

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL: UNA COMPETENCIA DEL SIGLO XXI

Computational Thinking: A competence of the 21st Century

Téllez Ramírez, Marisol
Docente – Carrera de Informática UMSA
tellezramirezmarisol@gmail.com
La Paz, Bolivia

Resumen

Como consecuencia de la incursión masiva de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en todos los ámbitos de la vida y particularmente en la educación, es necesario trabajar en nuevas competencias que deben desarrollar los estudiantes en el siglo XXI, entre ellas el Pensamiento Computacional, que se constituye no solo en una competencia *per se*, sino en un proceso de múltiples aristas que debe preparar a los estudiantes para desenvolverse en un mundo cada vez más tecnificado. En un primer acercamiento al desarrollo del Pensamiento Computacional, este trabajo indaga sobre: (a) Las connotaciones que tiene para los educadores desarrollar este tipo de pensamiento a partir de sus experiencias y prácticas de aula con las TIC, (b) Las características que la hacen propicia como competencia del Siglo XXI; y (c) Las prácticas que la hacen funcional en distintos niveles educativos, como es el caso de la Robótica Educativa.

Palabras clave:

Competencias del Siglo XXI, Pensamiento Computacional, Robótica Educativa, Tecnologías de Información y Comunicación.

Abstract

As a result of the massive incursion of Information and Communication Technologies (ICT) in all life fields and particularly in education, it is necessary to work on new competences that students must develop in the 21st century, including Computational Thinking, which is not only a competence *per se*, but a versatile process that must prepare students to function in an increasingly technological world. In a first approach to the development of Computational Thinking, this study looks for: (a) The connotations that educators have when developing this type of thinking from their experiences and classroom practices with ICT, (b) The characteristics which make it propitious as a competence in the 21st Century; and (c) The practices which make it functional in different educational levels, such is the case of Educational Robotics.

Keywords:

21st century competences, Computational Thinking, Educational Robotics, Information and Communication Technologies.

1. Introducción

Han pasado más de 70 años desde que se presentaran al mundo las primeras computadoras funcionales de la historia gracias a los programas escritos por Grace Hopper, que con su rauda evolución han resultado en el desarrollo de las denominadas Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) que son las herramientas tanto de hardware como de software que permiten a los individuos comunicarse y administrar la información, pero “las nuevas tecnologías de la información no son solo herramientas que aplicar, sino procesos que desarrollar” (Castells, 2005, pág. 58), pues con las TIC presentes, prácticamente en todas las actividades de la vida, se evidencia un cambio en las formas de comunicación, de consumo, de aprender, de enseñar, de convivir, de trabajar, entre otros, y estos cambios están conduciendo a las personas a repensar su rol en una sociedad cada vez más tecnificada.

Es evidente que la educación es una de las áreas que más impacto ha tenido fruto de la incursión de las TIC y que “las bondades de sus características alcanzan su potencial cuando existe claridad (por parte de quien las incorpora) de ese papel mediador que cumplen en las relaciones presentes en el triángulo interactivo: estudiantes y contenidos; profesor y contenidos; profesor y estudiantes (UNESCO, 2016, pág. 10), por lo que se constituyen en el medio, mas no en el fin único del proceso educativo. En esa línea es que surgen tendencias en el mundo que pretenden reposicionar a la educación como el elemento que le permitirá al ser humano *mejorar el mundo*, como lo propone (Prensky, 2016) en la Figura 1, que habla de un cambio de paradigma, que pasa del enfoque tradicional en que se enfatiza en el aprendizaje por contenidos, a otro donde se priorice el aprendizaje a través resolución de *problemas del mundo real*, que permitirá cimentar un mundo mejorado con individuos que construyen su aprendizaje.

Figura 1. Mejorar el mundo a través de la educación



Fuente: Adaptado y traducido de (Prensky, 2016, pág. 3)

Pero esta aspiración de mejorar el mundo a través de la educación, en un escenario cada vez más tecnificado tiene muchos matices y desde luego dificultades, una de ellas es el evidente crecimiento de la brecha digital, que a lo largo de los años ha pasado por distintos momentos que permiten concebirla en la actualidad como

el uso que los individuos hacen de las TIC y sus servicios, así afirma Cabero el 2015:

El concepto de brecha digital ha ido pasando por diferentes formas de entenderlo. En primer lugar, se definía por la posibilidad de tener o no acceso a

las TIC; después se trasladó a aquellos que teniendo la posibilidad de acceso las utilizan o no las utilizan, y, por último, la brecha digital se entiende por calidad y tipo de uso que hacemos de las TIC (Cabero Almenara, 2015, pág. 26).

Y entonces nos encontramos ante la pregunta ¿Cómo mejoramos el mundo con la educación? si en el escenario educativo actual existen brechas que superar, procesos pendientes que desarrollar con personas que: (a) No tienen acceso a las TIC; (b) No saben cómo utilizar las TIC en sus labores diarias y en su quehacer educativo; y (c) No aprovechan adecuadamente las potencialidades que les ofrecen las TIC.

Resulta entonces lógico pensar en que “se debería insistir en la importancia de conocer las habilidades que poseen los sujetos en el empleo de las TIC y formular en base a ellas, planes de formación y capacitación en competencia digital” (Cabero Almenara & Ruiz Palmero, 2017, pág. 26), que es el escenario en que nos encontramos actualmente, pero también trabajar en las competencias necesarias para desenvolverse en el mundo del siglo XXI, que ya ha iniciado y que se vislumbra como aquel que albergará una nueva revolución, una donde se impone la presencia de las TIC, se cambian los modos de producción, se generan nuevos empleos (en el ámbito tecnológico), entre otros, lo que demanda un cambio en la sociedad, cambios que pasen por dotar a sus ciudadanos de nuevas competencias para desenvolverse en este mundo.

Una de esas competencias es el desarrollo del Pensamiento Computacional en todos los niveles educativos, por ser aquel que permitirá a los estudiantes de hoy controlar la tecnología del futuro, puesto que “el pensamiento computacional implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la informática. El pensamiento computacional incluye una gama de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la informática” (Wing, 2006, pág. 33), en otras palabras, “se trata de una forma de pensar que propicia el análisis y la relación de ideas para la organización y

la representación lógica de procedimientos” (Zapata-Ros, 2015, pág. 3), es decir un escenario educativo basado en la resolución de problemas del mundo real, como medio para construir el conocimiento.

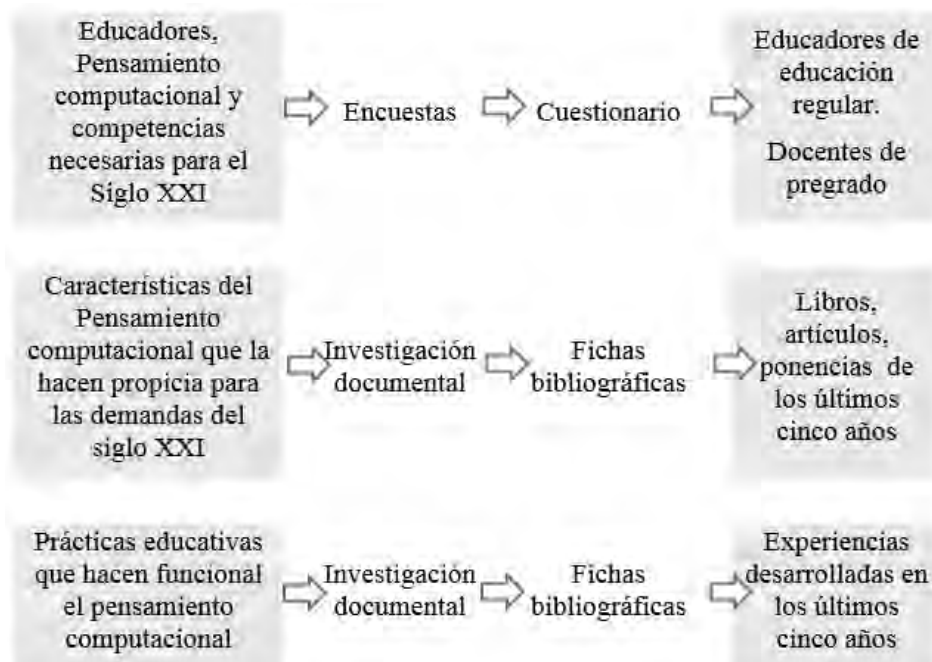
En el escenario descrito, y ante la necesidad de desarrollar estudios en el contexto boliviano, éste trabajo, pretende en términos generales: Desarrollar un estudio inicial sobre el Pensamiento Computacional en el contexto nacional desde la mirada de los educadores, para lo cual es necesario: (a) identificar las connotaciones que tiene para los educadores desarrollar este tipo de pensamiento e identificar otras competencias que se consideran necesarias para el siglo XXI, (b) analizar las características que la hacen propicia como competencia del Siglo XXI, y (c) indagar sobre las prácticas educativas que la hacen funcional; los que se constituyen en los objetivos específicos de este primer acercamiento.

2. Materiales y métodos

En este primer acercamiento al estudio del desarrollo del Pensamiento Computacional en el ámbito educativo, se siguió sistemáticamente el esquema descrito en la Figura 2 para cada uno de los objetivos planteados, con el fin de conocer las percepciones de los educadores, las características del Pensamiento Computacional y las prácticas educativas que la hacen funcional; el esquema corresponde a un primer ciclo de la espiral de la metodología de Investigación Acción de (Kemmis & McTaggart, 1992), que enfatiza trabajar la investigación en ciclos de: planificación, acción, observación y reflexión; este primer acercamiento desde la Investigación Acción no tiene alcance participativo.

En este caso particular, la *planificación* está dada por la organización del material y la identificación de las unidades de análisis; la *acción*, por la aplicación de instrumentos, particularmente los cuestionarios que incluyen la definición operacional del Pensamiento Computacional; la *observación*, por el procesamiento y obtención de resultados, y la *reflexión*, por el análisis y discusión de éstos primeros resultados, que darán lugar a un nuevo ciclo de investigación.

Figura 2. Proceso metodológico seguido para el primer momento de investigación



Fuente: Elaboración propia basada en la espiral de Investigación Acción de Kemmis & McTaggart

En el esquema anterior, la primera columna describe las categorías de análisis resultantes de los objetivos específicos del trabajo; la segunda columna, muestra los métodos utilizados; la tercera columna corresponde a los instrumentos utilizados para la obtención de datos; y la última columna, corresponde a las unidades de análisis necesarias para llevar adelante el estudio.

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue el cuestionario, ya que dadas sus características permite recoger las manifestaciones de los encuestados y recoge los datos de forma estandarizada; diseñado el cuestionario se realizó un pre-test o prueba piloto para validar su aplicabilidad, para finalmente planificar su aplicación con las unidades de análisis seleccionadas.

A continuación, se caracterizan las unidades de análisis sobre las que se aplican las encuestas; en este caso se trata de 26 educadores, elegidos por muestreo no probabilístico, de las ciudades de La Paz, Santa Cruz y Tarija, de los cuales el 38% son educadores de educación regular del nivel secundario de asignaturas del área: Ciencia, tecnología y producción, como matemática, física, química, entre otras, y el

68% son docentes de pregrado de carreras tecnológicas de distintas universidades del país, entre ellas: la Universidad Mayor de San Andrés y Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, de niveles de formación inicial. Se recogen las percepciones de educadores tanto de educación regular (secundaria) como de pregrado de universidad (nivel inicial), vinculados el área tecnológica, por ser quienes trabajan directamente con estudiantes en etapas de formación que demandan habilidades de resolución de problemas.

Se debe destacar también que, en un trabajo previo sobre el estado del arte del desarrollo del Pensamiento Computacional (Téllez-Ramírez, 2018a), se evidenció que, al ser un área de investigación relativamente nueva, que, si bien se concibe el 2006, se empieza a desarrollar masivamente desde el 2011, por lo que el material y las experiencias en esta línea son recientes y por tanto las concepciones en el ámbito educativo también lo son, de donde se comprende que muchos educadores no estén del todo familiarizados con la terminología, sin embargo se aborda las encuestas a través de una definición operacional de Pensamiento Computacional, lo que permite indagar al

respecto.

3. Resultados

Como resultado de este primer acercamiento al desarrollo del Pensamiento Computacional en el ámbito educativo, y la aplicación sistemática del esquema planteado en la Figura 2, a continuación, se describen los principales hallazgos obtenidos, atendiendo a cada uno de los objetivos que se determinaron para tal efecto y las categorías de análisis descritas.

Pensamiento computacional y competencias necesarias para el siglo XXI.

Fue necesario contextualizar a los educadores de educación regular y docentes del pregrado sobre las implicancias del desarrollo del Pensamiento Computacional en los estudiantes, particularmente en las formas de desarrollar su conocimiento, para luego consultarles si consideran importante desarrollarla como competencia, encontrándose que en términos generales un 67% expresa que está absolutamente de acuerdo en que es una

competencia que se debe desarrollar, mientras un 33% está de acuerdo en desarrollarla, pero considera que existen limitaciones, toda vez que es una tendencia de reciente data y consideran que hará falta un proceso intenso de sensibilización. El proceso de contextualización fue necesario dado que al indagarse entre los educadores sobre las competencias que ellos consideran necesarias para ser desarrolladas en el siglo XXI los hallazgos destacan que el uso de las TIC y sus servicios es considerado prioritario, junto a la creatividad e innovación, aunque aparentemente el desarrollo del Pensamiento Computacional no resulta prioritario para los educadores, lo que se explica por la falta de familiaridad con el término y sus implicancias, es destacable que ocupa un lugar importante junto a la apropiación de las TIC y el aprender a aprender; así mismo surgen otras competencias como el pensamiento crítico y la imaginación, de ahí la importancia de contextualizar a los educadores sobre esta nueva competencia. En la Figura 3 se resume esta percepción de los educadores.

Figura 3. Competencias necesarias para el siglo XXI según los educadores



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de encuestas a educadores

Características del Pensamiento Computacional propias para el siglo XXI.

Existe consenso en los investigadores del área en que el Pensamiento Computacional permite fomentar en los estudiantes los elementos recopilados por la Sociedad Internacional de Tecnología en educación y la Asociación de

docentes en ciencias de la computación (ISTE & CSTA, 2011), que son:

- La confianza en el manejo de la complejidad, pues se enfrenta al estudiante a éstos escenarios permanentemente.
- La persistencia en trabajar con problemas

difíciles, pues se aprende a través de desafíos.

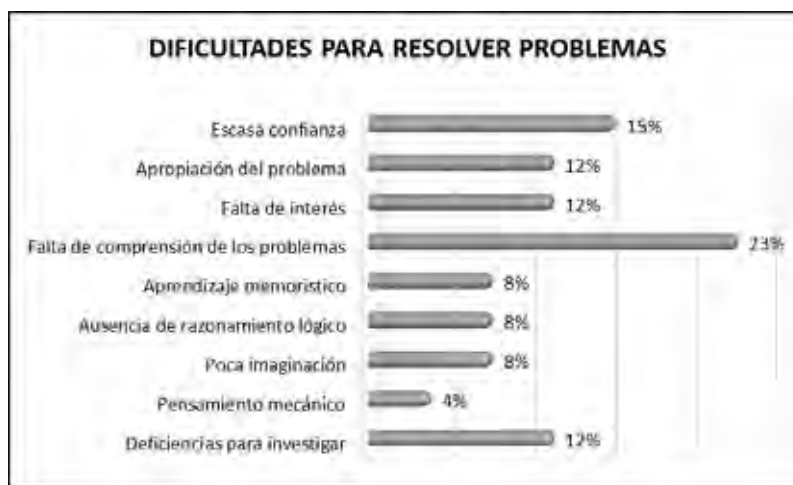
- La tolerancia para la ambigüedad
- La capacidad de lidiar con problemas abiertos, que se generan en diferentes ámbitos de la vida, en el mundo real.
- La capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo común o solución.

De tal manera que el Pensamiento Computacional "...es una competencia de "alto nivel" relacionada con un modelo de conceptualización específica de los seres humanos que desarrolla ideas y vinculada con el pensamiento abstracto-matemático y con el pragmático-ingenieril que se aplica en múltiples aspectos de nuestra vida diaria" (Valverde Berrocoso, Fernández

Sánchez, & Garrido Arroyo, 2015, pág. 4). Es esta característica de confrontar a los estudiantes a situaciones y problemas del cotidiano, lo que la hace propicia como competencia del siglo XXI, pues en un mundo altamente dinámico, el estudiante debe tener la capacidad de adaptarse y resolver problemas.

Sin embargo, las percepciones recogidas de los educadores dan cuenta de que existen múltiples dificultades en los estudiantes a la hora de resolver problemas, así lo refleja la Figura 4, donde destacan la falta de comprensión de los problemas, la escasa confianza, seguidas de la apropiación del problema, la falta de interés y las deficiencias para investigar; éstas y otras dificultades pueden ser superadas a través del desarrollo del Pensamiento Computacional.

Figura 4. Dificultades de los estudiantes para resolver problemas según la percepción de los educadores



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de encuestas a educadores

Prácticas educativas que hacen funcional el desarrollo del Pensamiento Computacional.

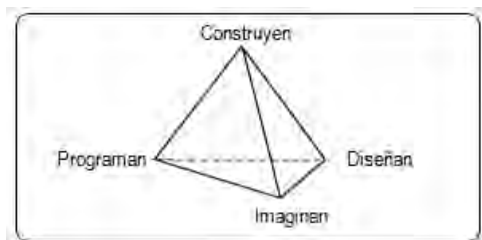
Se han identificado múltiples prácticas educativas para desarrollar el Pensamiento Computacional, pero todas ellas devienen de las propuestas de Seymour Papert y su teoría del *construccionismo*, que prioriza el aprender haciendo. En esa línea las experiencias más difundidas a nivel mundial, son las desarrolladas desde el Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT, que van desde la promoción de la programación desde los primeros niveles educativos, hasta el uso de

la Robótica Educativa para lograrlo. "No basta solamente familiarizarse con el uso y manejo instrumental de las nuevas tecnologías, sino también incorporarlas a procesos de creación, innovación y gestión del conocimiento a través del pensamiento computacional" (Balladares Burgos, Avilés Salvador, & Pérez Narváez, 2016, pág. 152).

Es precisamente la Robótica Educativa, una de las prácticas educativas que permite plantear problemas reales a los estudiantes para que estos puedan, imaginar soluciones, diseñar robots que

los resuelvan, construirlos y programarlos, como se resume en la Figura 5, y mientras pasan por este proceso aprenden.

Figura 5. Cuatro palabras para Robótica Educativa



Fuente: Adaptado de (García & Castrillejo, 2011, pág. 315)

En el contexto boliviano, una de las experiencias desarrolladas es el proyecto Jisk'a Bots que consiste en la construcción de robots pequeños (a escala) para construir conocimiento en diferentes áreas, por ser aplicables a prácticamente todas las disciplinas, desde la historia, hasta la física, pasando por la matemática y la programación. En la Figura 6 se muestran las fases por las se atraviesa cuando se encaran este tipo de proyectos.

Figura 6. Fases de la Robótica Educativa en el proyecto Jisk'a Bots



Fuente: (Téllez-Ramírez, 2018b, pág. 206)

Esta práctica educativa es propicia para el desarrollo del Pensamiento computacional pues condice con las habilidades necesarias para tal efecto, además incorpora internamente la práctica de la programación, por lo que es integral.

4. Discusión

En este trabajo, se desarrolló un estudio inicial sobre el Pensamiento Computacional desde la mirada de los educadores, aunque se aspiraba a recoger datos desde distintas ciudades de Bolivia para tener una perspectiva nacional, solo fue posible trabajar con datos de La Paz, Santa Cruz

y Tarija, sin embargo, el alcance de este estudio inicial permite realizar algunas reflexiones, como el hecho de que resulta evidente que gran parte de los niños que están iniciando su etapa escolar actualmente trabajarán en áreas que aún no conocemos, como la robótica y la inteligencia artificial que según (Schwab, 2017) serán parte de la cuarta revolución industrial, por lo que trabajar en su formación es un tema prioritario, en el que el desarrollo del Pensamiento Computacional juega un papel importante; de los hallazgos deben hacerse algunas puntualizaciones, entre ellas:

- Existe una marcada tendencia por asociar pensamiento computacional con programación, lo que no es correcto, lo que si es cierto es que ambas "constituyen competencias clave que deben ser adquiridas por los jóvenes estudiantes, y cada vez más por los trabajadores, en una amplia gama de actividades industriales y profesionales (Bordignon & García-Marín, 2018, pág. 180).
- Los educadores no están familiarizados con el término Pensamiento Computacional, pero resaltan sus características, como son la creatividad, la innovación, el desarrollo del pensamiento crítico, que condice con su desarrollo, de donde se hace evidente que efectivamente, como solicitaban los educadores, se hace necesario un proceso de sensibilización y puesta en práctica de experiencias que permitan valorar en una justa dimensión las potencialidades que de ella derivan como competencia.
- Las características y principios que describe están siendo consensuados por instituciones a nivel mundial, lo que permitirá su aplicación efectiva en el corto y mediano plazo en todos los ámbitos independientemente del género, las condiciones socio-económicas, entre otros, lo que contribuirá a reducir los efectos de la brecha digital.
- Las experiencias desarrolladas, aunque recientes, ya son abundantes, sobre todo en programación, lo que genera en algunos casos confusión, por tenderse a asociar ambos como un solo elemento. Existen también, aunque escasas, experiencias desde la Robótica Educativa, cuyas características la hacen propicia para desarrollar el Pensamiento Computacional en todos los niveles educativos, ello

condice con las propuestas expresadas en (González Díaz, 2016, pág. 20).

Es importante destacar también que “el enfoque computacional se basa en ver el mundo como un rompecabezas, que se puede dividir en partes más pequeñas y resolver paso a paso a través de la lógica y el razonamiento deductivo” Traducido de (Raja, 2014), lo que hace que se pueda concebir desde una simplicidad entendible tanto por niños, como por adultos. Estamos ante una realidad que merece poner atención en otros aspectos, como firmara Resnick en el 2007:

[...] tal como yo lo veo, el conocimiento sólo no es suficiente. En este mundo de hoy tan rápidamente cambiante, la gente necesita continuamente encontrar soluciones creativas a problemas inesperados. El éxito está basado no solamente en qué es lo que uno sabe o cuánto uno sabe, sino en la habilidad para pensar y actuar creativamente. O sea, ahora estamos viviendo en la Sociedad de la Creatividad (Resnick, 2007, pág. 1).

5. Conclusiones

Resulta evidente que existe la necesidad de desarrollar nuevas competencias en el siglo XXI, y una de ellas es el Pensamiento Computacional, los hallazgos dan cuenta de que existe interés en los educadores por promoverla en tanto existan procesos previos de sensibilización, lo que sumado a sus características permitirá potenciarlo como una competencia base para el Siglo XXI. De las experiencias revisadas para desarrollar el Pensamiento Computacional, existe una práctica que desataca por sus características que engranan con los preceptos del Pensamiento Computacional, esta es la Robótica Educativa.

De este primer acercamiento resulta necesario profundizar en las relaciones existentes entre Pensamiento Computacional y Robótica Educativa, además de trabajar en procesos de sensibilización que permitan llegar con experiencias a educadores y estudiantes de diferentes niveles educativos, lo que se constituiría en una línea de acción favorable para el desarrollo del Pensamiento Computacional.

6. Bibliografía

Balladares Burgos, J., Avilés Salvador, M., & Pérez Narváez, H. (2016). Del pensamiento complejo al pensamiento computacional:

retos para la educación contemporánea. *Sophia*, 143-159.

Bordignon, F., & García-Marín, D. (2018). Principios del pensamiento computacional. En R. Aparici, & D. García Marín, *Comunicar y educar en el mundo que viene (2a ed.)* (págs. 177-191). Barcelona: GEDISA.

Cabero Almenara, J. (2015). Reflexiones educativas sobre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). *TCyE CEF*, 19-27.

Cabero Almenara, J., & Ruiz Palmero, J. (2017). Las Tecnologías de la Información y Comunicación para la inclusión: reformulando la brecha digital. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 16-30.

Castells, M. (2005). *La era de la información: economía, sociedad y cultura, Volumen 1, sexta edición*. Mexico: Siglo XXI.

García, J., & Castrillejo, D. (2011). Los robots como excusa. *El modelo CEIBAL. Nuevas tendencias para el aprendizaje*, 301-332.

González Díaz, G. (2016). Programación, Control y Robótica en el aula. Experiencias. En A. Callejas Albiñana, J. Salido López, & Ó. Jerez García, *Competencia digital y tratamiento de la información: Aprender en el siglo XXI* (págs. 17-27). Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla La Mancha.

ISTE, I., & CSTA, C. (2011). *Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education*. National Science Foundation.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1992). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Laertes.

Prensky, M. (2016). *Education to Better Their World: Unleashing the Power of 21st-Century Kids*. New York: Teachers College Press - Columbia University.

Raja, T. (19 de Junio de 2014). We Can Code It! Why computer literacy is key to winning the 21st century. *Mother Jones*. Recuperado el 2 de enero de 2019, de <https://medium.com/mother-jones/we-can-code-it-e5f64d8b3075>

Resnick, M. (2007). Sowing the Seeds for a More Creative Society. *Learning & Leading with Technology*, 18-22.

- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. New York: Crown Business.
- Téllez-Ramírez, M. (2018a). Robótica Educativa y Pensamiento Computacional: Un Estado del Arte. s/p, 1-12.
- Téllez-Ramírez, M. (2018b). ROBÓTICA EDUCATIVA Y JISK'A BOTS: *Hacia el desarrollo del pensamiento computacional con las dimensiones vivenciales del ser humano*. La Paz: Instituto Internacional de Integración del Convenio Andrés Bello.
- UNESCO. (2016). *Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica. Una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente*. Cali: Pontificia Universidad Javeriana.
- Valverde Berrocoso, J., Fernández Sánchez, M., & Garrido Arroyo, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, 1-18.
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 33-35.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 1-47.

Fecha de Recepción: 23/01/2019

Fecha de Aprobación: 08/03/2019 en
reunión de comité editorial