



EDUCAR

ISSN: 0211-819X

educar@uab.cat

Universitat Autònoma de Barcelona

España

Sáez López, José Manuel; Cózar Gutiérrez, Ramón
Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria
EDUCAR, vol. 53, núm. 1, 2017, pp. 129-146
Universitat Autònoma de Barcelona
Barcelona, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342149105008>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria

José Manuel Sáez López

Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.
jmsaezlopez@edu.uned.es

Ramón Cózar Gutiérrez

Universidad de Castilla-La Mancha. España.
ramon.cozar@uclm.es

Recibido: 31/12/2015

Aceptado: 19/9/2016

Publicado: 23/12/2016

Resumen

El presente trabajo aborda la computación creativa en Primaria desde una perspectiva lúdica y activa a través de lenguajes de programación visual utilizando Scratch con un enfoque pedagógico. Se plantean actividades participativas centradas en un aprendizaje basado en el juego. La muestra del estudio consistió en un grupo experimental de 93 estudiantes que cursan 6º de Educación Primaria. Se comparan medias estadísticamente con un grupo de control y análisis no paramétrico aportando triangulación de datos con entrevistas grupales. El proceso de investigación se centra en la implementación de una estrategia de investigación basada en el diseño a través de métodos mixtos y complementarios, analizando datos y aplicando instrumentos desde enfoques cuantitativos y cualitativos. Se aprecia que hay mejoras significativas en lo que respecta a secuencias para crear música a partir del test U de Mann-Whitney. Se subrayan ventajas en el uso de conceptos computacionales que permiten trabajar con bucles, elementos que permiten la ejecución de paralelismos y la posibilidad de crear y jugar con la música a través de la tecnología educativa.

Palabras clave: aprendizaje basado en el juego; Educación Primaria; ludificación; pensamiento computacional; tecnología educativa

Resum. Pensament computacional i programació visual per blocs a l'aula de Primària

Aquest treball aborda la computació creativa a Primària des d'una perspectiva lúdica i activa a través de llenguatges de programació visual utilitzant Scratch amb un enfocament pedagògic. Es plantegen activitats participatives centrades en un aprenentatge basat en el joc. La mostra de l'estudi va consistir en un grup experimental de 109 estudiants que cursen 6è d'Educació Primària. Es comparen mitjanes estadísticament amb un grup de control i ànalisi no paramètric aportant triangulació de dades amb entrevistes grupals. El procés de recerca se centra en la implementació d'una estratègia de recerca basada en el disseny a través de mètodes mixtos i complementaris, analitzant dades i aplicant instruments des d'enfocaments quantitatius i qualitatius. S'aprecia que hi ha millors significatives pel que fa a seqüències per crear música a partir del test U de Mann-Whitney. Se subratllen avantatges en l'ús de conceptes computacionals que permeten treballar amb

buckles, elements que permeten execució de paral·lelismes i la possibilitat de crear i jugar amb la música a través de la tecnologia educativa.

Paraules clau: aprenentatge basat en el joc; Educació Primària; ludificació; pensament computacional; tecnologia educativa

Abstract. *Computational thinking and visual programming through blocks in the elementary school classroom*

This paper highlights creative computing in elementary education from a playful and active perspective through visual programming languages using Scratch with a pedagogical approach. Participatory activities focused on game-based learning were implemented. The study sample consisted of an experimental group of 109 6th-grade students. Averages are compared statistically with a control group and non-parametric analysis, providing data triangulation with group interviews. The research process focuses on the implementation of a design-based research strategy using complementary methods, data analysis and tools from quantitative and qualitative approaches. The Mann-Whitney U Test showed significant improvements with regard to sequences to create music. Advantages were found in the use of computational concepts, especially when working with loops; elements which allow for parallel execution and the ability to create and play music through educational technology.

Keywords: game-based learning; elementary education; gamification; computational thinking; educational technology

Sumario

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1. Introducción | 6. Instrumento y fiabilidad |
| 2. Marco teórico | 7. Análisis de resultados |
| 3. Método | 8. Conclusiones |
| 4. Participantes | Referencias bibliográficas |
| 5. Intervención | |

1. Introducción

En las últimas décadas, las TIC están desempeñando un papel especialmente importante en la educación y en los sistemas educativos al plantear nuevas discusiones y desafíos, como la posibilidad de aprender a través de los videojuegos, título de este monográfico. En el informe de *NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition* (Johnson, Adams Becker, Estrada y Freeman, 2014) se sostiene que los juegos y la llamada ludificación tendrán una implantación importante en los contextos educativos en unos dos o tres años.

La ludificación es un método con la finalidad de crear una experiencia significativa y motivadora a través de la integración de mecánicas de juego en entornos y aplicaciones no lúdicas. Kapp (2012) establece que «gamification is using game-based mechanics, aesthetics and game thinking to engage people, motivate action, promote learning, and solve problems» (p. 12). En relación

con este concepto, es frecuente observar en diferentes estudios la mención al aprendizaje basado en el juego, referida al uso de juegos para mejorar la experiencia de aprendizaje manteniendo el equilibrio entre los contenidos, el carácter lúdico y su aplicación en el mundo real. Con la introducción de los videojuegos, esta metodología pasó a denominarse aprendizaje basado en los videojuegos (Prensky, 2001). Van Eck (2006), en su estudio sobre el aprendizaje basado en los videojuegos, establece tres vertientes sobre el uso de este enfoque en el aula: *a*) el uso de títulos comerciales, juegos motivadores y atractivos que se pueden utilizar para propósitos educativos, pero que precisan de docentes capacitados y planificaciones curriculares precisas que no pierdan de vista el enfoque pedagógico; *b*) los denominados juegos serios, aquellos especialmente desarrollados para educar, entrenar e informar (Michael y Chen, 2006); y *c*) los juegos construidos por los propios estudiantes y que desarrollan habilidades de resolución de problemas, programación y diseño de juegos. Gertrudix y Gertrudix (2013) añaden una más: *d*) integración de procesos de ludificación en actividades educativas mediadas por la tecnología.

A pesar de las diferencias entre ambos conceptos —ludificación y aprendizaje basado en los videojuegos—, coincidimos con Kapp (2012) en su afirmación: «Los objetivos de ambos son relativamente los mismos. Los juegos serios y la ludificación tratan de resolver un problema, motivar y promover el aprendizaje mediante pensamiento y técnicas basadas en el juego» (p. 16).

Es innegable que los videojuegos son un instrumento tecnológico que está plenamente integrado en la sociedad (Revuelta y Guerra, 2012). En cuanto a su incorporación en las aulas, un estudio de la Asociación Española de Videojuegos del 2012 señala que el 67% de los europeos y el 58% de los españoles consideran beneficioso el empleo del software de entretenimiento, en general, y de los videojuegos, en particular, como herramienta educativa (aDeSe, 2012; Marín y Martín, 2014).

Son numerosas las investigaciones que concluyen sobre las bondades del uso de los enfoques lúdicos en los contextos educativos (Barab, Dodge, Ingram-Goble, Peppler, Pettyjohn y Volk, 2010; Barab, Sadler, Heiselt, Hickey y Zuiker, 2007; Blunt, 2007; Gee, 2004; Kafai, 1998; Prensky, 2001; Squire y Jenkins, 2003). En buena parte se observan mejoras estadísticamente significativas en términos de incremento de la motivación y el compromiso con las tareas, así como del disfrute en torno a ellas (Cebrián, 2013). Prensky (2001) subraya la importancia de la retroalimentación que proporcionan al estudiante, las habilidades que proporcionan para la resolución de problemas y el protagonismo, que permite que forme parte realmente del ambiente de aprendizaje en lugar de ser un receptor pasivo.

En un reciente trabajo, Marín, López y Maldonado (2015), entre las ventajas de su integración en todos los niveles educativos, han destacado:

Nos permiten desarrollar y ejercer la creatividad, la imaginación y el juego simbólico; para trabajar las habilidades sociales en los procesos de socialización de los individuos y la repetición de comportamientos hasta la perfección; para pro-

mover el aumento de la atención, la motivación para el aprendizaje, el cambio de conductas no saludables, el aprendizaje o haciendo el aprendizaje activo; a apreciar los diferentes valores culturales, el desarrollo del pensamiento crítico, la construcción y reconstrucción del conocimiento, la creación de procesos de reflexión (en y para la acción), la colaboración, la capacidad para reaccionar ante situaciones adversas, la facultad para resolver problemas, el desarrollo de habilidades espaciales, el uso eficaz de la información; para mejorar la atención y la memoria, el lenguaje verbal y no verbal, la capacidad de trabajar en colaboración y cooperación, el deseo de superación, las habilidades ojo-mano, etc. (p. 58)

En la actualidad existen varias plataformas que permiten la creación de procesos de ludificación mediante entornos o herramientas de programación diseñados para usuarios noveles. Weintrop, Beheshti, Horn, Orton, Jona, Trouille y Wilensky (2015) destacan entornos gráficos de programación como *Scratch* y *Alice*, entornos de modelado computacional como *Stella* y *NetLogo*, kits de creación de prototipos electrónicos como *Arduino*, videojuegos como *Quest Atlantis* y *RoboBuilder*, y entornos de investigación científica guiada como *WISE*, *Genscope*, *GasLab*, *Frog Pond-Evolution* o *WorldWatcher*.

La importancia de estos entornos, que facilitan la adquisición de habilidades de pensamiento computacional desde edades tempranas, ha captado la atención tanto de los investigadores (Barr y Stephenson, 2011; Fletcher y Lu, 2009, Grover y Pea, 2013; Guzdial, 2008) como de las propias administraciones e instituciones educativas, que se han esforzado para que formen parte de los currículos oficiales. En Inglaterra, por ejemplo, desde el curso académico 2014-2015, se ha incluido la programación de ordenadores y el pensamiento computacional en los planes de estudio de Educación Primaria y Secundaria a través de la asignatura denominada *Computing* (Department for Education England, 2013). Y en nuestro país, en la Comunidad de Madrid, siguiendo el modelo británico, también se ha incluido una asignatura de libre configuración denominada Tecnología, Programación y Robótica desde el curso 2015-2016 en 1º y 3º de ESO. En esta asignatura se desarrollan contenidos de programación y pensamiento computacional.

Nuestro objetivo, con este estudio, consiste en valorar la posibilidad de la autoproducción de contenidos relativos a la creación y práctica musical por parte de los alumnos de Educación Primaria a través de un enfoque lúdico e innovador, así como analizar las ventajas de la utilización del pensamiento computacional en contextos educativos.

2. Marco teórico

2.1. Pensamiento computacional y programación

El pensamiento computacional es un tema de mucha actualidad (Llorens, 2015), gracias al resurgir del movimiento DIY (*Do It Yourself*) junto a la generalización de los dispositivos móviles, la Web 2.0 y el desarrollo de los videojuegos (Valverde, Fernández y Garrido, 2015). Podemos encontrar en la literatura científí-

fica de los últimos años un buen número de definiciones de pensamiento computacional «without a consensus emerging» (Grover y Pea, 2013). Una de las más reconocidas es la de Wing (2006): «Pensamiento computacional implica la resolución de problemas, el diseño de los sistemas y la comprensión de la conducta humana haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática» (p. 33). Para la International Society for Technology in Education (ISTE) y la Computer Science Teachers Association (CSTA), el pensamiento computacional es «un enfoque para resolver un problema que facilita a la integración de las tecnologías digitales con las ideas humanas» (2011: 8). Y Furber (2012) lo define como «el proceso de reconocimiento de los aspectos de la computación en el mundo que nos rodea, y la aplicación de herramientas y técnicas de la informática para entender y razonar sobre ambos sistemas y procesos naturales y artificiales» (p. 29).

También son frecuentes los trabajos que intentan reunir sus características. En el año 2010, el National Research Council publicó un informe en el que se señalaba que el pensamiento computacional podía desarrollar más de veinte habilidades y procesos. El ISTE y la CSTA exponen que:

Incluye las siguientes características pero no se limita a las mismas: la formulación de problemas de una manera que nos permite utilizar una computadora y otras herramientas para ayudar a resolverlos; organizar y analizar datos lógicamente; representación de datos a través de abstracciones, como modelos y simulaciones; automatización de soluciones a través del pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados); identificación, análisis y aplicación de las posibles soluciones con el objetivo de lograr la combinación más eficiente y eficaz de los pasos y recursos; generalizar y transferir este proceso de resolución de problemas para una amplia variedad de problemas.

En nuestro entorno más cercano, Basogain, Olabe y Olabe (2015) han resumido a diecinueve los principales conceptos asociados al pensamiento computacional, entre los que se encuentran, por ejemplo: pensar recursivamente, procesar en paralelo, generalizar el análisis dimensional, juzgar un programa por simplicidad de diseño, utilizar abstracción y descomposición en un problema complejo o diseño de sistemas complejos, elegir una correcta representación o modelo para hacer tratable el problema, utilizar el razonamiento heurístico para encontrar la solución.

Algunos autores han centrado su interés en las posibilidades que ofrece el pensamiento computacional y su integración educativa por la ayuda que los ordenadores aportan a la resolución de problemas desde un punto de vista más instrumental o tecnológico. No obstante, el pensamiento computacional se puede desarrollar sin utilizar ordenadores (Valverde et al., 2015). La programación se ha convertido en una extensión de la escritura, la lectura y la aritmética, y como tal existen numerosas razones para que se extienda su aprendizaje (Resnick, Malone, Hernández, Rusk, Eastmond, Brennan, Millner, Rosenbaum, Silver, Silverman y Kafai, 2009). Es una competencia básica de «alto nivel» que nos ayuda a la solución de problemas complejos de manera

creativa, inteligente y colaborativa: «Los conceptos computacionales que utilizan para abordar y resolver problemas, gestionar nuestra vida cotidiana y para comunicarnos e interactuar con otras personas» (Wing, 2006: 35).

En el ámbito educativo, el pensamiento computacional se puede integrar transversalmente en asignaturas como las matemáticas, el lenguaje, la historia, el arte o las ciencias (Blikstein y Wilensky, 2009; Eisenberg, 2002; Rubin y Nemirovsky, 1991; Sáez y Cózar, 2016), aunque su introducción formal todavía supone un reto por la falta de capacitación del profesorado sobre esta materia.

2.2. *Scratch + dispositivos*

Una plataforma gratuita que permite la creación de procesos de ludificación es Scratch. Se trata de un entorno de programación visual por bloques creado por el grupo Lifelong Kindergarten del MIT Media Lab, que permite a los jóvenes introducirse en la computación, creando y «escribiendo», mediante el arrastre de bloques gráficos, sus propios programas, simulaciones, juegos e historias interactivas (Maloney, Kafai, Resnick y Rusk, 2008), que posteriormente pueden compartir en línea en una comunidad en la que participan programadores de todo el mundo. Además de promover una enseñanza colaborativa —a través de diferentes portales (LearnScratch.org y AprendiendoScratch.org) en los que se pretende introducir a los alumnos no solo en la sintaxis del programa, sino también en el desarrollo de estrategias de diseño—, se desarrolla el paradigma del construcciónismo, ya que los estudiantes crean nuevas estructuras en sus mentes que representan los conceptos aprendidos (Basogain et al., 2015).

El uso de Scratch en el aula favorece el desarrollo de competencias y habilidades para analizar y resolver problemas. Asimismo, los alumnos aprenden conceptos básicos de computación y matemáticas, y también estrategias de diseño y otras formas de colaboración (Basogain et al., 2015).

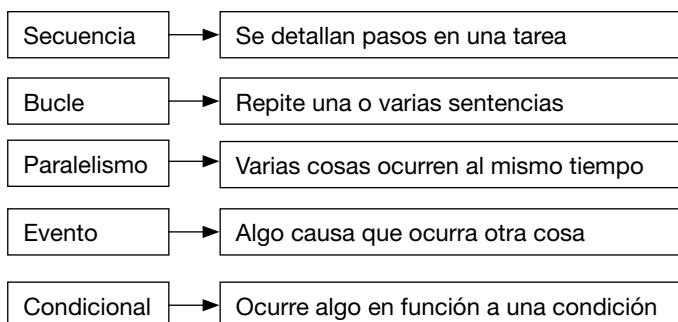


Figura 1. Conceptos y prácticas computacionales aplicadas en la intervención.

Fuente: Brennan, Balch y Chung (2014).

Uniendo la programación con el uso de dispositivos (Demo, Marciano y Siega, 2008), los alumnos pueden diseñar y plantear una secuencia de acciones para hacer trabajar sensores y distintos dispositivos en función de las órdenes que se han escrito y secuenciado en la aplicación Scratch. Para ello, en nuestro caso hemos utilizado la tarjeta de sensores PicoBoard, que es una pieza de hardware que permite trabajar con proyectos de Scratch 1.4 para interactuar con el mundo real.

El trabajo a través de herramientas, programación y hardware posibilita entender principios fundamentales de la ciencia de la computación, analizar y resolver problemas mediante la aplicación de técnicas computacionales, escribir un programa relativo a estos problemas, aplicar la tecnología y tener la competencia como usuarios en el campo de la tecnología.

El dispositivo PicoBoard cuenta con un control deslizante, un sensor de luz, un botón que puede ser presionado para controlar el valor (verdadero o falso), un sensor de sonido que cambia los datos en función de la cantidad de sonido que detecta y unas pinzas de cocodrilo que modifican el resultado en función de las variables que detectan al estar conectadas.

También se ha utilizado el dispositivo Raspberry Pi, un mini PC de placa reducida o placa única desarrollado en el Reino Unido por la Raspberry Pi Foundation como ordenador de bajo coste para facilitar la enseñanza de la informática en los colegios. Su tamaño compacto así como las posibilidades de sus conexiones y hardware posibilitan el diseño y la puesta en funcionamiento de pequeños proyectos para aprender a programar.

De este modo, se trabaja en la intervención desde la perspectiva del pensamiento computacional haciendo uso de diferentes dispositivos y principalmente utilizando la programación visual por bloques Scratch y el uso de dispositivos como la tarjeta de sensores. La perspectiva lúdica permite la creación de programas sencillos y juegos interactivos relacionados con los contenidos que se quieren trabajar.

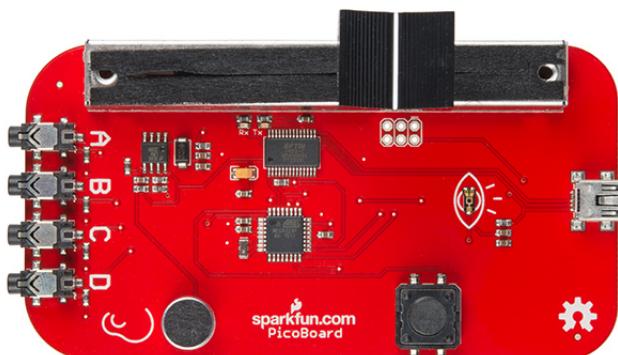


Figura 2. Tarjeta de sensores PicoBoard.

Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Programación de cuatro instrumentos musicales para ser tocados coordinadamente con Scratch.

Fuente: <<https://scratch.mit.edu/projects/52434694/>>.

A modo de ejemplo, se puede preparar una banda con cuatro instrumentos que se tocan independientemente; los usuarios deben seguir el ritmo para que la música suene coordinadamente con los cuatro instrumentos (figura 3).

3. Método

Anderson y Shattuck (2012) destacan la importancia de un planteamiento de investigación basada en el diseño, que se adopta desde el presente estudio como metodología de trabajo por sus ventajas en las iteraciones y el uso de métodos mixtos, y con la intencionalidad de comprender los fenómenos educativos.

Para obtener una mayor validez de los resultados (Sáez, Ruiz y Cacheiro, 2013) y minimizar la varianza de error (Goetz y LeCompte, 1988), se ha utilizado la estrategia de la triangulación de datos de Cohen, Manion y Morrison (2000) utilizando la información cuantitativa recopilada en los distintos instrumentos.

4. Participantes

La muestra de la investigación consta de un grupo experimental de 93 estudiantes que cursan 6º de Educación Primaria en cuatro escuelas diferentes de la Comunidad de Madrid. Hay un grupo de control de 27 alumnos de un colegio en la Comunidad de Castilla-La Mancha. El muestreo es no probabilístico e intencional, por lo que no se podrán generalizar los resultados para

toda la población. El muestreo intencional trata de obtener muestras representativas a través de la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos, como es el caso en el presente estudio, mirando de profundizar en la comprensión de las realidades educativas. Se asume normalidad debido a la muestra con la que se trabaja. Respecto al género, el grupo experimental cuenta con un 58,1% de niñas y un 41,9% de niños. El grupo de control aporta un 55,6% de niñas y un 44,4% de niños. No procede detallar el análisis de contingencias, pues no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las variables independientes centro educativo y género. Hay una mortalidad experimental de 9 alumnos. Además, se eliminaron 16 alumnos de un centro que podrían presentar un error de tipo I o falso positivo debido al efecto de maduración, pues trabajaron contenidos relativos al pensamiento computacional externos a la implementación del presente estudio.

5. Intervención

El diseño de la intervención es una característica clave de la calidad y los resultados en los proyectos de investigación. Desde una perspectiva internacional, estas prácticas están relacionadas con los estándares K-12 incluidos en *Common Core State Standards*, *CSTA K-12 Computer Science Standards* e *ISTE NETS Common Core State Standards for Mathematics 2010*. En el contexto español, el marco curricular se basa en los estándares (Ministerio de Educación y Cultura y Deporte, 2014) y desde la perspectiva de la competencia digital se enmarca en las competencias clave para el aprendizaje permanente (Parlamento Europeo y del Consejo, 2006).

La intervención se llevó a cabo a lo largo del curso 2013-2014 en veinte sesiones de una hora, integradas en el área de Educación Artística. Los alumnos trabajaron con Scratch, Picoboard y Raspberry Pi y crearon una serie de proyectos a través de programación por bloques y posteriormente haciendo uso del hardware y los componentes mencionados en el estudio y que se pueden contemplar en la figura 4.

Las competencias que se han trabajado en las mencionadas sesiones son: competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia digital, aprender a aprender y conciencia y expresiones culturales (European Parliament and Council, 2006).

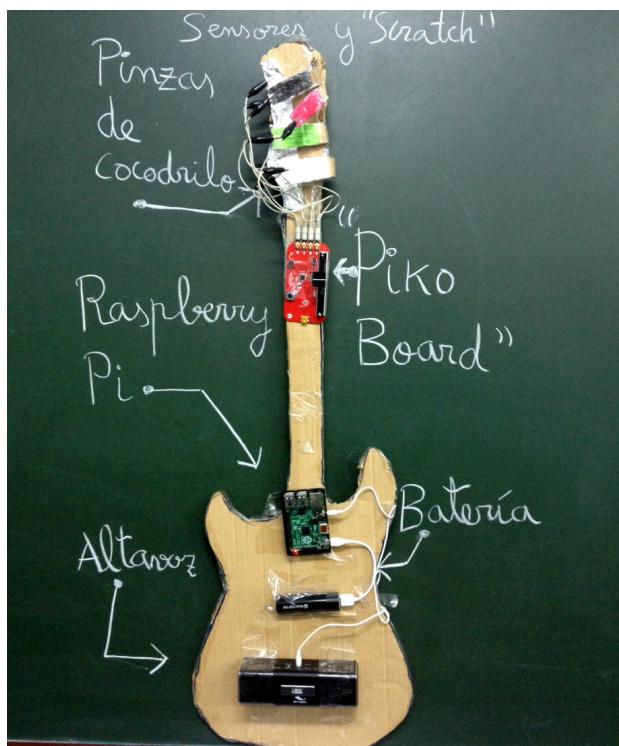


Figura 4. Guitarra programable con Scratch.

Fuente: <<https://www.youtube.com/watch?v=emu-4Pnytik>>.

6. Instrumento y fiabilidad

La escala (tabla 1) que vamos a utilizar en este estudio se centra en el análisis de los conceptos computacionales y parte del estudio de Sáez-López y Miyata (2013). Las respuestas a la escala e ítems del cuestionario son 1: mal, 2: pasable, 3: aceptable, 4: bien, 5: excelente. La validez de contenido analizada por 6 jueces expertos aportó un valor de V de Aiken ($V = S / [n(c-1)]$) superior a 0,6 en todos los ítems. Por otra parte, se analiza la validez de constructo a través de un análisis factorial exploratorio con el método de rotación varimax.

En cuanto a la entrevista grupal, se preparó un guion por parte de los investigadores para abordar las diferentes variables esenciales en el estudio. Aunque el investigador mantiene cierto control de la conversación, la aplicación se basa en la reflexividad para acceder a una información más completa a través de una entrevista desde una perspectiva naturalista con una implicación del entrevistador en el propio coloquio.

7. Análisis de resultados

Los resultados del estudio contemplan un análisis descriptivo en el que se valoran los porcentajes en la escala analizada y aportan información valiosa que debe tenerse en cuenta en las conclusiones del presente estudio. Se valoran los resultados a partir de los datos obtenidos en los diferentes ítems sobre la práctica de los alumnos en lo que respecta a conceptos computaciones sobre la escala 1 – 5 (mal – excelente).

Tabla 1. Media. GC: grupo de control. GE: grupo experimental.

* significativo a 0,01 en test U de Mann-Whitney. Escalas e ítems del cuestionario.

Conceptos computacionales	1. Comprendidas las secuencias para crear música	2,00	3,83*
	2. Incluidos los bucles que permitan un producto multimedia adecuado	1,83	3,94*
	3. Añadidos los paralelismos y eventos que permiten la creación de interfaz	1,77	3,79*
	4. Mejorada la capacidad de compartir y jugar con los contenidos creados	4,06	4,08
	5. Adquirida la capacidad de comunicar y expresar a través del contenido creado	3,91	4,08
	6. Potenciada la posibilidad de crear actividades musicales	3,91	4,44*

1: mal; 2: pasable; 3: aceptable; 4: bien; 5: excelente; M: media; D: desviación típica

Fuente: fuentes documentales primarias del estudio.

7.1. Análisis descriptivo

El conocimiento del contenido, según Bloom (1956), se puede clasificar de bajo a alto como hay aprendizaje, memorización, comprensión, aplicación, análisis y síntesis, y evaluación. Este criterio se refiere a la medida en que los estudiantes han aprendido. A partir del gráfico 2, que destaca la valoración a partir de una rúbrica basada en los niveles de la taxonomía de Bloom, se destacan los porcentajes en este sentido y detallados en las diferentes escalas.

A partir de este diseño, el grupo experimental obtiene unos datos y unos resultados que nos permiten comprobar elementos relativos a conceptos computacionales (4,026) y se aportan valores muy altos por parte del grupo experimental en lo que respecta a comprensión de secuencias (3,83), bucles (3,94), paralelismos (3,79), eventos y elementos. Las posibilidades lúdicas en el proceso de aprendizaje también se ven reforzadas y mejoradas a través de la posibilidad de compartir con los juegos y contenidos creados. Además de las posibilidades creativas que aporta, el mencionado enfoque detalla que se obtienen valores particularmente altos (4,44).

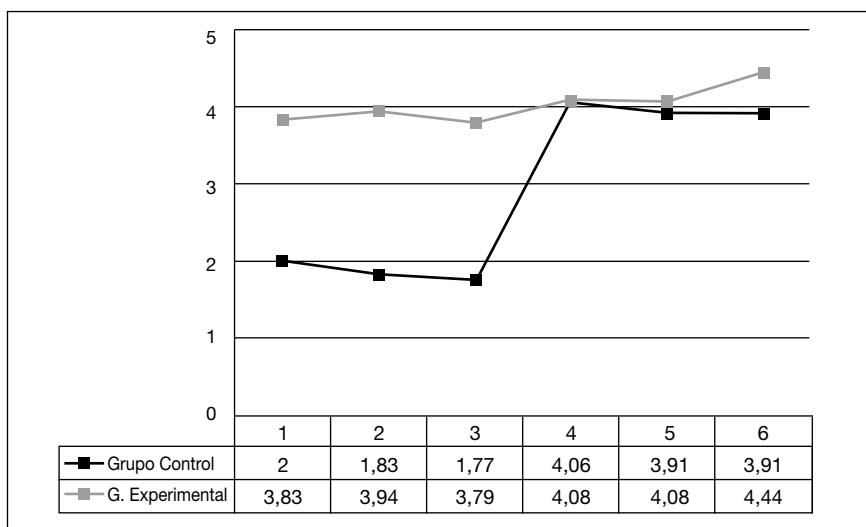


Figura 5. Comparación de medias. GC: grupo de control; GE: grupo experimental. Escalas e ítems del cuestionario.

Fuente: fuentes documentales primarias del estudio.

7.2. Inferencia estadística: Test U de Mann-Whitney

Para comparar los resultados y averiguar si hay diferencias significativas entre los diferentes tests, y dado que los datos tienen carácter no paramétrico, se ha utilizado la prueba de rangos U de Mann-Whitney para las muestras independientes. En lo que respecta a la escala «Conceptos computacionales», se destaca que el grupo experimental obtiene resultados considerablemente altos (próximos a 4 de media). Sin embargo, el grupo de control obtiene valores bajos en lo que respecta a secuencias, bucles, paralelismos y creación.

No hay diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta a la capacidad lúdica a la hora de trabajar en las sesiones de educación artística y la capacidad de comunicación, debido a que en el grupo de control sin tecnologías los alumnos son capaces de obtener buenos valores en estos factores.

Se aprecia, por tanto, a partir del test U de Mann-Whitney, que hay mejoras significativas en lo que respecta a secuencias para crear música: el uso de bucles para la creación de productos, varios elementos que permiten paralelismos y la posibilidad de crear música a través de tecnologías.

Tabla 2. Escala 2. Rangos del test U de Mann-Whitney. Ítems con mejoras estadísticamente significativas

2.1. Comprendidas las secuencias para crear música			
	Grupo experimental	Grupo de control	Total
N	93	27	120
Media de rangos	72,44	19,37	
Suma de rangos	6737,00	523,00	
2.2. Incluidos los bucles que permiten un producto multimedia adecuado			
	Grupo experimental	Grupo de control	Total
N	93	27	120
Media de rangos	73,19	16,78	
Suma de rangos	6807,00	453,00	
2.3. Añadidos los paralelismos y eventos que permiten la creación de interfaz			
	Grupo experimental	Grupo de control	Total
N	93	27	120
Media de rangos	72,71	18,44	
Suma de rangos	6762,00	498,00	
2.6. Potenciada la posibilidad de crear actividades musicales			
	Grupo experimental	Grupo de control	Total
N	93	27	120
Media de rangos	66,29	40,56	
Suma de rangos	6165,00	1095,00	

Fuente: fuentes documentales primarias del estudio.

Tabla 3. Inferencia estadística. Variable de agrupación: grupo de control – grupo experimental

	2.1. Comprendi- das las secuencias para crear música	2.2. Incluidos los bucles que permiten un producto multimedia adecuado	2.3. Añadidos los paralelismos y eventos que permiten la creación de interfaz	2.4. Mejorada la capacidad de compartir y jugar con los contenidos creados	2.5. Adquirida la capacidad de comunicar y expresar a través del contenido creado	2.6. Potenciada la posibilidad de crear actividades musicales
Mann- Whitney U	145,000	75,000	120,000	1229,500	1135,000	717,000
Wilcoxon W	523,000	453,000	498,000	5600,500	1513,000	1095,000
Z	-7,315	-7,689	-7,378	-175	-810	-3,684
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,861	0,418	0,000

Fuente: fuentes documentales primarias del estudio.

7.3. Entrevista grupal

Los diferentes análisis aportan diversas perspectivas que dan lugar a una triangulación de datos. Se detallan valores en dos entrevistas grupales con 4 y 5 profesores respectivamente. Esta técnica permite obtener información de gran valor, incluso información inaccesible a través de observación. Dada la naturaleza del instrumento, la información que se obtiene es de carácter subjetivo, aunque su interés y aportación complementan los datos estadísticos ya presentados a partir de una triangulación de datos como estrategia. Se procede a la grabación del audio de ambos grupos para analizarlo posteriormente. El análisis de datos cuantitativos ha sido realizado con SPSS v. 19 y el de datos cualitativos con el programa HyperResearch V. 2.83.

Se destaca:

- Hay más diversión y entusiasmo debido a la novedad y atractivo en el uso de las tecnologías.
- Se dedica bastante tiempo a comprender conceptos computacionales; no se puede hacer esta práctica con alumnos que no estén iniciados en este sentido.
- Puede considerarse un inconveniente el hecho de dedicar tiempo al uso de dispositivos, tecnología y programación en detrimento de contenido centrado en la didáctica de la expresión musical.
- Se destacan ventajas muy importantes en creatividad y posibilidades colaborativas e interactivas.
- El trabajo con programación es beneficioso en la práctica, ya que aporta numerosas posibilidades a la hora crear y utilizar dispositivos.
- No todos los docentes serán capaces de manejar estos recursos; se necesita formación específica.

8. Conclusiones

Partiendo de los valores del análisis descriptivo, la inferencia estadística y las aportaciones de la entrevista grupal, con una estrategia de triangulación de datos, se puede concluir:

1. El trabajo a través de conceptos computacionales permite comprender secuencias, bucles, paralelismos y eventos (ítems 1, 2, 3; tabla 1; figura 50; entrevista grupal).
2. Un enfoque activo utilizando conceptos computacionales permite crear actividades musicales, compartir diversos contenidos y fomentar la capacidad de comunicación y expresión (ítems 4, 5, 6; tabla 1; figura 5).
3. Se aprecian mejoras estadísticamente significativas en la comprensión de secuencias, bucles y paralelismos para crear contenidos en diferentes proyectos (tablas 1, 2 y 3; figura 5: test U de Mann-Whitney; entrevista grupal).
4. Se destacan mejoras estadísticamente significativas en lo que respecta a la posibilidad de crear actividades musicales (tablas 1, 2 y 3; figura 5: test U de Mann-Whitney).

Un planteamiento centrado en el protagonismo del alumno en la creación de contenidos a través del pensamiento computacional, aprovechando recursos materiales intuitivos y con el diseño pedagógico apropiado, permite una serie de ventajas relativas a crear, participar, comunicarse y compartir (Cózar, Zagalaz y Sáez, 2015). Desde una perspectiva práctica, estos enfoques permiten mejoras claras en el desarrollo de conceptos computacionales que apenas se trabajan en los contextos del grupo de control, lo que coincide con los beneficios observados en otros trabajos sobre computación creativa (Brennan, Balch y Chung, 2014; Resnick, et al. 2009) y el desarrollo de un modo integrado de conceptos computacionales (Wing, 2006).

En definitiva, se resaltan las ventajas de un planteamiento centrado en el desarrollo del pensamiento computacional orientado a la comprensión de secuencias, bucles, paralelismos y eventos para trabajar contenidos en el área artística y especialmente para desarrollar la posibilidad de crear. La mejora significativa refuerza los beneficios de aplicar una computación creativa. Por otra parte, se aprecian ventajas para compartir, comunicar y jugar con los contenidos creados, aunque desde una enseñanza tradicional también se obtienen valores similares. Realmente, la mejora y el valor añadido de estas prácticas están en el desarrollo de la creatividad, como destacan todos los instrumentos del estudio a partir de una triangulación de datos.

Referencias bibliográficas

- ADESe (2012). Anuario de la industria del videojuego 2012. <http://www.aevi.org.es/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=60&cf_id=30>
- ANDERSON, T. y SHATTUCK, J. (2012). Design-based research: a decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41, 16-25.
<<http://dx.doi.org/10.3102/0013189X11428813>>
- BARAB, S. A., DODGE, T., INGRAM-GOBLE, A., PEPPERL, K., PETTYJOHN, P. y VOLK, C. (2010). Pedagogical dramas and transformational play: Narratively rich games for learning. *Mind, Culture, and Activity*, 17(3), 235-264.
<<http://dx.doi.org/10.1080/10749030903437228>>
- BARAB, S. A., SADLER, T., HEISELT, C., HICKEY, D. y ZUIKER, S. (2007). Relating narrative, inquiry, and inscriptions: A framework for socioscientific inquiry. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 59-82.
<<http://dx.doi.org/10.1007/s10956-006-9033-3>>
- BARR V. y STEPHENSON, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads* 2(1), 48-54.
- BASOGAIN, X., OLABE, M. A. y OLABE, J. C. (2015). Pensamiento computacional a través de la programación. Paradigma de aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 46. <<http://www.um.es/ead/red/46/Basogain.pdf>>. [Consulta: 11-11-2015].
- BLIKSTEIN, P. y WILENSKY, U. (2009). An atom is known by the company it keeps: A constructionist learning environment for materials science using multi-agent modeling. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 14(2), 81-119.
<<http://dx.doi.org/10.1007/s10758-009-9148-8>>

- BLOOM, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals, handbook 1 cognitive domain*. Nueva York: David McKay Co. Inc.
- BLUNT, R. (2007). Does Game-Based Learning Work? Results from Three Recent Studies. En *Interservice/Industry Training, Simulation y Education Conference (I/ITSEC)*. Orlando (Florida): NTSA.
- BRENNAN, K., BALCH, C. y CHUNG, M. (2014). Creative computing. <<http://scratched.gse.harvard.edu/guide/>>. [Consulta: 5-3-2015].
- CEBRÍAN, M. (2013). Juegos digitales para procesos educativos. En I. AGUADED y J. CABERO. *Tecnologías y medios para la educación en la e-sociedad* (pp. 185-210). Madrid: Alianza.
- CÓZAR, R., ZAGALAZ, J. y SÁEZ-LÓPEZ, J. M. (2015). Creando contenidos curriculares digitales de ciencias sociales para Educación Primaria. Una experiencia TPACK para futuros docentes. *Educatio Siglo XXI*, 33(3), 147-168.
<<http://dx.doi.org/10.6018/j/240921>>
- DEDE, C., KETELHUT, D., WHITEHOUSE, P., BREIT, L. y McCLOSKEY, E. (2009). A research agenda for online teacher professional development. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 8-19.
<<http://dx.doi.org/10.1177/0022487108327554>>
- DEMO, G. B., MARCIANO, G. y SIEGA, S. (2008). Concrete programming: Using small robots in primary schools. En *Proceedings of 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 301-302). Washington: IEEE Computer Soc.
- EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL (2006). Key Competences for Lifelong Learning – A European Framework. *Official Journal of the European Union on 30 December 2006*. L394. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2006/l_394/l_39420061230en00100018.pdf>. [Consulta: 5-3-2015].
- FLETCHER, G. y LU, J. (2009). Human computing skills: rethinking the K-12 experience. *Communications of the ACM*, 52(2), 23-25.
- FURBER, S. (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. Technical report*. Londres: The Royal Society.
- GEE, J. (2004). *Situated language and learning: A critique of traditional schooling*. Londres: Routledge.
- GERTRUDIX, M. y GERTRUDIX, F. (2013). Aprender jugando. Mundos inmersivos abiertos como espacios de aprendizaje de los y las jóvenes. *Revista de Estudios de Juventud*, 101, 123-137.
- GOETZ, J. y LECOMPTE, M. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.
- GROVER, S. y PEA, R. (2013). Computational thinking in K-12: a review of the state of the field. *Educational Researcher* 42(1), 38-43.
<<http://dx.doi.org/10.3102/0013189X12463051>>
- GUZDIAL, M. (2008). Paving the way for computational thinking. *Communications of the*, 51(8), 25-27.
- INTERNATIONAL SOCIETY FOR TECHNOLOGY IN EDUCATION AND THE COMPUTER SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION. (2011). *Operational definition of computational thinking for K-12 thinking operational-definition-flyer.pdf*. <<http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>>. [Consulta: 5-3-2015].
- ISTE y CSTA (2011). *Computational Thinking Leadership Toolkit*. 2011. Arlington (Virginia): Computer Science Teachers Association (CSTA) – International Society for Technology in Education (ISTE). <<http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadership-toolkit.pdf?sfvrsn=4>>. [Consulta: 20-8-2015].

- JOHNSON, L., ADAMS BECKER, S., ESTRADA, V. y FREEMAN, A. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition*. Austin (Texas): The New Media Consortium. <<http://www.nmc.org/pdf/2014-nmc-horizon-report-he-EN.pdf>>. [Consulta: 5-3-2015].
- KAFAI, Y. (1998). Children as Designers, Testers and Evaluators of Educational Software. En A. DRUIN. *The Design of Children's Technology* (pp. 123-145). San Francisco: Morgan Kaufmann.
- KAPP, K. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: Pfeiffer.
- LEMAN, M. (2008). *Embodied Music Cognition and Mediation Techology*. Cambridge: MIT Press.
- LLORENS, F. (2015). Dicen por ahí... que la nueva alfabetización pasa por la programación. *ReVisión. Revista de Investigación en Docencia Universitaria de la Informática*, 8(2).
- MALONEY, J., KAFAI, Y., RESNICK, M. y RUSK, N. (2008). Programming by choice: urban youth learning programming with scratch. En *39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*. (pp. 367-371). Portland (Oregon): SIGCSE.
- MARÍN, V., LÓPEZ, M. y MALDONADO, G. (2015). Can Gamification Be Introduced Within Primary Classes? *Digital Education Review*, 27, 55-68.
- MARÍN, V. y MARTÍN-PÁRRAGA, J. (2014). ¿Podemos utilizar videojuegos para el desarrollo del currículo de la etapa de infantil? *New Approaches in Educational Research*, 3(1), 21-27.
- MICHAEL, D. y CHEN, S. (2006). *Serious games. Games that educate, train and inform*. Boston: Cengage Learning.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CULTURA Y DEPORTE (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. <<http://www.boe.es/boe/dias/2014/03/01/pdfs/BOE-A-2014-2222.pdf>>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2010). *Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. Washington, DC: The National Academies Press.
- PRENSKY, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. Nueva York: McGraw-Hill.
- RESNICK, M., MALONEY, J., HERNÁNDEZ, A. M., RUSK, N., EASTMOND, E., BRENnan, K., MILLNER, A., ROSENBAUM, E., SILVER, J., SILVERMAN, B. y KAFAI, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11). <<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf>>. [Consulta: 20-10-2014].
- REVUELTA, F. y GUERRA, J. (2012). ¿Qué aprendo con videojuegos? Una perspectiva de metaaprendizaje del videojugador. *Revista de Educación a Distancia*, 33, 1-25.
- SÁEZ-LOPEZ, J. M. y MIYATA, Y. (2013). Integrating Scratch in primary education. *Scratch Connecting Worlds*. Cornellà de Llobregat: Citilab. <<http://scratch2013bcn.org/node/173>>. [Consulta: 20-10-2014].
- SÁEZ LÓPEZ, J. M., RUIZ RUIZ, J. M y CACHEIRO GONZÁLEZ, M. L. (2013). Reviews and Practice of College Students Regarding Access to Scientific Knowledge: A Case Study in Two Spanish Universities. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 14(5), 51-68.
- SQUIRE, K. y JENKINS, H. (2003). Harnessing the Power of Games in Education. *Insight*, 3(1), 5-33.
- VALVERDE, J., FERNÁNDEZ, M. R. y GARRIDO, M. C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 46. <http://www.um.es/ead/red/46/valverde_et_al.pdf>. [Consulta: 11-11-2015].

- VAN ECK, R. (2006). Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. *EDUCAUSE Review*, 41(2), 16-30. <<http://er.educause.edu/articles/2006/1/digital-gamebased-learning-its-not-just-the-digital-natives-who-are-restless>>. [Consulta: 5-3-2015].
- WEINTROP, D., BEHESHTI, E., HORN, M., ORTON, K., JONA, K., TROUILLE, L. y WILENSKY, U. (2015). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 10. <<http://dx.doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>>
- WING, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <<http://dx.doi.org/10.1145/1118178.1118215>>