra de tipo gráfico, utilizando un emulador web¹, basado en la aplicación original diseñada para dispositivos móviles en un entorno operativo Apple².

2.1. Objetivo

El objetivo principal del estudio fue evaluar el desempeño de los estudiantes que participaron en el desarrollo de una experiencia de aprendizaje sobre habilidades de pensamiento computacional y programación utilizando interfaces tangibles y gráficas, como medio didáctico para el aprendizaje. El desarrollo del presente estudio permitió que se pudieran responder algunas de las interrogantes que se formularon tomando como base el objetivo planteado para la investigación:

- ¿Cómo influye el tipo de interfaces tangible y gráfica en el nivel de logro alcanzado por los estudiantes durante la realización de las actividades de aprendizaje sobre habilidades de pensamiento computacional y programación?
- ¿Al participar en actividades de formación con retos sobre habilidades de pensamiento computacional y programación, los estudiantes consiguen alcanzar un efecto significativamente positivo, en el dominio y aprendizaje del pensamiento computacional?

2.2. Participantes

La muestra de participantes en el estudio estuvo compuesta por 44 estudiantes y 2 profesores del tercer nivel de educación infantil, de un centro concertado en Salamanca, España, durante el segundo trimestre, del curso académico 2017-2018. Los estudiantes y padres de familia fueron informados de la realización del estudio, sus objetivos y las actividades que se desarrollarían. El rango de edad de los estudiantes estuvo entre los 5 y 6 años. Concretamente el 68% de los participantes tenía 5 años, mientras que el 32% de los niños contaba con 6 años. La distribución de los estudiantes con referencia al sexo fue equivalente; es decir, que participaron 22 niños y 22 niñas.

¹ <https://scratch.mit.edu/projects/19685257>

² <https://itunes.apple.com/us/app/bee-bot/id500131639?mt=8>

2.3. Enfoque de investigación

El trabajo de investigación que se describe en este documento se desarrolla mediante un diseño cuasi-experimental con medidas pretest - posttest, sin grupo control (Campbell y Stanley, 1993; Hernández et al., 2014). El muestreo utilizado es no probabilístico ya que se utilizaron grupos intactos, es decir; clases completas formadas previamente al desarrollo del estudio y por criterios particulares del centro educativo. Sin embargo, con el propósito de fortalecer la validez en los resultados se utilizó como estrategia, la triangulación de datos, lo que implica el uso de distintas estrategias para la recolección de datos (Olsen, 2004). En este sentido, se prepararon instrumentos de tipo cuantitativo (rubrica para evaluar el desempeño) y cualitativos (cuestionario y diario de campo).

Para el estudio se establecieron dos tipos de variables: una es la independiente, que se manipulará para ver qué efecto causa en la variable dependiente (Hernández et al., 2014). La variable independiente que se estableció corresponde a las actividades de aprendizaje que componen el programa formativo. Estas se estructuraron a través de retos para la resolución de problemas mediante las interfaces tangible y gráfica. La variable dependiente que se definió para el estudio fue la característica, secuencia del PC. La evaluación de esta variable se realizó a través del nivel de logro alcanzado por los estudiantes en la ejecución de las actividades que estructuraron las pruebas pretest y posttest.

La secuenciación también es un componente importante en el aprendizaje de las matemáticas tempranas, así como del aprendizaje de la alfabetización en las primeras etapas escolares. Igualmente, permite iniciar a los niños en el aprendizaje de los principios de programación ya que guarda estrecha relación con el concepto de algoritmo, utilizado en ciencias de la computación (Kazakoff y Bers, 2014). En este sentido, la robótica educativa permite explorar activamente esta habilidad de la programación y el pensamiento computacional.

2.4. Materiales

Para el desarrollo de la experiencia sobre enseñanza-aprendizaje del PC se utilizaron dos tipos de interfaces una física o tangible (kit de robótica Bee-Bot®) y otra de tipo gráfica (emulador web del robot Bee-Bot®). La interfaz tangible consiste en un robot en forma de abeja, su nombre es Bee-Bot®. Este robot posee una carcasa de un material resistente y adecuado para niños pequeños entre los 3 y 7 años. Sus colores vivos y sonidos lo convierten en un medio didáctico de gran interés para los primeros años de escuela.

El robot posee en su exterior botones para programar secuencias de movimientos que el robot deberá ejecutar (avance, retroceso, giros hacia la izquierda o derecha). Internamente Bee-Bot® almacena en su memoria hasta 40 instrucciones. Además, cuenta con un botón para iniciar la ejecución de la secuencia, uno para pausarla y otro para borrarla y reiniciar la operación. Los desplazamientos que Bee-Bot® puede realizar corresponden a movimientos de 15 cm (adelante o atrás) y giros en ángulo de 90° (García-Peñalvo et al., 2016; Chiara et al., 2017).

En las actividades que se planificaron también se utilizaron unos tapetes que vendrían a representar los escenarios sobre los cuales el robot se desplazaría (Figura 1). El diseño de cada tapete se organizó de acuerdo con los objetivos de aprendizaje que

se querían alcanzar, para esto se estableció el tipo de secuencia: simple y de complejidad media.



Figura 1. Kit de robótica Bee-Bot® y tapete utilizado en las actividades. Fuente: Elaboración propia.

La interfaz gráfica que se utilizó en el desarrollo de la experiencia de aprendizaje consistió en una aplicación web que permitía utilizar al robot Bee-Bot®, mediante un emulador virtual. Se compone de varias plantillas o tapetes. Inicialmente fue desarrollado para su utilización desde dispositivos móviles desde un entorno operativo Apple. Para el estudio se empleará el emulador desde una pizarra digital, donde los participantes podrán efectuar la programación de movimientos que se necesite para que el robot realiza los desplazamientos (Figura 2).



Figura 2. Ejemplo del emulador web para Bee-Bot®. Fuente: Elaboración propia.

2.5. Procedimiento

En el desarrollo de la experiencia sobre habilidades de pensamiento computacional y programación se exploró concretamente la dimensión conceptual, a través de la característica secuencias. Para esto se tomó en consideración las propuestas de aprendizaje del PC formuladas por Brennan y Resnick (2012), Bers et al. (2014) y Angeli et al. (2016).

Las actividades organizadas se enfocaron a la resolución de problemas con retos o desafíos mediante la construcción de secuencias básicas y de complejidad media. La cantidad de movimientos requeridos, y el uso o no, de giros definió la complejidad de la secuencia (González y Muñoz-Repiso, 2017; González y Muñoz-Repiso, 2018). La experiencia desarrollada implicó un total de 26 horas (Figura 3).



Figura 3. Distribución de sesiones en la experiencia de aprendizaje sobre PC. Elaboración propia

La experiencia de formación y aprendizaje inició con una sesión preliminar a través de la cual los estudiantes recibieron una explicación general sobre los comandos o instrucciones básicas para trabajar con el recurso de robótica, kit Bee-Bot® y el emulador web. Para acceder al emulador de Bee-Bot® se utilizó una pizarra digital como medio de proyección de los escenarios virtuales para Bee-Bot®.

Después de esta sesión preliminar, se aplicó una prueba pretest a los niños. Esta prueba consistió en el desarrollo de 6 retos sobre resolución de problemas a través de los cuales el estudiante debía construir secuencias de movimientos para lograr que el robot Bee-Bot® se desplazara a un punto específico. En esta prueba se utilizó únicamente la pizarra digital que permitió explorar la interfaz gráfica del emulador web para Bee-Bot®. Una vez realizada la prueba pretest se desarrollaron 8 sesiones, con actividades de enseñanza-aprendizaje, basada en la resolución de problemas con retos de programación y pensamiento computacional (característica secuencia). En estas jornadas se empleó como medio didáctico ambas interfaces (tangible y gráfica). Concretamente las intervenciones se efectuaron desde la sesión 2 hasta la sesión 9. Posterior a la culminación de las sesiones de intervención se aplicó nuevamente una prueba de evaluación (postest). En la prueba postest también se efectuaron 6 retos basados en la característica secuencias, igual que en el pretest. Sin embargo, para esta prueba se utilizó una interfaz tangible; es decir, el kit de robótica Bee-Bot®.

2.6. Instrumentos

Para recolectar los datos sobre el desempeño de cada estudiante en las distintas actividades propuestas se utilizó como instrumento una rúbrica. El diseño fue una

adaptación de la rúbrica de evaluación, propuesta por el DevTech Research Group y utilizada en el programa de estudio en robótica, TangibleK (Bers, 2010; Bers et al., 2014). La asignación de valores para la evaluación del desempeño de cada estudiante se realizó mediante un consenso de criterios entre el investigador y los profesores. La característica del pensamiento computacional explorada (secuencias) fue evaluada a través de un total de seis retos. En la Tabla 1 se muestran los criterios y el rango de valores utilizado en la rúbrica de evaluación del desempeño para cada una de las actividades que estructuraron las pruebas sobre secuenciación.

Tabla 1. Criterios y valores utilizados para evaluar las actividades de aprendizaje desarrolladas en la experiencia sobre habilidades de pensamiento computacional y programación. Fuente: Elaboración propia.

Criterio	Valor (puntos)
Completó totalmente la actividad, sin recibir ayuda	5
Completó la actividad parcialmente con ayuda moderada	4
Completó la actividad ligeramente con ayuda periódica	3
Completó una solución mínima a la actividad con ayuda paso a paso	2
Participo en la actividad, pero no completó una solución	1
No participó de la actividad	0

Al finalizar la experiencia de formación y aprendizaje y la aplicación de la prueba postest, sobre habilidades de pensamiento computacional y programación, concretamente explorando la característica de secuencias se aplicó un cuestionario a estudiantes y profesores. El propósito fue conocer el nivel de aceptación de la actividad, los materiales o medios didácticos utilizados y las preferencias de los estudiantes en referencia al tipo de interfaz que se utilizó. Para los efectos y propósitos de este documento se hará énfasis únicamente a los datos que provienen de los estudiantes.

3. Resultados

Con el propósito de establecer el efecto que produjo la utilización de cada una de las interfaces utilizadas en la experiencia de aprendizaje se efectuó un análisis de los datos recolectados a través de las evaluaciones pretest y postest aplicadas a cada estudiante. Es importante resaltar que en ambas evaluaciones (pretest y postest) se exploró concretamente la característica secuencias del pensamiento computacional, utilizando retos que consistieron en la construcción de secuencias de programación de nivel básico y de media complejidad.

Los datos e información recolectada en las pruebas pretest y postest se trataron con técnicas de análisis cuantitativo utilizando el programa estadístico SPSS versión 23. Primeramente, se realizó un estudio de la normalidad de los datos recolectados utilizando para ello la prueba estadística Kolmogorov-Smirnov. Se recomienda utilizar esta prueba cuando se poseen datos que representan una muestra poblacional superior a 30 individuos, en nuestro caso 44 estudiantes. El valor crítico que se estableció para la ejecución de las pruebas estadísticas fue un $\alpha < ,05$. En la Tabla 2, se observan los resultados que se obtuvieron con los cálculos a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov aplicada a los datos recolectados. Las evaluaciones pretest y

postest permitieron determinar el desempeño alcanzado por los estudiantes en los diferentes retos sobre habilidades de pensamiento computacional, concretamente en la característica secuencia. Los resultados alcanzados reflejan un p (Sig.) $> ,05$ para ambos conjuntos de datos (pretest y postest) por lo cual se asume que el conjunto de datos evaluado sigue una distribución normal.

Tabla 2. Pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov con valores del pretest y postest. Fuente: Elaboración propia.

Valores	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Pretest_InterfaceGrafica	,116	44	,160
Postest_InterfaceTangible	,119	44	,125

Una vez comprobada la normalidad de los datos, se efectúa una prueba t-student para dos muestras relacionadas; es decir, se toma el conjunto de datos con las evaluaciones que alcanzaron los estudiantes antes (pretest) y después (postest) de realizar las sesiones de intervención, utilizando en la evaluación pretest una interfaz gráfica y en la evaluación postest una interfaz tangible. La Tabla 3, presenta los estadísticos descriptivos generados a partir del conjunto de datos recolectado en ambas evaluaciones (pretest y postest). Se observa que el valor de la media calculado para los datos recolectados en la prueba postest, es superior al valor de la media para los datos del pretest.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos para los valores del pretest y postest. Fuente: Elaboración propia.

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Pretest_InterfaceGrafica	18,00	44	4,356	,657
	Postest_InterfaceTangible	19,95	44	5,274	,795

En la Tabla 4 se observan los valores que se obtuvieron como resultado de la aplicación de la prueba estadística t de Student para muestras relacionadas, sobre los datos recolectados en el pretest y el postest. Los resultados exponen la existencia de diferencias significativas en los valores calculados y que representan el desempeño alcanzado por los estudiantes en el desarrollo de las pruebas sobre la característica secuencia del pensamiento computacional. La significación asintótica (Sig.) que se obtuvo presenta valores inferiores al valor de referencia, es decir, una $p < ,05$.

Por otro lado, se realizó el cálculo del tamaño del efecto, a través de la d de Cohen. El valor que se obtuvo fue una $d = 0,679$. La teoría plantea para este tipo de pruebas una clasificación de valores conforme a la escala: pequeño, cuando corresponde a una $d = ,20$; medio $d = ,50$ y grande para una $d = ,80$ (Cohen, 1988). En consecuencia, para el presente estudio los resultados indican un valor de efecto medio. Lo cual reafirma los resultados obtenidos y la diferencia de valores existente en los datos correspondientes al desempeño alcanzado por los estudiantes utilizando ambas interfaces. En este sentido, podemos afirmar que se obtuvieron mejores resultados en

las evaluaciones realizadas en la prueba postest mediante el recurso de robótica educativa Bee-Bot®.

Tabla 4. Prueba t para muestras relacionadas utilizando los valores del pretest y postest. Fuente: Elaboración propia.

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior	t	gl	Sig.
Par 1	Pretest_IntGraf Postest_IntTang	-1,955	2,877	,434	-2,829	-1,080	-4,506	43	,000

Al finalizar la experiencia de aprendizaje se aplicó un cuestionario a los estudiantes que participaron en las actividades. Entre los datos recolectados mediante este instrumento encontramos una pregunta donde se le pedía al participante, que indicase qué tipo de interfaz quisiera seguir utilizando en clase. La Figura 4, nos muestra una gráfica con las respuestas que se obtuvieron a la interrogante.

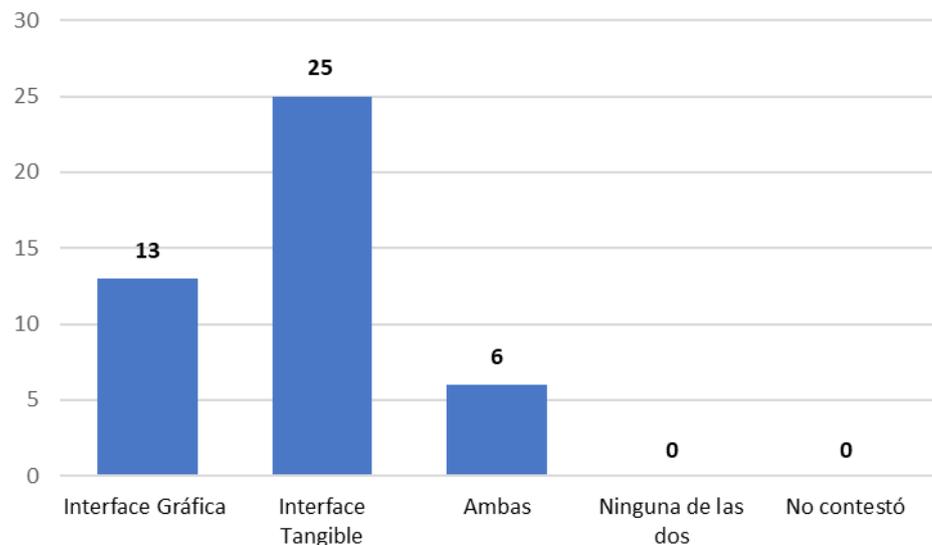


Gráfico 1. ¿Qué tipo de interfaz quieres continuar utilizando en clase? Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

El estudio que se presenta en este documento representa un aporte a la base de conocimiento existente en relación con los beneficios que se obtienen al desarrollar actividades de aprendizaje sobre pensamiento computacional en niños de primeros niveles escolares. En este sentido, la utilización de tecnologías con distinta interfaz, tangible y gráfica, permitió que fortalecieran sus habilidades de secuenciación, característica asociada a la dimensión conceptual del pensamiento computacional, expuesta en el marco de referencia propuesto por Brennan y Resnick (2012).

Los resultados alcanzados muestran que los niños tuvieron experiencias positivas utilizando ambas tecnologías; sin embargo, los valores sobre desempeño alcanzados por los niños utilizando el robot Bee-Bot® (interfaz tangible) sugieren mejores resultados. Los análisis estadísticos efectuados corroboran la existencia de diferencias significativas entre las evaluaciones pretest y postest. La comparación de medias que se realizó con los valores de ambas pruebas presenta una diferencia de 1,95 a favor de los resultados de la prueba postest.

La aplicación del cuestionario a los estudiantes permitió comprobar que en términos generales las actividades desarrolladas fueron aceptadas favorablemente, pero existe una mayor tolerancia hacia la interfaz tangible que representa el robot programable Bee-Bot®. Además, el diseño y construcción de pequeñas secuencias de movimientos para que el robot Bee-Bot® las realice permitió que los estudiantes fortalecieran otras áreas cognitivas como el pensamiento crítico, lateralidad y disposición y organización de objetos en un espacio.

Por otro lado, los resultados que se obtuvieron en esta investigación guardan relación con los presentados en otros estudios. En estos se exponen los beneficios y aportes que representa el desarrollo de actividades de enseñanza-aprendizaje sobre pensamiento computacional con robótica educativa, en las primeras etapas de enseñanza (Strawhacker, Sullivan y Bers, 2013; Papadakis, Kalogiannakis, y Zaranis, 2016; Strawhacker, Lee, y Bers, 2018; Muñoz-Repiso y González, 2019).

Un factor importante en el desarrollo del estudio fueron las limitantes encontradas. Entre las que podemos señalar están: el tiempo invertido para el desarrollo de las sesiones de intervención. El estudio se efectuó durante el desarrollo del curso regular, por lo que se realizaron ajustes en los días asignados para trabajo, conforme se nos permitía el tiempo en aula para desarrollar las actividades propuestas. Otro factor para considerar es el tamaño de la muestra, limitante que se puede solventar con un mayor apoyo de centros educativos que faciliten el desarrollo de este tipo de estudios. Lo cual daría la posibilidad de contar con un mayor impacto en la generalización de resultados.

Adicionalmente, como futura línea de trabajo sería interesante poder realizar una investigación aplicando diversos tipos de tecnologías, interfaces y explorando otras habilidades del pensamiento computacional. Además, se podría ampliar la indagación incluyendo objetivos y contenidos del currículo académico de otros niveles escolares, analizando la influencia de factores como el género y la formación educativa de los padres.

5. Reconocimientos

En referencia al primer autor, la investigación ha sido posible gracias a una beca para estudios de doctorado en investigación de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) y el Instituto para la Formación y Aprovechamiento de los Recursos Humanos (IFARHU) de la República de Panamá. Agradecemos el apoyo de directivos, profesores y alumnos de Educación Infantil del Colegio Maestro Ávila, Salamanca (España).

6. Referencias

- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., y Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), pp. 47–57.
- Basogain-Olabe, X., Olabe-Basogain, M. Á., y Olabe-Basogain, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *Red*, 46(6), pp.1–33. <https://doi.org/10.6018/red/46/6>
- Bers, M. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. New York: Teachers College Press
- Bers, M.U. (2010). The TangibleK Robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2). <https://bit.ly/2RZ3B11>
- Bers, M. U. (2018). Coding, playgrounds and literacy in early childhood education: The development of KIBO robotics and ScratchJr. *Presentada IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, Tenerife, Spain., 2094–2102. Resumen recuperado de <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363498>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., y Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers and Education*, 72, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Bers, M. U., González-González, C., y Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130-145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>
- Brennan, K., y Resnick, M. (2012, April). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, Canada (Vol. 1, p. 25).
- Bruni, F., y Nisdeo, M. (2017). Educational robots and children's imagery: A preliminary investigation in the first year of primary school. *Research on Education and Media*, 9(1), 37-44. <https://doi.org/cxnq>
- Campbell, D., y Stanley, J. (1993). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Chalmers, C. (2018). International Journal of Child-Computer Interaction Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.005>
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., y Eltoukhy, M.M. (2017). Assessing Elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers and Education*, 109, 162-175. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Cheng, Y. W., Sun, P. C., y Chen, N. S. (2018). The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. *Computers & education*, 126, 399-416. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.020>
- Chiara, M., Lieto, D., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., ... y Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 71, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>
- Cejka, E., Rogers, C., y Portsmore, M. (2006). Kindergarten robotics: using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 711–722.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Academic Press. 2da. Edición.
- Elkin, M., Sullivan, A., y Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an

- early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169.
- García-Peñalvo, F. J., Hernández-García, Á., Conde-González, M. Á., Fidalgo-Blanco, Á., S., y Lacleta, M. L., Alíer-Forment, M., Llorens-Largo, F., y Iglesias-Pradas, S. (2015). Mirando hacia el futuro: Ecosistemas tecnológicos de aprendizaje basados en servicios. Recuperado de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/51427>
- García-Peñalvo, F.J., Rees, A.M., Hughes, J., Jormanainen, I., Toivonen, T., y Vermeersch, J. (2016). A survey of resources for introducing coding into schools. *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16)* (pp.19-26). Salamanca, Spain, November 2-4, 2016. New York: ACM. <https://doi.org/10.1145/3012430.3012491>
- Muñoz-Repiso, A. G. V., & González, Y. A. C. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, (59), 63-72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>
- González, Y. A. C., & Muñoz-Repiso, A. G. V. (2017, November). Educational robotics for the formation of programming skills and computational thinking in childish. In *2017 International Symposium on Computers in Education (SIIE)* (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIIE.2017.8259652>
- González, Y. A. C., & Muñoz-Repiso, A. G. V. (2018, October). A robotics-based approach to foster programming skills and computational thinking: Pilot experience in the classroom of early childhood education. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 41-45). ACM. <https://doi.org/10.1145/3284179.3284188>
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Education.
- Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code.org. *Computers and Human Behavior*, 52, 200-210. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.047>.
- Karampinis, T. (2018). Robotics-based learning interventions and experiences from our implementations in the RobESL framework. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 9(1), 13-24. <https://doi.org/cxnt>
- Kazakoff, E. R., y Bers, M. U. (2014). Put Your Robot in, Put Your Robot out: Sequencing through Programming Robots in Early Childhood. *Journal of Educational Computing Research*, 50(4), 553-573. <https://doi.org/10.2190/EC.50.4.f>
- Kucuk, S., y Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers & Education*, 111, 31-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.002>
- Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Pittí Patiño, K. y Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 74-90. Recuperado de http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9000/9245
- Olsen, W. (2004). Triangulation in social research: qualitative and quantitative methods can really be mixed. *Developments in sociology, Causeway Press Ltd.*, 20, pp.103-118. Recuperado de <https://cutt.ly/8wLEw6P>
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., y Zaranis, N. (2016). Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: a case study. *International Journal of Mobile Learning and Organization*, 10(3), 187. <https://doi.org/10.1504/ijmlo.2016.077867>
- Resnick, M., y Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkability. In M. Honey & D.E. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp.163-181). New York: Routledge.

- Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., y Vergine, C. (2015). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838-3846. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1122>
- Strawhacker, A., Lee, M., y Bers, M. U. (2018). Teaching tools, teachers' rules: exploring the impact of teaching styles on young children's programming knowledge in ScratchJr. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 347-376. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9400-9>
- Strawhacker, A., Sullivan, A., y Bers, M. U. (2013, June). TUI, GUI, HUI: is a bimodal interface truly worth the sum of its parts?. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 309-312). ACM.
- Sullivan, A., y Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3-20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Sullivan, A. A., Bers, M. U., y Mihm, C. (2017). Imagining, playing, and coding with KIBO: using robotics to foster computational thinking in young children. *Siu-cheung KONG. The Education University of Hong Kong, Hong Kong*, 110.
- Valverde-Berrocoso, J., Fernández-Sánchez, M., y Garrido-Arroyo, M.C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Red*, 46, 1-18. <https://doi.org/10.6018/red/46/3>
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://bit.ly/2ASUK9Q>
- Wing, J.M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Red*, 46, 1-47. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3395.8883>

7. Anexos

7.1. Rúbrica de evaluación. Habilidades de pensamiento computacional y programación

Instrucciones: Se deberá observar el proceso de construcción de secuencias de programación y registrar el desempeño que demostró el participante. Para esto se deberá seleccionar el valor de acuerdo con la escala proporcionada.

0	1	2	3	4	5
No participó de la actividad	Participo en la actividad, pero no completó una solución	Completó una solución mínima a la actividad con ayuda paso a paso	Completó la actividad ligeramente con ayuda periódica	Completó la actividad parcialmente con ayuda moderada	Completó totalmente la actividad, sin recibir ayuda

Prueba		Característica evaluada						
<input type="checkbox"/> Pretest		Construcción de secuencias: Desplazamientos del Robot						
<input type="checkbox"/> Postest		RETO 1	RETO 2	RETO 3	RETO 4	RETO 5	RETO 6	
Id.	Nombre del Estudiante	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	TOTAL
		[- -]	[- -]	[- -]	[- -]	[- -]	[- -]	
1		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
2		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
3		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
4		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
5		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
6		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
7		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
8		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
9		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
10		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
11		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
12		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
13		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
14		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
15		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
16		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
17		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
18		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
19		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	
20		0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	0 1 2 3 4 5	

7.3. Cuestionario estudiantes



Cuestionario Estudiantes

Objetivo: conocer la aceptación de las actividades y los recursos educativos utilizados para el aprendizaje de habilidades de pensamiento computacional y programación entre los estudiantes que participaron de las actividades.

1. ¿Cómo te has sentido con las actividades de aprendizaje sobre programación que has realizado en clase durante este tiempo?

Muy mal
 Mal
 Regular
 Bien
 Muy bien

2. ¿Consideras que las actividades que se realizaron sobre programación utilizando al robot y la pizarra digital fueron divertidas?

Totalmente en desacuerdo
 En desacuerdo
 Indiferente
 De acuerdo
 Totalmente de acuerdo

3. ¿Piensas que fue muy poco el tiempo que se utilizó para las actividades sobre programación utilizando al robot y la pizarra digital?

Totalmente en desacuerdo
 En desacuerdo
 Indiferente
 De acuerdo
 Totalmente de acuerdo

4. ¿Consideras que las actividades sobre programación en las que participaste, utilizando al robot y la pizarra digital, fueron muy difíciles de realizar?

Totalmente en desacuerdo
 En desacuerdo
 Indiferente
 De acuerdo
 Totalmente de acuerdo

5. ¿Quieres que continúen realizándose más actividades de programación como las desarrolladas en tu clase?

No
 Indiferente
 Sí
 No contesto

6. ¿Cuál de las dos formas de programar que has utilizado en clase quieres continuar utilizando?

Robot Bee-Bot
 Pizarra Digital
 Ambas
 Ninguna
 No contesto

