

UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

ACEVEDO-BORREGA, Jesús

Universidad de Extremadura

Cáceres (España)

jeacbo@unex.es

Resumen

En los últimos diez años se aprecia un aumento de la producción científica que estudia el pensamiento computacional en todos sus ámbitos. Una situación que ha promovido la realización de revisiones sistemáticas. Las realizadas durante los últimos años comprenden hasta el año 2014. Por esta razón, realizar una revisión sistemática de todos los artículos científicos producidos en los tres últimos años permitirá continuar el trabajo realizado y aportar nuevos datos. Una nueva base que permitirá a la comunidad educativa comenzar o mejorar sus investigaciones sobre el desarrollo del pensamiento computacional en la educación formal.

Se seguirá como metodología un protocolo de investigación que nos permita realizar un análisis riguroso de la situación actual. Tras lo cual, procederemos a interpretar y evaluar toda la información accesible sobre dicha cuestión, siguiendo una serie de criterios establecidos para mantener la objetividad. En los resultados generales se obtuvieron ciento ochenta y cinco artículos científicos, de los cuales son seleccionados cuarenta y cinco.

En los resultados observaremos cómo el número de publicaciones sigue en aumento y cómo las tendencias son muy similares a las obtenidas en revisiones anteriores. Además, conoceremos las últimas investigaciones sobre el currículum y la práctica real. Una investigación que supondrá una mejora de la calidad en los procesos iniciales de investigaciones futuras.

Abstract

In the last ten years, an increase in scientific production exploring the computational thinking in all its range can be appreciated. A situation that has promoted the realization of systematic reviews. Those made over the past few years comprise up to 2014. For this reason, a systematic review of all scientific articles produced in the last three years will allow to continue their work and provide new information. A new foundation that will enable the educational community to start or improve their research on the development of computational thinking in formal education.

It will be applied a methodology based on a research protocol that allows us to make a rigorous analysis of the current situation. Afterwards, we will interpret and evaluate all the information available on this issue, following a series of criteria to maintain objectivity. In the overall results, one hundred eighty five scientific articles were found, of which forty five were selected.

The results will allow us to observe an increase in the number of articles published and confirm that trends are very similar to those obtained in previous reviews. Beside, we will know the last researches about the curriculum and real experiences. An investigation that will involve a quality improvement in the initial processes of future researches.

Palabras clave

Pensamiento computacional, educación, resolución de problemas, aprendizaje.

Keywords

Computational thinking, education, problem solving, learning.

INTRODUCCIÓN

El pensamiento computacional es un término que mantiene un alto nivel de estereotipos, debido a la idea generalizada de ser algo propio de un grupo concreto de personas. Ligado durante mucho tiempo al mundo de las Ingenierías, desde hace una década comienzan a surgir corrientes que pretenden incorporar el pensamiento computacional en el currículum oficial educativo, a través de experiencias y proyectos vinculados a los lenguajes de programación visual o al desarrollo del concepto con un sencillo lápiz y una hoja de papel.

Unas habilidades que, extrapoladas a problemas más cotidianos, potenciarán la obtención de su solución. Mas no podemos definir el pensamiento computacional como una sencilla habilidad. Para Wing (2006, p. 33) el «pensamiento computacional» consiste en «*solving problems, designing systems and understanding of human behavior, using the fundamental concepts of computer science*». Un pensamiento basado en procesos realizados por un humano o una máquina con métodos y modelos que permiten resolver problemas y diseñar sistemas que por

sí solos no podrían (Kafai & Burke, 2014; Sengupta, Kinnebrew, Basu, Biswas, & Clark, 2013).

Se trata de una competencia básica que todo ciudadano debería conocer para desenvolverse en la sociedad digital. Pero no es una habilidad «mecánica», ya que es una forma de resolver problemas de manera inteligente e imaginativa. Los conceptos computacionales se utilizan para enfocar y resolver problemas reales, comunicarnos con otras personas y gestionar múltiples aspectos de nuestra vida cotidiana (Wing, 2006).

En definitiva, un proceso de aprendizaje que se diferencia de las metodologías tradicionales y que, sin embargo, se podría desarrollar en la mayoría de actividades comunes que se realizan en las aulas. En palabras de Olabe et al. (2015), si los problemas planteados por el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) se desarrollasen con el uso del pensamiento computacional, concretamente con la herramienta digital *Scratch*, se lograría no sólo resolver el problema más inmediato, sino favorecer el desarrollo completo del discente.

Los investigadores y educadores actualmente trabajan, en su mayoría, con la abstracción como piedra angular del pensamiento. Entendiendo la abstracción como la definición de patrones y la generalización a partir de casos concretos, la clave para tratar la complejidad (Wing, 2011). Un concepto que ha llevado a los siguientes elementos a ser aceptados e incluidos en diferentes planes de estudios que tienen como objetivo desarrollar y evaluar el pensamiento computacional (Grover & Pea, 2013): abstracciones y generalizaciones de patrones, procesamiento sistemático de información, sistemas de símbolos y representaciones, nociones de algoritmos de flujo de control, descomposición estructurada de problemas, pensar con lógica condicional, limitaciones de eficiencia y rendimiento y depuración y detección de errores sistemáticos.

Además, descubriremos que se encuentra bajo investigación la idea del pensamiento computacional como medio para enseñar otras asignaturas. Desde que se usara Logo para enseñar Matemáticas o Ciencias, se ha ligado el pensamiento computacional al denominado *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) y, por extensión, el desarrollo del idioma inglés.

Y así, el pensamiento computacional y la programación empiezan a formar parte del currículo oficial en los sistemas educativos formales (Záhorec, Hašková, Munk, 2014). En definitiva, una curva de crecimiento exponencial que se aprecia en el gran número de países que incorpora el pensamiento computacional o el «*coding*» entre sus planes de estudio, cifra que sigue en aumento.

Por tanto, se trata de diseñar una nueva ecología de aprendizaje que permita a los estudiantes comprender cómo funciona el mundo al mismo tiempo que les permita aprender a resolver problemas complejos (Johnson, Adams, Estrada & Freeman, 2014).

MÉTODO

Una revisión sistemática nos permite interpretar y evaluar toda la información accesible y relevante sobre una cuestión determinada. Por ello, las razones para llevar a cabo una revisión sistemática son prácticas, para tener bases racionales sobre las que seguir investigando (Manterola, Astudillo, Arias, & Claros, 2013).

Por tanto, para su correcto desarrollo como investigación, deberemos tener en cuenta un conjunto de fases. A saber: formulación del problema, búsqueda de las fuentes de estudios primarios, codificación de las fuentes, análisis de los resultados y síntesis general. Unas fases que nos permitirán mantener una metodología objetiva con la que realizar el proceso de revisión y obtener un conjunto de evidencias liberadas de toda subjetividad.

Formulación del problema

En la presente revisión sistemática se identificó el incremento de publicaciones sobre el pensamiento computacional en los últimos años. Un hecho que potencia la necesidad de revisiones con las que mantener el estado de la cuestión actualizado. Los temas a los que daremos respuesta son: análisis de la finalidad de los artículos, análisis del rango académico al que van dirigidos los artículos y metodologías o tipos de artículos encontrados.

Para ello, comenzamos con la localización de las últimas revisiones sistemáticas sobre el concepto, comprobando si los mismos solucionan nuestras cuestiones iniciales para, en caso afirmativo, continuar, mejorar o actualizar su trabajo realizando una búsqueda más actual o ampliando los campos de búsqueda utilizados. Y, en caso negativo, realizar una búsqueda más profunda sobre el tema concreto.

Búsqueda y localización

Antes de comenzar a investigar debemos seleccionar las bases de datos que usaremos para realizar nuestras búsquedas. Asimismo, la presente investigación se basa en artículos publicados en revistas científicas, por lo que tendremos especial atención en no hacer uso de repositorios. Las bases de datos seleccionadas son: ACM Digital Library, Science Direct, ERIC, Dialnet y Web of Science. Una vez seleccionadas las bases de datos nuestro siguiente paso es la definición de los criterios de búsqueda. Estos deben estar claros para ser usados en todos los buscadores por igual, si deseamos recabar resultados objetivos y correctamente obtenidos.

Tabla 1. Criterios de búsqueda

C1	Campo	Abstract o Resumen.
C2	Palabra clave	Computational Thinking o Pensamiento Computacional.
C3	Fecha de publicación	Desde 2014.
C4	Tipo	Artículo de Revista Científica.

Codificación

Además de fijar los criterios de búsqueda para todas las bases de datos, debemos especificar cuáles serán las razones de exclusión (RE) para descartar un artículo de la selección final. En esta ocasión hemos estimado oportuno seleccionar los indicados en la tabla número 2.

Tabla 2. Razones de Exclusión.

RE1	Idioma	Únicamente se aceptarán en castellano e inglés.
RE2	Temática	Deberán pertenecer a educación y al desarrollo del concepto.
RE3	Artículo	Aún no se ha publicado o pendiente de difusión.

Análisis de los resultados

Tras seleccionar de forma deductiva, cumpliendo con los criterios y razones de exclusión, realizaremos una tabla con los resultados obtenidos en cada base de datos, donde encontraremos los localizados, los excluidos y los seleccionados.

Síntesis general

Una vez expuestos los resultados obtenidos, tras la realización de un análisis objetivo, para las diferentes cuestiones, deberemos realizar una síntesis final o conclusión que permita recoger lo descubierto por nuestra investigación.

RESULTADOS

Los datos obtenidos de las búsquedas realizadas, detallados en la Tabla3, implican que se realice una lectura profunda de los artículos científicos publicados durante los últimos años para la realización de un análisis, de aquellos seleccionados, que pueda dar respuesta a los objetivos planteados y así especificar las finalidades de los artículos, los rangos académicos a los que se dirigen, las metodologías usadas para alcanzar sus objetivos, indicar si son propuestas curriculares y determinar si son experiencias educativas reales que tienen como base desarrollar el pensamiento computacional.

Sin embargo, antes de realizar la búsqueda debemos tener en cuenta que se han realizado, al menos, tres revisiones en los últimos años. En el caso de Grover & Pea (2013) nos muestra qué es y por qué es importante el pensamiento computacional, un resumen de las últimas herramientas digitales y un breve resumen del estado actual del concepto en la Educación Primaria. Mientras en Lye & Koh (2014) se realiza una revisión sistemática desde el año 2009 al año 2013. Asimismo, en Kalelioğlu, Gülbahar & Kukul (2016) se realiza también una revisión sistemática, mas en esta ocasión entre los años 2006 y 2014.

Esta base marcará la presente propuesta que buscará continuar el trabajo ya realizado y

concretar cuestiones que los autores anteriores no reflejaron en sus trabajos. Es por esta razón que la búsqueda realizada tendrá lugar entre el año 2014 y agosto de 2016, un conjunto de tres años que permitirá saber el estado actual de las cuestiones de cara a futuras investigaciones.

Tabla 3. Resultados obtenidos de la búsqueda.

	Total	RF1	RF2	RE3	Escogidos	Notas
ACM Digital Library	52	0	43	10	4	
Science Direct	27	0	23	10	4	Title/Keyw
ERIC	51	0	34	1	3	
Dialnet	16	2	8	0	6	
Web of Science	32	0	4	1	27	Topic
Total	185	2	112	12	45	

Una de las referencias al analizar el grueso de los datos obtenidos es con la prima variable: la fecha de publicación. Podemos observar en el Gráfico 1 cómo cada año aumenta la producción científica sobre el tema, pues, aunque en el año 2015 supera al presente año, debemos recordar que la visión abarca hasta agosto y, por tanto, la tendencia, de continuar, será la de superar al año pasado. Muestra clara de que el pensamiento computacional se encuentra en auge, al menos para la comunidad educativa y sus investigadores.

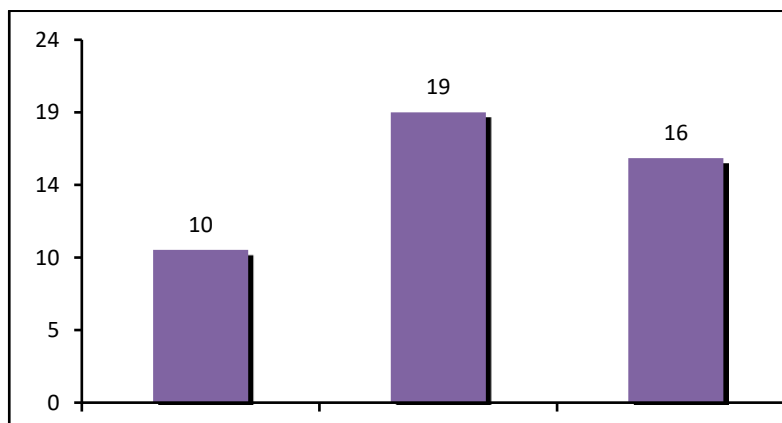


Gráfico 1. Número de artículos seleccionados por año de publicación.

Entre las diferentes líneas de investigación que encontramos se observa una especialización dentro de los diferentes campos, como ocurre con autores como Israel (2015a, 2015b y 2016) o Tapia (2015a y 2015b), cuyos artículos están centrados en la Educación Primaria. O en el caso de Voogt (2015 y 2016), que se centra en aspectos más teóricos del concepto.

Análisis de la finalidad de los artículos.

Partiendo de las divisiones propuestas por Kalelioglu, et. al (2016) para el presente tema y

teniendo en cuenta la similitud o igualdad entre algunas de las propuestas, se ha decidido realizar una distribución más general en base a la finalidad principal que poseen las referencias seleccionadas.

Tabla 4. Finalidad de los artículos.

	Número de artículos
Métodos o actividades de promoción	11
Propuestas o análisis de la integración	6
Análisis/Críticas/Definiciones	26
Marcos de referencia	2

Los resultados de la Tabla 4 son obtenidos del análisis realizado a los 45 artículos seleccionados. De los cuales el 60% corresponden a la literatura que realiza análisis, críticas o definiciones del propio concepto. Por otro lado, el 25% de los artículos corresponden a métodos o actividades que promueven el pensamiento computacional. Relegando un 15% para la integración en el currículum y, en menor medida, para los marcos de referencia.

Continuando con los resultados obtenidos por Kalelioğlu, et. al (2016) podemos observar cómo únicamente ha sufrido un gran aumento de, prácticamente, un 50% los artículos cuya finalidad es realizar un análisis, crítica o definición, mientras que los métodos o actividades han obtenido un ligero aumento del 2%. Por otro lado, tanto los marcos de referencia como las propuestas de inclusión se han visto reducidas en más de un 50% su producción.

Encontramos artículos que como Werner (2015) muestran la gran selección de herramientas digitales de que disponen los docentes para trabajar el pensamiento computacional. Al igual que autores como Swaid (2015) exploran las asignaturas STEM a través de la robótica o lenguajes de programación visual. Unos hechos que, además de remarcar el carácter práctico de dichos artículos, muestran cómo dirigen el desarrollo del pensamiento computacional, en su gran mayoría, hacia las asignaturas anteriormente mencionadas.

Análisis del rango académico al que van dirigidos los artículos.

Continuando el estudio realizado por Kalelioğlu (2016) se puede apreciar cómo, aunque existe un leve aumento correlativo, se mantienen los niveles de investigación en Educación Primaria y Educación Superior como referentes de investigación.

Tabla 5. Distribución de los rangos académicos.

	Número de artículos
Educación Superior	12
Educación Secundaria	3
Educación Primaria	19
Educación Infantil	1
Docentes	2

Obtenemos como resultado que desde 2006 las investigaciones se focalizan en estos dos grandes grupos principales. En el caso de Educación Primaria, se explica debido al gran interés por potenciar el pensamiento computacional desde edades tempranas. Un hecho que tendría como consecuencia un mayor desarrollo del mismo y su posterior uso en el resto de rangos de edad.

Asimismo, incorporar el concepto en las últimas etapas de la educación formal tiene como consecuencia el desarrollo de un pensamiento computacional más especializado en determinadas asignaturas.

Metodologías o tipos de artículos encontrados.

Comparar los datos de la Tabla 6 con los resultados mostrados por el artículo de Kalelioğlu, et. al (2016) tiene un sorprendente fruto, debido a que los porcentajes son exactamente iguales. Por tanto, podemos afirmar que las tendencias de los documentos seleccionados se han mantenido desde 2006 hasta la actualidad.

El 31% de los documentos presentan una metodología de enfoque teórico donde los autores suelen analizar, criticar, reflexionar, realizar propuestas de posibles investigaciones o modificaciones del currículo. El 11% de los artículos han desarrollado una metodología cuantitativa, la cual se basa en el estudio estadístico de los datos obtenidos. Los cuales se consiguen a través de instrumentos dirigidos al resultado deseado, para realizar un análisis numérico.

Tabla 6. Metodologías seguidas.

	Número de artículos
Teóricos	14
Cuantitativos	5
Cualitativos	11
Revisiones	3
Mixtos	12

Por otro lado, el 24% corresponde a la cualitativa. Una metodología que hace uso de grupos de discusión, entrevistas y observación donde para obtener los resultados se realiza en base a la interpretación de las informaciones. Las revisiones tienen un 6% de la tendencia, aun cuando es una metodología en esplendor como se comentó con anterioridad. El último 26% pertenece a los estudios que utilizan una técnica mixta, que hace uso de las metodologías cuantitativa y cualitativa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El propósito del presente estudio fue la realización de una revisión sistemática, de los últimos tres años, sobre el concepto del pensamiento computacional en la educación formal. Ante unos resultados en su mayor parte positivos, mejorables en varios aspectos, puede recomendarse el uso particular del presente documento como base para realizar futuras investigaciones. De este modo, supondría una mejora de la calidad en los procesos iniciales de dichos proyectos.

Además, en este análisis de los resultados obtenidos, el conjunto de artículos propone o tienen una filosofía donde el error debe pasar a ser parte fundamental del proceso de aprendizaje, mientras el estudiante avanza con autonomía al ritmo que él mismo se establece. Asimismo, muestran al docente como un guía dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo el discente quien planifica sus actividades y trabaja en sus centros de interés.

En el conjunto de la investigación se mantuvo un estricto seguimiento de la metodología, cumpliendo con los criterios de búsqueda, con las bases de datos seleccionadas y las razones de exclusión. Así se obtuvo como resultado la selección de cuarenta y cinco artículos científicos.

Esta investigación ha cumplido con los requisitos derivados de la metodología para ser considerada una investigación objetiva. Servirá, por tanto, como base para futuros estudios basados en pensamiento computacional, dado que el estudio ha mejorado nuestro conocimiento del estado actual del término a través de los artículos científicos publicados en los

últimos tres años.

El único límite, relacionado con las búsquedas que existe son los artículos que no son publicados en revistas científicas y, por tanto, no son indexados, centenares de documentos que han quedado excluidos de la presente revisión. Los cuales provocarían cambios sustanciales en los resultados obtenidos. Un límite que no puede ser subsanado sin incumplir los requisitos de calidad, que estipulamos.

Sin embargo, los hallazgos de este estudio mantienen, como hemos visto, una serie de implicaciones importantes para la práctica futura. Existe, por tanto, una clara necesidad de dar a conocer la presente revisión y, así, no sólo se pueda continuar o comenzar proyectos, sino que permitirá seguir realizando revisiones sistemáticas a partir de la presente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12, a review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38e43.

Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2014). *Connected code: why children need to learn programming*. MIT Press.

Kalelioğlu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic J. Modern Computing*, 4(3), 583-596.

Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61.

Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E., & Claros, N. (2013). Revisiones sistemáticas de la literatura. Qué se debe saber acerca de ellas. *Cirugía Española*, 91(3), 149-155.

Olabe, X. B., Basogain, M. Á. O., & Basogain, J. C. O. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, 0(46).

Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380.

Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-36.

Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking – What and why? *The Link Magazine, Spring*. Carnegie Mellon University, Pittsburgh.

Záhorec, J., Hašková, A., & Munk, M. (2014). Assessment of Selected Aspects of Teaching Programming in SK and CZ. *Informatics in Education*, 13(1), 157-178.

Referencias documentales objeto de la revisión.

Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework: Implications for Teacher Knowledge.

Educational Technology & Society, 19(3), 47-57.

- Arellano, N., Rosas, M. V., Zuñiga, M. E., Fernández, J., & Guerrero, R. (2014). Una experiencia en la enseñanza de la programación para la permanencia de los alumnos de Ingeniería Electrónica. *Enseñanza y aprendizaje de ingeniería de computadores: Revista de Experiencias Docentes en Ingeniería de Computadores*, (4), 69-80.
- Basawapatna, A. (2016). Alexander Meets Michotte: A Simulation Tool Based on Pattern Programming and Phenomenology. *Educational Technology & Society*, 19(1), 277-291.
- Berland, M., & Wilensky, U. (2015). Comparing Virtual and Physical Robotics Environments for Supporting Complex Systems and Computational Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), 628-647.
- Berrocoso, J. V., Sánchez, M. R. F., & Arroyo, M. del C. G. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED: Revista de Educación a Distancia*, (46), 1-18.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Bordignon, F., & Iglesias, A. A. (2016). Más allá de las pantallas: experiencias en diseño y programación de objetos interactivos digitales. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 7(12), 49-58.
- Buckingham, L., & Hogan, J. M. (2014). Computational Science for Undergraduate Biologists via QUT.Bio.Excel. *Procedia Computer Science*, 29, 1403-1412. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.127>
- Chao, P.-Y. (2016). Exploring students' computational practice, design and performance of problem-solving through a visual programming environment. *Computers & Education*, 95, 202-215.
- Cotik, V., & Monteverde, H. (2016). Evolución de la enseñanza de la informática y las TIC en la Escuela Media en Argentina en los últimos 35 años. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 7(12), 11-33.
- Csernoch, M., Biro, P., Math, J., & Abari, K. (2015). Testing Algorithmic Skills in Traditional and Non-Traditional Programming Environments. *Informatics in Education*, 14(2), 175-197.
- Czerkawski, B. C., & Lyman, E. W. (2015). Exploring Issues about Computational Thinking in Higher Education. *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning*, 59(2), 57-65.
- DeSchryver, M. D., & Yadav, A. (2015). Creative and Computational Thinking in the Context of New Literacies: Working with Teachers to Scaffold Complex Technology-Mediated Approaches to Teaching and Learning. *Journal of Technology and Teacher Education*, 23(3), 411-431.

- Farris, A. V., & Sengupta, P. (2016). Democratizing Children's Computation: Learning Computational Science as Aesthetic Experience. *Educational Theory*, 66(1-2), 279-296.
- Grout, V., & Houlden, N. (2014). Taking Computer Science and Programming into Schools: The Glyndŵr/BCS Turing Project. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 141, 680-685.
- Howland, K., & Good, J. (2015). Learning to communicate computationally with Flip: A bi-modal programming language for game creation. *Computers & Education*, 80, 224-240.
- Imberman, S. P., Sturm, D., & Azhar, M. Q. (2014). Computational Thinking: Expanding the Toolkit. *J. Comput. Sci. Coll.*, 29(6), 39-46.
- Israel, M., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., & Reese, G. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis. *Computers & Education*, 82, 263-279.
- Israel, M., Wherfel, Q. M., Pearson, J., Shehab, S., & Tapia, T. (2015). Empowering K-12 Students with Disabilities to Learn Computational Thinking and Computer Programming. *TEACHING Exceptional Children*, 48(1), 45-53.
- Jenson, J., & Droumeva, M. (2016). Exploring Media Literacy and Computational Thinking: A Game Maker Curriculum Study. *Electronic Journal of E-Learning*, 14(2), 111-121.
- Jon Good. (2016). Computational Thinking as a Computer Science Education Framework and the Related Effects on Gender Equity, 277-278.
- Jun, S., Han, S., Kim, H., & Lee, W. (2014). Assessing the computational literacy of elementary students on a national level in Korea. *Educational Assessment Evaluation and Accountability*, 26(4), 319-332.
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2015). Constructionist Gaming: Understanding the Benefits of Making Games for Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 313-334.
- Kara, L. (2015). A Critical Look at the Digital Technologies in Architectural Education: When, where, and how? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 176, 526-530.
- Lee, A. (2015). Determining the effects of computer science education at the secondary level on STEM major choices in postsecondary institutions in the United States. *Computers & Education*, 88, 241-255.
- Lewis, C., Esper, S., Bhattacharyya, V., Fa-Kaji, N., Dominguez, N., & Schlesinger, A. (2014). Children's Perceptions of What Counts As a Programming Language. *J. Comput. Sci. Coll.*, 29(4), 123-133.
- Michaelson, G. (2015). Teaching Programming with Computational and Informational Thinking. *Journal of Pedagogic Development*, 5(1), 51-65.
- Miguel Zapata-Ros. (2015). Pensamiento computacional y alfabetización digital. *RED: Revista de Educación a Distancia*, (46).
- Mladenovic, S., Krpan, D., & Mladenovic, M. (2016). Using Games to Help Novices Embrace

- Programming: From Elementary to Higher Education. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 521-531.
- Park, S. Y., & Jeon, Y. (2015). Teachers' perception on Computational Thinking in Science Practices. *International Journal of Education and Information Technologies*, 9, 180-185.
- Pellas, N., & Peroutseas, E. (2016). Gaming in Second Life via Scratch4SL: Engaging High School Students in Programming Courses. *Journal of Educational Computing Research*, 54(1), 108-143.
- Promraksa, S., Sangaroon, K., & Inprasitha, M. (2014). Characteristics of Computational Thinking about the Estimation of the Students in Mathematics Classroom Applying Lesson Study and Open Approach. *Journal of Education and Learning*, 3(3), 56-66.
- Repenning, A., Webb, D. C., Koh, K. H., Nickerson, H., Miller, S. B., Brand, C., ... Repenning, N. (2015). Scalable Game Design: A Strategy to Bring Systemic Computer Science Education to Schools through Game Design and Simulation Creation. *Acm Transactions on Computing Education*, 15(2), 11.
- Rodríguez, A. C. (2015). Incorporación de la programación informática en el currículum de biología. *Magister: Revista miscelánea de investigación*, 27(2), 76-82.
- Saez-Lopez, J.-M., Roman-Gonzalez, M., & Vazquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using «Scratch» in five schools. *Computers & Education*, 97, 129-141.
- Sanford, J. F., & Naidu, J. T. (2016). Computational Thinking Concepts for Grade School. *Contemporary Issues in Education Research*, 9(1), 23-32.
- Snodgrass, M. R., Israel, M., & Reese, G. C. (2016). Instructional supports for students with disabilities in K-5 computing: Findings from a cross-case analysis. *Computers & Education*, 100, 1-17.
- Swaid, S. I. (2015). Bringing Computational Thinking to STEM Education. *Procedia Manufacturing*, 3, 3657-3662.
- Tahy, Z. S. (2016). How to Teach Programming Indirectly--Using Spreadsheet Application. *Acta Didactica Napocensia*, 9(1), 15-22.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational Thinking in Compulsory Education: Towards an Agenda for Research and Practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147.
- Werner, L., Denner, J., & Campe, S. (2015). Children Programming Games: A Strategy for Measuring Computational Learning. *Acm Transactions on Computing Education*, 14(4),

24.

Wilkerson-Jerde, M. H. (2014). Construction, categorization, and consensus: student generated computational artifacts as a context for disciplinary reflection. *Etr&d-Educational Technology Research and Development*, 62(1), 99-121.

Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1).

Zhong, B., Wang, Q., Chen, J., & Li, Y. (2015). An Exploration of Three-Dimensional Integrated Assessment for Computational Thinking. *Journal of Educational Computing Research*, 735633115608444.