



Formación en el Pensamiento Computacional a través de juegos de mesa

Jaime Andrés **Carmona-Mesa**

Facultad de Educación, Universidad de Antioquia

Colombia

jandres.carmona@udea.edu.co

Mónica Eliana **Cardona** Zapata

Facultad de Educación, Universidad de Antioquia

Colombia

meliana.cardona@udea.edu.co

Resumen

La literatura reporta la necesidad de formar profesores de las diferentes áreas en el Pensamiento Computacional a través de actividades sin ordenador, con el propósito de lograr conexiones profundas entre la naturaleza de este y la enseñanza en el área. Por lo tanto, en el presente estudio analiza las comprensiones de futuros profesores de matemáticas sobre las principales características del pensamiento computacional (descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, generalización de patrones y diseño de algoritmos), por medio de una experiencia con el juego CLUE. En este estudio se utilizó el análisis de contenido para estudiar las comprensiones e interpretaciones de 11 futuros profesores de matemáticas que participaron en un grupo de discusión. Se concluye que, si bien los futuros profesores de matemáticas logran comprender los procesos de descomposición, reconocimiento y generalización de patrones, es necesario ampliar en experiencias que les permita alcanzar los procesos de abstracción y diseño de algoritmos.

Palabras clave: formación de profesores, Educación Matemática, actividades sin ordenador, CLUE.

Introducción

El término Pensamiento Computacional (en adelante PC) tuvo un amplio uso durante la década de 1980 y refería a las habilidades que las personas en áreas de informática adquieren a través de su trabajo en el diseño de programas y *software* (Khine, 2018). Actualmente, el término del PC es ampliado a la formulación de problemas cuya solución involucra descomposición, reconocimiento de patrones, representación, planificación y monitoreo, abstracción, automatización, algoritmos y análisis (Wing, 2006; 2008). En este sentido, el PC supone un conjunto de habilidades esenciales para la vida y una forma particular para afrontar problemas científicos y tecnológicos (Zapata-Ros, 2015).

En el marco de la Educación Matemática, el PC evidencia valiosos aportes en los procesos

de aprendizaje. Al respecto, Weintrop *et al.* (2016) abogan por incorporar el PC en las clases de matemáticas pues existe una relación recíproca: se usa el cálculo para enriquecer el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias, y se aplican contextos matemáticos y científicos para enriquecer el aprendizaje computacional. En esta misma línea, diSessa (2018), English (2018), Gadanidis, Clements y Yiu (2018) y Pei, Weintrop y Wilensky (2018) exponen evidencia que les permite argumentar los cambios fundamentales del aprendizaje de las matemáticas al incluir el PC en el proceso educativo.

En consecuencia, la formación de profesores para la integración del PC en sus clases se constituye actualmente como un objeto de estudio que registra escasas investigaciones (Angeli y Jaipal-Jamani, 2018). Al respecto, Carmona-Mesa, Morales y Villa-Ochoa (2017) realizaron un estudio en la formación inicial de profesores de matemáticas para la integración del PC en sus clases; estos autores informan que el PC favoreció el diseño curricular de ambientes que integran tecnologías de manera eficiente, consiente e interdisciplinar para resolver problemas del contexto.

Para el caso de Medellín-Colombia, donde se desarrolló esta investigación, se registran políticas regionales que tienen como objetivo transformar las prácticas educativas al incluir profesores y estudiantes en proyectos que integran el PC a partir de la programación y robótica (Ruta N, 2015). Sin embargo, a nivel nacional no se han desarrollado investigaciones que brinden evidencia empírica para orientar dichos proyectos. Incluso, en las nuevas transformaciones curriculares de los programas para formar profesores, no son claras las estrategias para lograr una formación en la integración de tecnología en los procesos educativos.

Esta situación se corresponde con lo planteado por Sands, Yadav y Good (2018) y Angeli y Jaipal-Jamani (2018), quienes sostienen que a pesar de la necesidad de formar futuros profesores para la integración del PC en sus clases, las Facultades de Educación carecen del conocimiento y de estrategias para hacerlo. Por lo tanto, es necesario desarrollar estudios que brinden evidencia empírica de estrategias que permitan formar futuros profesores en la integración del PC en sus clases. En particular, el presente estudio se propone atender esta problemática centrando el análisis en la formación inicial de profesores de matemáticas en una Universidad de la ciudad de Medellín.

Aspectos teóricos

La formación inicial de profesores para la integración del PC en sus clases, a pesar de su escasa investigación (Angeli y Jaipal-Jamani, 2018), se registra en la literatura que generalmente los futuros profesores no están familiarizados con la PC y tienen dificultades para encontrar conexiones entre este y el área que enseñan (Shute, Sun, y Asbell-Clarke, 2017). Hsu, Chang y Hung (2018) realizaron un meta-análisis de las investigaciones publicadas en revistas académicas entre el 2006 y 2017, este estudio les permitió concluir que los futuros profesores no han identificado claramente cómo enseñar el PC y que la mayoría lo hace a través de lenguajes de programación.

Esta evidencia es corroborada por la investigación de Sands *et al.* (2018), quienes concluyen que muchos profesores tienen muy poco conocimiento acerca de cuáles son las habilidades a desarrollar en el PC y desconocen cómo estas habilidades pueden implementarse en sus clases. Estos mismos autores indican que para lograr una formación exitosa de profesores en la integración del PC, es necesario implementar programas que ayuden desarrollar una comprensión profunda de lo que significa pensar computacionalmente. Al respecto, Kim y Kim

(2018) y Yadav *et al.*, (2016) sostienen que para lograr este objetivo es necesario incluir en la formación inicial de profesores cursos específicos en el PC. Además, la literatura reporta como principales enfoques utilizados en la formación inicial de profesores orientada en: actividades sin ordenador, programación a través de bloques, programación tangible, creación juegos digitales a través de programación, y robótica educativa (Angeli y Jaipal-Jamani, 2018).

De acuerdo a lo anterior, Kale *et al.* (2018), Sands *et al.* (2018) y Shute, Sun y Asbell-Clarke (2017) consideran como componente clave para ayudar a los profesores a conectar el PC con sus prácticas de enseñanza, ayudarlos a reconocer la naturaleza de este, la resolución de problemas de forma lógica (actividades sin ordenador), no simplemente a través de un lenguaje de programación. En ese sentido, Angeli *et al.* (2016) desarrollaron un curso destinado a formar futuros profesores en la integración del PC, con un enfoque en la solución de problemas del mundo real de forma lógica; estos autores informan que el tránsito de esta estrategia a la formulación de algoritmos en forma narrativa es una habilidad difícil de desarrollar para los profesores en formación inicial.

Lo presentado previamente, pone en evidencia la necesidad de ampliar en estrategias para la formación inicial de profesores en el PC, a través de la resolución de problemas de forma lógica (actividades sin ordenador). Por lo tanto, el presente estudio tuvo como finalidad contribuir en la formación inicial de profesores de matemáticas para la integración del PC por medio de juegos de mesa. Los juegos de mesa posibilitan la curiosidad, la experimentación y la investigación que llevan al aprendizaje, ayuda al desarrollo del pensamiento abstracto y el desarrollo de trabajo en equipo (Aristizábal, Colorado y Gutiérrez, 2016).

Autores como Barros, Rodríguez y Barros (2015) plantean que en los juegos se interiorizan y transfieren los conocimientos para volverlos significativos, porque permite experimentar, probar, investigar, ser protagonista, crear y recrear. En el mercado existen diferentes juegos de mesa para trabajar el PC (p. ej. C-jump y Robot Turtles) y se han desarrollado estudios que demuestran el potencial de estos en el desarrollo del pensamiento computacional (Riveros y Salguero, 2018). Sin embargo, los juegos de mesa existentes reflejan más un enfoque en programación tangible que propiamente actividades desconectas, que es el objetivo en esta investigación.

Aspectos metodológicos

En este apartado metodológico se describe el diseño de la intervención realizada al inicio del segundo semestre del 2018 y se presentan las decisiones para el registro de la información y posterior análisis. La intervención se desarrolló en un curso específico obligatorio y denominado Tecnologías en Educación Matemática, este buscó fortalecer la formación inicial de profesores en matemáticas a través de una adaptación temática y metodológica al PC. Esta adaptación temática al PC propone nuevas formas de abordar los problemas con la ayuda de los ordenadores o sin ella (Wing, 2006; 2011).

En particular, el primer eje temático, refiere a una introducción al PC y es donde realizó el presente estudio. A 11 futuros profesores (se usarán seudónimos) se les solicitó con ocho días de anticipación leer el documento “El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje Computacional” (Valverde, Fernández y Garrido, 2015) para ser discutido en la siguiente sesión de clase de 3 horas. Esta sesión se dividió en dos momentos, se inició con el juego de mesa CLUE (Figura 1) y luego una discusión grupal de lo planteado en el documento a través de la experiencia desarrollada con el juego.

CLUE es un juego de mesa, sobre de detectives y misterio. El juego tiene tres tipos de cartas diferentes (sospechoso, habitación y arma); al iniciar se elige una de cada tipo y las tres detallan un asesinato; las demás cartas son repartidas entre los jugadores. El objetivo del juego es deducir dichos detalles por medio de pistas que se develan a medida que se avanza en este. En esencia, el participante que desarrolle su juego de la manera más sistemática y lógica es quien logra identificar rápidamente los detalles del asesinato. Por lo tanto, el propósito de esta intervención es generar un contexto rico para la resolución de problemas de forma lógica (Curzon y McOwan, 2018), que permita a los futuros profesores la creación de sentidos y significados del PC.

De acuerdo con lo anterior, el registro de los datos debía hacerse a través de las interacciones de los futuros profesores, en donde se logrará describir y comprender las interpretaciones personales y colectivas. Arboleda (2008) y López (2010) reconocen el *grupo de discusión* como un método de investigación dialógico, basado en la producción de discursos, que consiste en reunir un grupo personas y suscitar entre ellas una discusión sobre un tema de interés y dirigida por un Moderador.

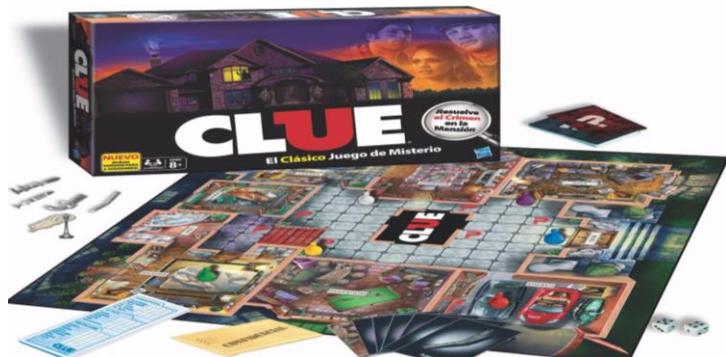


Figura 1: Juego CLUE, tomada de <https://goo.gl/ky4BQg>

En consecuencia, este estudio se desarrolló a partir de un grupo de discusión. El *grupo de discusión* fue moderado por el investigador principal de este estudio, quien orientó como un proceso de interacción que buscaba poner en juego las “representaciones, opiniones, actitudes, comportamientos, sistemas simbólicos, relaciones de poder y negociaciones mediante las cuales se llega a cierto consenso o a polarización en las posturas y concepciones de los participantes” (Cervantes, 2002, p. 77). Las interacciones entre los participantes fueron grabadas en video y luego transcritas, se desarrolló un análisis de contenido (Noguero, 2002) en los datos registrados a partir de los procesos que implica el PC: **descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, generalización de patrones y diseño de algoritmos** (Kemp, 2014).

Resultados y discusión

Luego de terminar el primer momento del encuentro (actividad con CLUE), se pasa a desarrollar la discusión grupal del documento y contextualizando en la experiencia del CLUE. Por lo tanto, el Moderador inicia preguntando ¿cómo se entiende el pensamiento computacional y cómo se entiende a partir del ejercicio que realizado previamente? Al respecto, Camila menciona que:

“(...) con el juego [CLUE] se veía un pensamiento computacional cuando uno empieza a identificar la dinámica del juego, entonces qué tiene que hacer para ganar (...); los mismos compañeros cuando están jugando están dando pistas sobre lo que está pasando entonces una con el cuadrado [Figura 2] que tiene empieza a descartar, va elaborando una estrategia para resolver

el problema que en ese momento del juego es ganar. Yo creo que ahí se vería el pensamiento computacional”.

La intervención de Camila pone en evidencia la **descomposición** del problema (necesidad de ganar el juego), a través de varios componentes que se pueden abordar de forma individual (Kemp, 2014). El primero son las pistas que dan los demás participantes, la dinámica del juego implica que al llegar con la ficha a un lugar se debe lanzar una hipótesis de quién es el sospechoso de ser el asesino y el arma utilizada, en caso de que alguno de los demás participantes tenga algunas de las tres cartas (se incluye él), debe mostrarla únicamente al jugador que lanzó la hipótesis. Por lo tanto, este es uno de los componentes claves de juego para poder ganar y Camila lo resaltó en su intervención. Otro aspecto destacado por Camila es “el cuadrado”, el juego tiene como material complementario para cada participante un cuadro que incluye todos los tipos de cartas (sospechoso, habitación y arma) y se incluye con el objetivo de ayudar en registro de las cartas conocidas (pistas).

Posterior a la intervención de Camila se queda el grupo en silencio, a lo que el Moderador pregunta ¿alguien desea complementar la respuesta? y Tatiana menciona:

“el pensamiento computacional implica la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción, la generalización de patrones y el diseño de algoritmo. La descomposición yo creo que se ve más cuando generamos una hipótesis, entonces nosotros creíamos que era tal persona entonces preguntábamos por ella, entonces ya como que descartábamos ese culpable; cuando estaba en reconocimiento de patrones por ejemplo que mi compañera dijo tres [cartas] y a la otra [compañera], el que seguía volvió y dijo otros tres [cartas], entonces yo creo que no, este y este lo repitieron lo mostraron nuevamente dos veces entonces ya puedo ir descartando ese [trío de cartas], tampoco este, este sí es”.

Tatiana reafirma la intervención de Camila en relación con la **descomposición** y amplía un aspecto clave del PC, **reconocimiento de patrones** (Kemp, 2014). Ella lo asocia con el ejercicio de juego de estar lanzando hipótesis en relación con el lugar, el sospechoso y el arma utilizada en el asesinato; en la medida que se van identificando varias pistas, Tatiana cruza estas fuentes de información y descarta las que coinciden. Es decir, si un participante x lanza la hipótesis que el arma utilizada fue la daga y en el baño y un participante z muestra una, luego, un participante w indica que el arma utilizada fue la daga y en la cocina, y el mismo participante z muestra otra carta, se asume que el participante z tiene la carta daga.

Al finalizar la intervención, Tatiana afirma “*la abstracción no, no logre verla así como tal en el juego pero la generalización sí, después de que uno tiene pistas ya uno puede llegar a decir quién fue*”. Al respecto, Kemp (2014) reconoce que la **abstracción** ayuda a usar el detalle absolutamente necesario para el funcionamiento del sistema. Posterior a la intervención de Tatiana los futuros profesores quedan en silencio por algunos minutos, por lo tanto el Moderador toma la palabra y describe una situación donde se evidencia la abstracción:

“cuando Tatiana uso intriga [otro tipo de carta], y esa carta intriga decía que yo [Tatiana] podía preguntarle a todos por una carta, podría ser lugar, armas o sujetos, ella eligió arma, y ella preguntó ¿Quién tiene el candelabro? La pregunta era para ellos, para los demás, ella no tenía que responder, ella lo podría tener, sí, pero ella no tenía que responder y esperaba a los demás entonces qué pasó ahí, (...) llego un punto en donde todos empezaron, candelabro, nadie, nadie, candelabro no hay, entonces empezaron a contar cuantas armas hay, hay seis armas pero nosotros no tenemos el candelabro entonces el candelabro puede estar ahí [entre las cartas elegidas al azar antes de iniciar el juego], sí, pero no necesariamente tiene que estar ahí porque ella [Tatiana]

podía tener el candelabro, ella no lo tenía, pero podía tenerlo y los demás estaban en ese asunto”.

El episodio referido por el Moderador plantea que la **abstracción** se identifica en el ejercicio cuando un jugador puede generar la confusión a partir de una carta que él tiene, pero quiere hacer parecer que es de las que se buscan para ganar el juego; es decir, que dicho participante comprende que esto es clave para ganar y lo usa para generar confusión en los demás. Posterior al episodio resaltado por el Moderador, pregunta por la generalización de patrones, a lo que José toma la palabra y menciona “*cuando usted preguntaba por tres cosas [sospechoso, habitación y arma], entonces si tres personas le mostraban, usted de una las descarta, yo creo que ahí se puede ver*”. La **generalización de patrones** permite definir conceptos en su forma más simple y reutilizar la definición para todas las instancias de ese concepto (Kemp, 2014), aspectos que corresponde con lo indicado por José. Luego, el Moderador pregunta ¿qué pueden mencionar del algoritmo? A lo cual todos quedaron en silencio por unos minutos.

Un algoritmo es un método preciso para resolver un problema dado, es una abstracción de un procedimiento paso a paso para tomar entrada y producir algún resultado deseado (Kemp, 2014; Wing, 2008). De acuerdo con Wing (2008) algunas características como descomposición, reconocimiento y generalización de patrones son habilidades desarrolladas por áreas como la matemática; sin embargo, la abstracción (y por ende el algoritmo) son características más complejas y trascienden al contexto de la informática. Esto se corresponde con los momentos de silencio que se registran en la discusión al preguntar por ambos aspectos. Por lo tanto, el moderador le solicita a Natalia que comparta la estrategia que desarrolló para ganar el juego (fue la participante ganadora en el ejercicio).

Figura 2: Tabla diligenciada por Camila (izquierda). Tabla diligenciada por Natalia (derecha).

En el desarrollo de la experiencia, Natalia construyó un algoritmo que le permitió ganar el juego rápidamente, la estrategia que siguió se divide en pasos sistemáticos y precisos (se corresponde con el proceso de **descomposición** de Camila). Ella para conocer qué cartas tienen y no tienen los demás participantes, le asignó una columna en la tabla a cada uno (Figura 2). Posterior a esto define: al plantear una hipótesis (toda hipótesis en el juego obliga indicar un lugar, sospechoso y arma) y ser mostradas las tres cartas en el juego significa que se deben descartar con una x (esto se corresponde con el proceso de **generalización** descrito por José). Luego, si muestran solo dos cartas aparece una incertidumbre de cuáles podrían ser, para lo cual definió encerrar en la casilla con un círculo y esperar a tener mayor información para descartarla con una x (coincide con el **reconocimiento de patrones** indicado por Tatiana).

El proceso desarrollado por Natalia da cuenta de las características resaltadas por los demás futuros profesores previamente, además los abstrae y asocia en un algoritmo por medio de una serie de pasos de entrada que la llevaron a ganar. En ese sentido, la experiencia vivida a través del juego CLUE se constituye como una herramienta importante para introducir el PC, que le permitió a los futuros profesores de matemáticas reconocer la naturaleza del pensamiento computacional en actividades sin ordenador (Kale *et al.*, 2018; Sands *et al.*, 2018; Shute, Sun y Asbell-Clarke, 2017).

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir que la formación en el PC a través de experiencias sin ordenador, como el juego de mesa CLUE, posibilita la comprensión profunda de su naturaleza, su relación con el mundo real, las habilidades que permite desarrollar y la forma de implementarlo en el aula. Además, se evidencia que si bien los futuros profesores de matemáticas logran comprender los procesos de descomposición, reconocimiento y generalización de patrones, es necesario ampliar en experiencias que les permitan alcanzar los procesos de abstracción y diseño de algoritmos. Por lo tanto, se sugiere en futuras investigaciones la implementación de este tipo de recursos, acompañada de estrategias que favorezcan la sistematización de datos, la resolución de problemas, la codificación y organización de ideas; para luego trabajar de manera fluida en experiencias digitales como la programación por bloques o por líneas.

Referencias y bibliografía

- Angeli, C., & Jaipal-Jamani, K. (2018). Preparing Pre-service Teachers to Promote Computational Thinking in School Classrooms. In *Computational Thinking in the STEM Disciplines* (pp. 127–150). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-93566-9_7
- 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 and Society*, 19(3), 47–57.
- Aristizábal, J., Colorado, H., & Gutiérrez, H. (2016). El juego como una estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento numérico en las cuatro operaciones básicas. *Sophia*, 12(1), 117–127.
- Barros, R., Rodríguez, L., & Barros, C. (2015). El juego del cuarenta, una opción para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias sociales en Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 7(2), 137–144.
- Carmona-Mesa, J. A., Morales, S., & Villa-Ochoa, J. A. (2017). *Pensamiento Computacional en la formación inicial de profesores de matemáticas*. Colombia: Universidad de Antioquia. doi:10.13140/RG.2.2.33696.07688
- Cervantes, C. (2002). El grupo de discusión en el estudio de la cultura y la comunicación. Revisión de premisas y perspectivas. *Revista Mexicana de Sociología*, 64(2), 71–88.
- Curzon, P., & McOwan, P. W. (2018). Rätsel, Logik und Muster. In *Computational Thinking* (pp. 49–64). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-662-56774-6_4
- Hsu, T.-C., Chang, S.-C., & Hung, Y.-T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296–310. doi:10.1016/j.compedu.2018.07.004
- Kale, U., Akcaoglu, M., Cullen, T., Goh, D., Devine, L., Calvert, N., & Grise, K. (2018). Computational What? Relating Computational Thinking to Teaching. *TechTrends*, 1–11. doi:10.1007/s11528-018-0290-9

- Kemp, P. (2014). *Computing in the national curriculum A guide for secondary teachers Computing in the*. Newnorth Print, Ltd. Bedford.
- Khine, M. S. (2018). Strategies for Developing Computational Thinking. In *Computational Thinking in the STEM Disciplines* (pp. 3–9). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-93566-9_1
- Kim, S., & Kim, H. Y. (2018). A Computational Thinking Curriculum and Teacher Professional Development in South Korea. In *Computational Thinking in the STEM Disciplines* (pp. 165–178). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-93566-9_9
- López, I. (2010). El grupo de discusión como estrategia metodológica de investigación: aplicación a un caso. *Edetania: Estudios y Propuestas Socio-Educativas*, 38, 147–156.
- Noguero, F. L. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *Revista de Educación*, 4, 167–179.
- Riveros, A., & Salguero, M. (2018). *Diseño de un Juego de Mesa como herramienta de apoyo para la enseñanza del pensamiento computacional a estudiantes de educación superior de la Universidad San Buenaventura de Cali (Trabajo de pregrado)*.
- Sands, P., Yadav, A., & Good, J. (2018). Computational Thinking in K-12: In-service Teacher Perceptions of Computational Thinking. In *Computational Thinking in the STEM Disciplines* (pp. 151–164). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-93566-9_8
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158. doi:10.1016/j.edurev.2017.09.003
- Valverde, J., Fernández, M., & Garrido, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED - Revista de Educación a Distancia*, 46(15).
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33. doi:10.1145/1118178.1118215
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366, 3717–3725. doi:10.1098/rsta.2008.0118
- Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational Thinking for All: Pedagogical Approaches to Embedding 21st Century Problem Solving in K-12 Classrooms. *TechTrends*, 60(6), 565–568. doi:10.1007/s11528-016-0087-7
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 46(15).