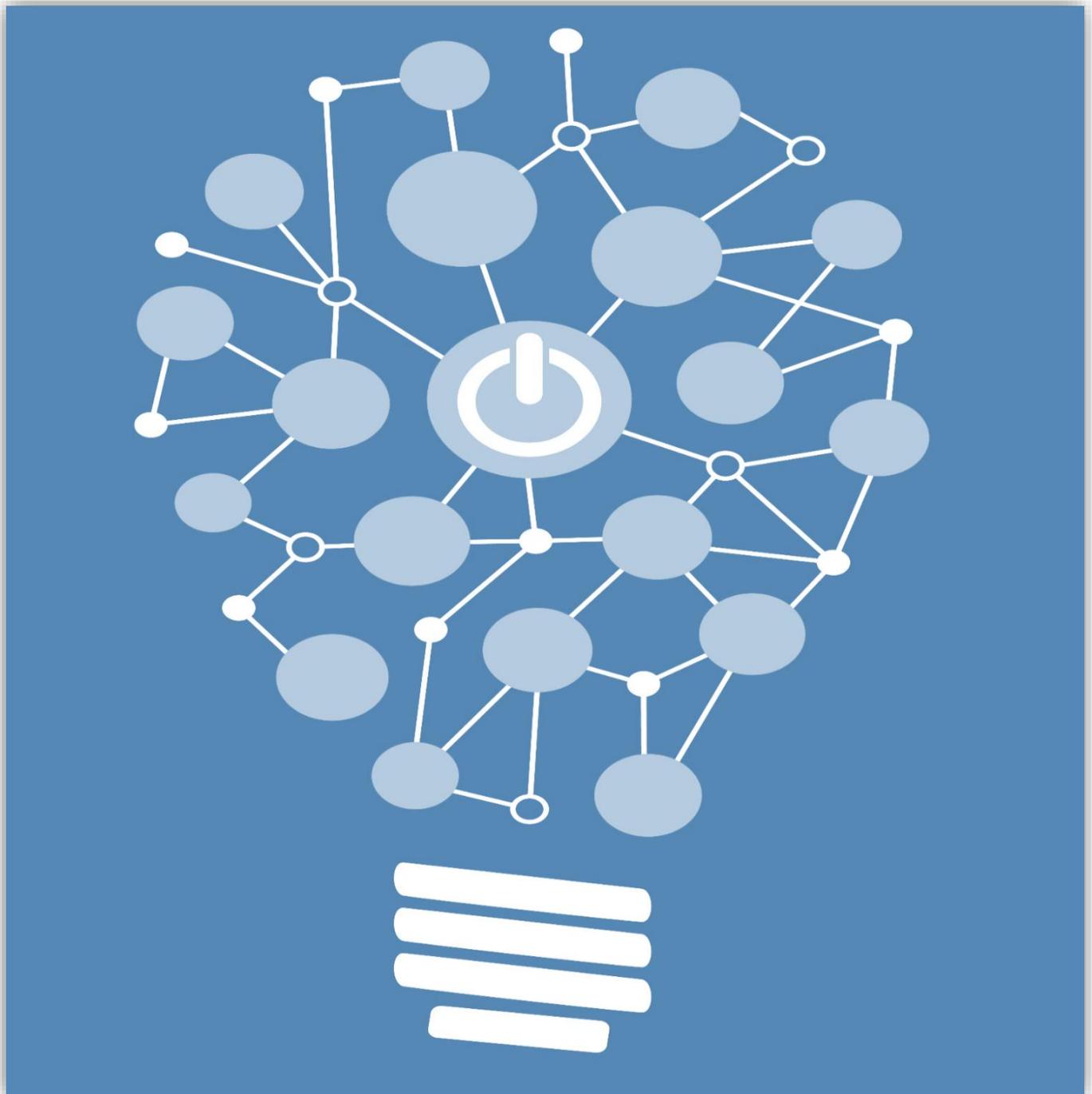




Revista interuniversitaria de  
investigación en Tecnología Educativa



La Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE) es una revista electrónica y de acceso abierto que surge con la finalidad de promover y compartir los avances en investigación en el área de la Tecnología Educativa. Nuestro interés es la difusión de investigaciones en sus diversas fases del proceso y dando visibilidad a proyectos (financiados y no financiados), estudios, experiencias, ensayos y reseñas relacionadas con el área.

## **DIRECTRICES PARA AUTORES**

### **1) Estructura y presentación de artículos**

Formato de texto admitidos “odt” “.doc” o “.docx.”. Se admite solamente artículos de investigación o reseñas. La longitud máxima de los trabajos no superará las 6000 palabras incluyendo todas las secciones (título, resumen, abstract, referencias...). En el caso de las reseñas no se superará las 1000 palabras.

Los artículos deberán cumplir las normas presentadas en la plantilla. El texto será redactado en Arial 10 pts., los epígrafes de primer nivel en Arial 12 pts. y los epígrafes de segundo nivel en Arial 11 pts. Los escritos deben ser enviados en tamaño DIN A4 (21.5 cm x 27.9 cm). Las figuras y las tablas irán centradas, deben incluirse en el cuerpo del artículo y seguir las normas APA para su elaboración. Los gráficos, esquemas y tablas deberán presentarse en un formato que no sea imagen con el fin de facilitar las modificaciones posteriores si fuese necesario en la maquetación del artículo. Las notas se numerarán correlativamente y su texto se recogerá a pie de página, a 9 puntos, justificadas y espacio entre párrafos de 6 puntos. Las referencias bibliográficas no se aceptan como notas a pie de página.

Los manuscritos se escribirán en español o en inglés, a elección de los autores. Llevarán tanto el título como el resumen y las palabras clave en ambos idiomas, español e inglés.

#### **En un fichero aparte se pondrá la siguiente información:**

- Datos del autor (nombre y apellidos, cargo o adscripción académica y correo electrónico).
- Identificador único ORCID para cada autor/a.
- Breve currículum (máximo 200 palabras) en el que se indique perfil profesional académico y profesional, principales líneas de investigación, así como enlaces a Web, Blog u otros medios sociales propios.

#### **Cada aportación deberá contar con:**

a) *Título*: Debe ser conciso y preciso, indicando el contenido del trabajo con un máximo de 20 palabras.

b) *Resumen (Keywords)*: Debe ser redactado de manera directa precisando los aspectos metodológicos importantes y enfatizando los resultados y conclusiones más relevantes. No debe sobrepasar las 300 palabras. *Abstract*: Es la traducción fiel al inglés del resumen.

c) *Palabras clave*: Tras el resumen los autores deberán presentar e identificar como tales, de 3 a 5 palabras clave que faciliten a los documentalistas el análisis del artículo.

d) *Introducción*: Debe ser breve, esclareciendo la naturaleza del problema de investigación estudiado con su correspondiente sustento teórico. Concreción de la investigación: Definir con claridad el tema, problema de investigación, objetivos o hipótesis.

e) *Estado del arte*: Debe ceñirse a la revisión bibliográfica centrada en el tema, actualizada y que, además de estar directamente relacionada con la investigación, permita la discusión final.

e) *Método*: La estructura de este apartado se puede organizar en apartados diferentes (objetivos, participantes, enfoque de investigación, procedimiento, etc.) según se justifique en relación con el enfoque de investigación y diseño del estudio.

f) *Resultados*: Deben contener una información precisa de los datos contenidos, los resultados principales del estudio o análisis. Los cuadros, diagramas y gráficos deben ser auto-explicativos, deben estar referidos en el texto y colocados lo más cerca posible del texto con el que se relacionan, numerados en arábigos y en orden correlativo.

g) *Conclusiones y Discusión*: Análisis de los principales resultados en relación al problema y a los objetivos o hipótesis. Interpretación de los resultados encontrados por el estudio en relación a investigaciones previas. Se trata de explicar qué significan los resultados teniendo en cuenta las evidencias disponibles. Además, se deben incluir las potenciales limitaciones del estudio, así como las futuras líneas de investigación.

h) *Enlaces*: Recursos varios (vídeo; recursos visuales como infografías, presentaciones u otros; el documento completo si está publicado en algún repositorio; una URL sobre el proyecto, si hay; etc.). Será obligatorio un ENLACE a los INSTRUMENTOS de recogida de datos en versión íntegra, para facilitar las réplicas de la investigación.

i) *Reconocimientos*: Si es necesario algún reconocimiento o agradecimientos, éstos irán aquí al final, justo antes de las referencias. No es obligatorio, salvo en el caso de proyectos financiados.

j) *Referencias bibliográficas*: estilo APA, a partir de Publication Manual of the American Psychological Association, 6th edition, de 2010 (<http://www.apastyle.org/>). Se recuerda que sobre todo en los artículos hay que incluir el DOI. Para averiguar si lo tiene una sugerencia es buscarlo en <http://www.crossref.org/guestquery/>

## 2. ENVÍO DE ARTÍCULOS

Los artículos se enviarán a través del portal del Open Journal System (<http://revistas.um.es/riite/about/submissions#onlineSubmissions>). No se aceptará ningún otro medio de envío ni se mantendrá correspondencia sobre los originales no enviados a través del portal o en otros formatos.

## 3. COMPROMISO DE LOS AUTORES

El envío de un artículo a esta revista implica para los autores aceptar los siguientes compromisos:

- El que envía el manuscrito es autor/a o representante de todos los autores.
- El manuscrito ha de ser original. RIITE utiliza herramientas antiplagio para garantizar la originalidad del mismo.
- Ni el manuscrito ni ninguna versión y traducción del mismo ha sido publicado en ningún otro medio ni revista. Además, no podrá ser enviado a otra revista mientras dure el proceso de evaluación en RIITE.
- El autor debe tener en cuenta que el incumplimiento de cualquiera de los anteriores compromisos implicará la retirada del artículo de esta revista.

Revista editada por el **Grupo de Investigación en Tecnología Educativa (GITE)** de la  
Universidad de Murcia

## **EQUIPO EDITORIAL/EDITORIAL TEAM**

### **Directora/Editor**

- Dra. M<sup>a</sup> Paz Prendes Espinosa, Universidad de Murcia, España

### **Director Ejecutivo/Executive Editor**

- Dr. José Luis Serrano Sánchez, Universidad de Murcia, España

### **Comité Editorial/Editorial Board**

- Dra. Isabel María Solano Fernández, Universidad de Murcia, España
- Dra. Linda Castañeda Quintero, Universidad de Murcia, España
- Dra. Isabel Gutiérrez Porlán, Universidad de Murcia, España
- Dra. María del Mar Sánchez Vera, Universidad de Murcia, España
- Dr. Víctor González Calatayud, Universidad de Murcia, España
- María del Mar Román García, Universidad de Murcia, España

### **Comité Científico/Editorial Advisory Board**

- Dr. Fernando Albuquerque Costa, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Portugal
- Dr. Julio Cabero Almenara, Universidad de Sevilla, España
- Dr. F. Xavier Carrera Farran, Universidad de Lleida, España
- Dra. Beatriz Cebreiro López, Universidad de Santiago de Compostela, España
- Dr. Cristian Cerda, Universidad de La Frontera, Chile
- Dra. María Esther Del Moral Pérez, Universidad de Oviedo, España
- Dra. Mercè Gisbert Cervera, Universitat Rovira i Virgili, España
- Dr. Juan González Martínez, Universitat de Girona, España
- Dr. Ángel Pio González Soto, Universidad Rovira i Virgili, España
- Dr. Francisco Martínez Sánchez, Universidad de Murcia, España
- Dr. Santiago Mengual Andrés, Universidad de Valencia, España
- Dra. Adolfinia Pérez Garcias, Universitat de les Illes Balears, España
- Dra. M<sup>a</sup> Paz Prendes Espinosa, Universidad de Murcia, España
- Dra. Rosabel Roig-Vila, Universidad de Alicante, España
- Dr. Julio Ruiz-Palmero, Universidad de Málaga, España
- Dra. Ileana María Salas Campo, UNED, Costa Rica
- Dr. Jesús Salinas, Universitat de les Illes Balears, España
- Dr. Juan Silva Quiroz, Universidad de Santiago de Chile, Chile
- Dr. Cristóbal Suárez-Guerrero, Universitat de València, España
- Dr. Jesús Valverde-Berrocoso, Universidad de Extremadura, España

### **Colaborador/Collaborator**

- D. Pedro Antonio García Tudela, Universidad de Murcia, España

Interuniversity Journal of Research in Educational Technology (RIITE) is an electronic and open access journal that surges with the purpose of promoting and sharing the advances in research about Educational Technology. Our interest is the distribution of research in its various phases of the process, and to give visibility to projects (funding and not funding), studies, interviews, and book reviews related to the area.

## **AUTHOR GUIDELINES**

### **1) Structure and presentation**

- Text format supported: .odt, .doc or docx. Only research articles or reviews are allowed.
- The maximum length of the works will not exceed 6000 words including all sections (title, abstract, abstract, references ...); Reviews will not exceed 1000 words.
- The articles must comply with the standards presented in the template. Template download (Microsoft Office)
- The text will be written in Arial 10 pts., The first level entries in Arial 12 pts. and the second level entries in Arial 11 pts. The writings must be sent in DIN A4 size (21.5 cm x 27.9 cm). The figures and tables will be centered, they should be included in the body of the article and follow the APA standards for their elaboration. The graphics, diagrams and tables must be presented in a format that is not an image to facilitate subsequent modifications if necessary in the layout of the article. The notes will be numbered correlatively, and their text will be collected at the bottom of the page, at 9 points, justified and space between paragraphs of 6 points. Bibliographic references are not accepted as footnotes.
- The authorship of the papers submitted by master or doctorate students must also include the director (or directors if applicable).
- Manuscripts will be written in Spanish or English, at the authors' discretion. They will carry both the title, the summary, and the key words in both languages, Spanish and English.

#### **The following information will be placed in a separate file:**

- Author information (name and surnames, position or academic affiliation and email).
- Unique ORCID identifier for each author.
- Brief resume (maximum 200 words) indicating professional and academic profile, main lines of research, as well as links to the Web, blog, or other social media.

Each contribution must have:

- a) Title: Must be short and precise, indicating the content of the work with a maximum of 20 words.
- b) Summary: It must be drafted in a direct manner, specifying the important methodological aspects, and emphasizing the most relevant results and conclusions. It must not exceed 300 words. Abstract: It is the faithful translation into English of the summary.
- c) Keywords: After the summary the authors should present and identify as such, 3 to 5 keywords that facilitate the documentarists the analysis of the article. The keywords will be extracted from the ERIC Thesaurus.
- d) Introduction: It should be brief, clarifying the nature of the research problem studied with its corresponding theoretical support. Specification of the research: Clearly define the topic, research problem, objectives, or hypothesis.
- e) State of the art: It must adhere to the literature review focused on the subject, updated and that, in addition to being directly related to the research, allows the final discussion.

f) Method: The structure of this section can be organized in different sections (objectives, participants, research focus, procedure, etc.) as justified in relation to the study's research and design approach.

g) Results: They must contain an accurate information of the contained data, the main results of the study or analysis. The tables, diagrams and graphs must be self-explanatory, they must be referenced in the text and placed as close as possible to the text with which they are related, numbered in Arabic and in correlative order.

h) Conclusions and Discussion: Analysis of the main results in relation to the problem and the objectives or hypotheses. Interpretation of the results found by the study in relation to previous investigations. The aim is to explain what the results mean, considering the available evidence. In addition, the potential limitations of the study as well as future lines of research should be included.

i) Links: Various resources (video, visual resources such as infographics, presentations or others, the complete document if it is published in a repository, a URL about the project, if any, etc.). A LINK to the INSTRUMENTS of data collection in full version will be obligatory, to facilitate replication of the investigation.

j) Acknowledgments: If some recognition or acknowledgments are necessary, they will be here at the end, just before the references. It is not mandatory, except in the case of financed projects.

k) References: APA style, from Publication Manual of the American Psychological Association, 6th edition, of 2010 (<http://www.apastyle.org/>). Remember that especially in the articles must include the DOI. To find out if you have a suggestion, look it up at <http://www.crossref.or>

#### **SHIPPING OF ITEM**

Articles will be sent through the Open Journal System portal (<http://revistas.um.es/riite/about/submissions#onlineSubmissions>). No other means of delivery will be accepted, nor will correspondence be maintained on originals not sent through the portal or in other formats.

#### **AUTHORS COMMITMENT**

Sending an article to this journal implies the following commitments for the authors:

- The one who sends the manuscript is the author or representative of all the authors.
- Neither the manuscript or any other version/translation of the manuscript has been published in the media or journal
- The manuscript has not been sent to any other publication or journal, and will not be sent during the evaluation process in RIITE.
- The author must consider that the breach of any of the previous commitments will cause the withdrawal of the article from this journal.

#### **CHARGES**

There are no charges for publication, shipping, or page for RIITE

## ÍNDICE

### EDITORIAL

#### **Pensamiento computacional, Robótica y Programación en educación**

María del Mar Sánchez y Juan González..... 8

### ENTREVISTA

**Entrevista a Marta Reina** .....12

### ARTÍCULOS

#### **Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming**

Jesús Moreno, Gregorio Robles, Marcos Román y Juan David Rodríguez..... 26

#### **Pensamiento computacional en el aula: el desafío en los sistemas educativos de Latinoamérica**

Enrique Arturo Vázquez, Johanna Bottamedi y María Luz Brizuela..... 36

#### **Dominio de habilidades del pensamiento computacional en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Sucre de Quito – Ecuador**

Hamilton Omar Pérez, Alex Álvarez-Zurita y Carlos Roberto Guevara.....48

#### **Análisis y creación de máquinas virtuales cognitivas: percepción de aprendizaje útil en el alumnado universitario**

Eneko Tejada, Ainara Romero, Aranzazu López y Naiara Bilbao..... 61

#### **Experiencias robóticas en Infantil**

Salomé Recio..... 73

#### **Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva**

Carina Soledad González..... 85

### RECENSIÓN

#### **Santiago, R. y Bergmann, J. (2018) Aprender al revés. Flipped Learning 3.0 y metodologías activas en el aula. Barcelona: Paidós Educación, pp. 240**

Salvador Montaner..... 98

## Pensamiento computacional, Robótica y Programación en educación

### Computational Thinking, Robotics and Coding in Education

María del Mar Sánchez-Vera 

Universidad de Murcia (España)  
[mmarsanchez@um.es](mailto:mmarsanchez@um.es)

Juan González-Martínez 

Universitat de Girona (España)  
[juan.gonzalez@udg.edu](mailto:juan.gonzalez@udg.edu)

El debate en torno al pensamiento computacional (en adelante PC) y sus posibilidades en los diferentes contextos educativos no es novedoso. Ya en 1980, Papert hablaba en *Mindstorms* de la importancia de integrar el PC en el día a día educativo (Papert, 1980). En concreto, a partir de su teoría de aprendizaje constructorista, abrió la puerta a considerar el robot como un objeto con el que pensar, y el lenguaje de programación como un medio con el que expresarnos y dar forma a nuestras ideas.

Tras unas décadas en las que el concepto siguió vigente, pero no de modo generalizado, el PC resurgió internacionalmente cuando en 2006 Jeannette Wing destacó su importancia como estrategia eficaz para la resolución de problemas, por medio de la réplica de estrategias tomadas de la computación (Wing, 2006); y puso en el foco la idea de que utilizar estas estrategias pueden ayudar a desarrollar destrezas aplicables a muchas otras situaciones. El PC, por tanto, no es solo una alfabetización necesaria para quienes deban dedicarse profesionalmente a la programación (o al ámbito científico-tecnológico en general), sino que es transferible a multitud de contextos personales y, por tanto, necesario por útil para toda la ciudadanía.

Esta nueva perspectiva, unida al rápido desarrollo de herramientas de programación y robótica, cada vez más intuitivas y especialmente pensadas para su uso educativo o para la población general, ha catapultado el debate en torno a las potencialidades del PC a una fuerte actualidad en todos los niveles y en todos los contextos educativos, desde la Educación Infantil hasta la formación universitaria.

Con todo, el PC como tal no conoce aún una definición que reúna consenso general en la comunidad científica y educativa internacional; ni están claras las imbricaciones entre él y la robótica o la programación. Por otro lado, la investigación al respecto es incipiente y, en consecuencia, en ocasiones poco sistemática. Y la práctica educativa se impone en la realidad, urgida por la necesidad de dar respuesta a las necesidades y a las demandas de la sociedad e impelida también por los desarrollos tecnológicos comerciales, que toman de facto parte de las decisiones que el ámbito educativo deja sin respuesta. Para acabar de concretar el marco, la legislación educativa intenta reflejar esa velocidad de la práctica, pero sin el colchón de los avances de la investigación. Eso refleja en buena medida los distintos enfoques que existen de cara a la incorporación del PC en las aulas: uno más técnico y ligado a la programación, que considera que el PC se equipara básicamente a saber programar y aplicar líneas de código; y otro enfoque más abierto y ligado a perspectivas más amplias, que considera que el PC es algo transversal y relacionado con la alfabetización o competencia digital.

Las múltiples vías de pensamiento que genera esta rápida eclosión, como decíamos, son también de índole ética: la aplicación del PC al mundo educativo va de la mano del desarrollo tecnológico de dispositivos que permiten aplicarlo de modo más visual, o más atractivo y lúdico.

Y así, aunque el desarrollo de esta alfabetización puede darse sin ningún componente tecnológico asociado (el llamado PC unplugged o desenchufado), ya desde las primeras aproximaciones conceptuales de Papert son indudables el protagonismo del robot (como dispositivo) y del lenguaje de programación (como vehículo del pensamiento abstracto), lo cual abre la puerta a multitud de iniciativas que explotan ese filón también desde el punto de vista comercial (con propuestas que no siempre están al alcance de todos los públicos, y que cercenan esa idea general de universalización del PC como alfabetización con forzosa vocación general). Las aristas del aterrizaje del PC (y de la robótica y de la programación) en las aulas, como se ve, también se plantean en términos éticos ligados al consumo y a la presión de las empresas tecnológicas.

En España, por partir de nuestro contexto más inmediato, y según el informe del INTEF (2018), la integración del PC se está produciendo principalmente en la Educación Primaria y Educación Secundaria. Y, en cuanto a cómo se concreta su presencia en las aulas, resulta interesante también conocer que, de forma general, en la etapa de Infantil se trabaja de forma transversal en la acción docente, si bien conforme aumentamos de nivel educativo hasta Secundaria, es más frecuente encontrar una asignatura específica de programación o robótica.

Ante esta situación, y según este mismo informe, muchos maestros se forman de manera autónoma para dar respuesta a cómo integrar la robótica en sus clases. En la red, muchos encuentran un lugar adecuado para intercambiar experiencias y autoformarse de modo informal. Y es eso lo que da pie, por ejemplo, a destacadas iniciativas como *Robótica por la Igualdad* (<https://roboticaporlaigualdad.blogspot.com/>), un movimiento en red de profesorado interesado en integrar el PC en sus aulas, basándose en la colaboración entre centros y en el préstamo de robots, para que todos los alumnos tengan la oportunidad de aprender a programar con tecnología. Y es en ese sentido en el que hablábamos antes de los condicionantes económicos: aunque cada vez hay opciones más asequibles, la dotación de robótica en las aulas conlleva un gasto que no todos los centros pueden afrontar. Por ello, este tipo de experiencias educativas son realmente interesantes, ya que aprovechan el potencial de la tecnología no solo para el aprendizaje sino también para el desarrollo de la igualdad social.

Aterrizando ya en el ámbito específico de la tecnología educativa, desde donde abordamos el PC en la *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, el PC nos presenta un panorama realmente interesante. Por un lado, la incorporación de los robots como panacea educativa nos tiene que llevar a rescatar las bases fundamentales de la tecnología educativa en el marco de la didáctica: no existe el supermedio. Y, aunque considerásemos que el robot puede convertirse un instrumento estrella, con un protagonismo pedagógico hasta ahora desconocido, si no está integrado de manera adecuada en la estrategia didáctica docente, nos perderemos todas las potencialidades de esa herramienta, y volverá a ser otro recurso superado en el futuro por otra tecnología nueva diferente. A nuestro entender, sin duda, esto es lo que nos catapultará a fortalecer el discurso del code to learn y, por tanto, a centrarnos en el desarrollo del PC desde su perspectiva de nueva alfabetización del siglo XXI, ya que puede permitir ayudarnos a establecer una nueva relación con la tecnología, de tal forma que no seamos solo consumidores, sino productores de la misma.

En este sentido, retomemos los dos elementos que acabamos de añadir a esta reflexión, y que, si bien están relacionados con el PC, no son una misma cuestión, como son la programación y la robótica. A veces se considera que por enseñar a programar automáticamente estaremos desarrollando el PC de las personas. Sin embargo, sentar al alumnado a escribir líneas de código sin entender la lógica de trabajo que hay detrás probablemente sirva de poco. De nuevo, la tecnología no puede quedarse en lo meramente técnico, sino que es necesario abordar a nivel metodológico el potencial que tiene usar la programación y la robótica, de manera coherente en el currículo educativo. Del mismo modo, resulta muy interesante también valorar las posibilidades didácticas del PC desenchufado y la programación de videojuegos y aplicaciones, que bien integrados pueden ayudarnos a favorecer su desarrollo.

Como consecuencia de todo ello, este monográfico para la revista RIITE se concibe como un intento práctico de contribuir a la reflexión en torno al concepto de pensamiento computacional, para realizar algunas aportaciones relevantes que se pueden hacer desde la Tecnología Educativa en torno al PC y cómo trabajarlo en contextos educativos y conocer

diversas perspectivas en torno al mismo. Y, para ello, contamos con seis aportaciones en forma de artículo científico, y una entrevista que a buen seguro nos ayudarán a aportar un poco de luz al respecto.

En referencia a la entrevista, en este número Marta Reina, jefa de servicio del área de formación y competencia digital en el Instituto Nacional de Tecnología Educativa (INTEF), nos presenta un análisis sobre cómo el PC puede ayudar a que el alumnado desarrolle habilidades de resolución de problemas, al descomponerlo en otros más pequeños y establecer secuencias de pasos ordenadas. También presenta una interesante visión acerca de cómo se ha de integrar en el currículo educativo y qué papel han de desempeñar los distintos agentes (profesorado, universidades, empresas tecnológicas) en torno a ello.

En cuanto a los artículos, Jesús Moreno-León, Gregorio Robles, Marcos Román-González y Juan David Rodríguez abordan en *Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming* uno de los aspectos teóricos relevantes en cuanto al PC, como es la aparente dispersión conceptual que se deriva de no contar con una definición clara y comúnmente aceptada en el ámbito de conocimiento. Su análisis de red de texto de las principales conceptualizaciones vigentes en las referencias bibliográficas más citadas revela que los nodos principales son compartidos y que, por tanto, a pesar de las divergencias en la priorización o en las ramificaciones conceptuales, el tronco conceptual es común en todas ellas.

A continuación, *Pensamiento computacional en el aula: el desafío en los sistemas educativos de Latinoamérica* es el siguiente artículo que podemos encontrar en el monográfico. Es un trabajo de Enrique Arturo Vázquez, Johanna Bottamedi y María Luz Brizuela. Estos autores realizan un buen trabajo de revisión y análisis de cómo se ha integrado el PC en Argentina, Uruguay, Chile y México, en el marco de las políticas públicas de enseñanza, en dónde se pueden percibir también distintas perspectivas en torno a las cómo integrar el PC en contextos escolares.

Por su parte, Hamilton Omar Pérez, Alex Álvarez-Zurita y Carlos Roberto Guevara analizan en *Dominio de habilidades del pensamiento computacional en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Sucre de Quito - Ecuador* la relación que se establece entre diferentes elementos del PC en su desarrollo en alumnado inicial de los estudios universitarios técnicos a fin de comprobar la heterogeneidad de perfiles de ingreso en relación con la formación previa y su incidencia posterior en los estudios.

En cuarto lugar, el artículo de Eneko Tejada, Ainara Romero, Aranzazu López y Naiara Bilbao, titulado *Análisis y creación de máquinas virtuales cognitivas: percepción de aprendizaje útil en el alumnado universitario*, nos presenta un novedoso enfoque de desarrollo del PC trabajado con el alumnado de la Facultad de Educación de la Universidad del País Vasco, a través de máquinas virtuales cognitivas, que permiten definir un grupo de objetos y algoritmos que posibilitan la resolución de problemas complejos.

A continuación, Salomé Recio, en su artículo *Experiencias robóticas en Infantil* nos evidencia el gran potencial que tiene la robótica en este nivel educativo, y cómo se puede contribuir al desarrollo del pensamiento computacional en estos primeros cursos escolares, a partir de experiencias de aprendizaje significativo y ejemplos prácticos de aula.

Y, finalmente, Carina Soledad González, en su artículo *Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva*, describe los principios pedagógicos y las principales estrategias de enseñanza del PC y la programación para la educación partiendo de una perspectiva inclusiva, desde la que presenta una propuesta educativa para la enseñanza-aprendizaje de la programación y el PC para la Educación Infantil.

Para terminar, el monográfico cierra con una reseña *off-topic* dedicada a una de las estrategias metodológicas de interés en la actualidad, el aula invertida. Esta reseña, realizada por Salvador Montaner, presenta el libro publicado por Raúl Santiago y Jon Bergmann titulado *Aprender al revés. Flipped Learning 3.0 y metodologías activas en el aula*. En él, se desgranar elementos sustanciales de la clase invertida en particular y de las metodologías activas en general, como los roles del profesorado y del alumnado o las pautas que se recomiendan para

su aplicación. Asimismo, también se sugieren algunas buenas prácticas y algunas evidencias de investigación sobre las vías de oportunidad que esta estrategia puede ofrecer al profesorado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTEF (2018). Programación, robótica y Pensamiento Computacional en el aula. Situación en España, enero 2018. Madrid, Ministerio de Educación, Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Disponible en <http://code.intef.es/wp-content/uploads/2017/09/Pensamiento-Computacional-Fase-1-Informe-sobre-la-situaci%C3%B3n-en-Espa%C3%B1a.pdf>

Papert, S. (1980). *Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas*, New York (EE. UU.), Basic Ideas.

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

---

## INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

### María del Mar Sánchez-Vera

Universidad de Murcia

Profesora titular del Departamento de Didáctica y Organización Escolar de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia y miembro del Grupo de Investigación de Tecnología Educativa (GITE) y el Grupo de Innovación Docente en Tecnología Educativa. Ha sido profesora visitante en la Universidad de Cambridge, la Universidad John Moore de Liverpool y la Universidad de Southampton. Sus principales intereses de investigación se relacionan con el análisis y el desarrollo de recursos y actividades con TIC en la educación, el estudio de las estrategias metodológicas y los entornos virtuales para la formación en línea, y la formación docente en el marco de la Tecnología Educativa.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4179-6570>

### Juan González-Martínez

Universitat de Girona

Profesor Agregado Serra Húnter del Departament de Pedagogia de la Universitat de Girona. Doctor en Tecnología Educativa por la Universitat Rovira i Virgili (Tarragona, España) y en Lengua Española por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (Madrid, España). Miembro del grupo de investigación consolidado UdiGitalEdu y de los grupos de innovación docente Transmèdia i Educació i Narratives Digitals en Educació Social de la Universitat de Girona. Profesor Visitante del programa de Doctorado en Tecnología Educativa de la Universitat Rovira i Virgili y de la Universidad Autónoma de Querétaro (México). Sus principales intereses de investigación se centran en la competencia digital de los estudiantes y en la competencia digital docente, así como en el transmedia y su uso educativo.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9175-6369>



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



# Marta Reina Herrera

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas  
y de Formación del Profesorado

Para más información:

**INTEF:**

**@matita33**

Entrevista realizada por:

**M<sup>a</sup> del Mar Sánchez**  
**(Universidad de**  
**Murcia)**

**Juan González**  
**(Universitat de Girona)**

Marta Reina es Jefa de Servicio en el Área de Formación en Línea y Competencia Digital Educativa en el INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado) del Ministerio de Educación y Formación Profesional. Esta maestra ha sido Premio Nacional de Educación del Ministerio de Educación y es creadora y autora de varios proyectos y materiales educativos que promueven la integración de las tecnologías en las aulas.

Es investigadora y promotora de la inclusión del pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa en los planes de estudio, a partir de su fundamentación y su desarrollo curricular.

“A las puertas de la cuarta revolución industrial [...] la enseñanza se enfrenta a un escenario de grandes retos para dar respuesta a las nuevas demandas educativas”

**Su experiencia es muy variada, tanto en el ámbito del aula como en la gestión de formación. Recientemente ha publicado una propuesta de desarrollo curricular del pensamiento computacional en la escuela. ¿Cómo comenzó a trabajar este tema y por qué impulsarlo en las escuelas?**

Mi trayectoria profesional y la participación en grupos de innovación educativa relacionados con la introducción de la tecnología en los procesos de enseñanza aprendizaje me permitieron conocer hace una década algunas experiencias internacionales de éxito relacionadas con la introducción del pensamiento computacional, los lenguajes de programación y la robótica educativa en las primeras etapas educativas. Ello me llevó a iniciarme en este ámbito y a diseñar de manera experimental una implementación adaptada al contexto educativo español en las etapas de Educación Infantil y Educación Primaria.

Las razones para impulsar esta introducción en las escuelas las resumiría fundamentalmente en dos:

1. La existencia de evidencias empíricas sobre los beneficios de su introducción en el ámbito escolar para la mejora de los aprendizajes.
2. El contexto social, educativo y laboral en el que tendrán que desenvolverse los alumnos y las alumnas que hoy están en las escuelas.

Ante la llegada de la cuarta revolución industrial, en la que el software será prácticamente ubicuo y en la que la robótica y la inteligencia artificial serán los protagonistas del cambio de la realidad en la que vivimos, la enseñanza debe afrontar grandes retos a la hora de adaptarse y dar respuesta a las nuevas demandas educativas de una sociedad rápidamente cambiante y crecientemente tecnificada. Esta adaptación requiere la implementación de nuevos modelos educativos en los que los alumnos y alumnas, entre otras destrezas digitales, tengan la oportunidad de desarrollar habilidades básicas de programación informática, para entender los principios que rigen el mundo en el que viven.

Se prevé que en los próximos años la demanda de profesionales STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics), relacionados con la formación en ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas, arte y diseño aplicado a la tecnología, va a ser mucho mayor que en otros

“El alumnado cuando programa resuelve un problema planteado, descomponiendo este en problemas más pequeños y estableciendo una secuencia de pasos ordenada para su resolución”

ámbitos a causa de los cambios que previsiblemente van a experimentar el mercado laboral y la economía global.

Desde la comisión europea se ha orientado a los estados miembros a implementar acciones educativas que fomenten el desarrollo de las vocaciones STEM desde las primeras etapas educativas, fomentando el acceso de todos los estudiantes y poniendo especial atención en las alumnas, que habitualmente eligen en menor medida estos estudios y profesiones.

Introducir la programación informática, la robótica educativa y la inteligencia artificial para potenciar el conocimiento y el interés por estas disciplinas de manera experiencial, ayuda a los alumnos y las alumnas a desarrollar habilidades transversales como, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la creatividad. Habilidades imprescindibles para convertirse en ciudadanos digitales competentes y empoderados, con independencia del ámbito laboral que desarrollen en un futuro (Reina, 2019). Introducir la programación informática, la robótica educativa y la inteligencia artificial para potenciar el conocimiento y el interés por estas disciplinas de manera experiencial, ayuda a los alumnos y las alumnas a desarrollar habilidades transversales como, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la creatividad. Habilidades imprescindibles para convertirse en ciudadanos digitales competentes y empoderados, con independencia del ámbito laboral que desarrollen en un futuro.

**¿Qué relación encuentra entre programación y pensamiento computacional? Son términos que a veces se usan indistintamente.**

Son términos estrechamente interrelacionados, aunque no son lo mismo. La programación o *coding* consistiría en crear un programa que pueda ser ejecutado por una máquina para resolver un problema y alcanzar un objetivo concreto. Es el arte de analizar problemas para diseñar, escribir y probar programas (Sáez- López, 2019).

El término ‘código-alfabetización’ (del inglés *code-literacy*) hace referencia al proceso de enseñanza aprendizaje de la lectoescritura con los lenguajes informáticos de programación (Román-González, 2014). Podemos considerar a un sujeto código-alfabetizado cuando es capaz de leer y escribir en el lenguaje de los ordenadores y de otras

“No debemos olvidar, especialmente en el ámbito educativo reflexionar y abordar las implicaciones éticas del desarrollo tecnológico, la robótica y la inteligencia artificial”

máquinas, y de pensar computacionalmente (Belshaw, 2013).

El pensamiento computacional sería el proceso cognitivo implícito al programar, partiendo de la premisa de que el alumnado cuando programa resuelve un problema planteado, descomponiendo este en problemas más pequeños y estableciendo una secuencia de pasos ordenada para su resolución. Jeannette Wing en el año 2006, definió el término pensamiento computacional como "la solución de problemas, el diseño de sistemas y la comprensión de la conducta humana, haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática" en su artículo *Computational Thinking*.

Si tenemos esto en cuenta, con la introducción de la programación se desarrollarían estrategias de pensamiento para la resolución de tareas o problemas, como son la descomposición –dividir el problema en partes más pequeñas y abordables–, la creación de algoritmos –establecer secuencias lógicas de pasos para su solución–, la abstracción –omitir información no relevante de un problema– y la identificación de patrones reiterativos. Todas ellas estrategias vinculadas al pensamiento computacional que el alumnado podría extrapolar y aplicar tanto en la resolución de problemas de otras áreas curriculares como en situaciones de la vida cotidiana (Reina,2019).

**Encontramos también diferentes visiones en torno al pensamiento computacional, la programación y la robótica. Algunas se refieren a aspectos técnicos y otras incorporan elementos más complejos como la resolución de problemas o la alfabetización digital. ¿Cuál considera que hemos de adoptar en el sistema educativo español?**

Creo que estas visiones no son excluyentes y pueden ser complementarias, de hecho, la combinación de ambas junto con la dimensión ética es desde mi punto de vista el enfoque más adecuado a adoptar en el sistema educativo español.

En este sentido, no debemos olvidar, especialmente en el ámbito educativo reflexionar y abordar las implicaciones éticas del desarrollo tecnológico, la robótica y la inteligencia artificial. Analizando que un uso adecuado puede contribuir a la búsqueda del bien común, la inclusión o la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible –ODS agenda 2030 Naciones Unidas– y que, por el contrario, un uso no

responsable, podría acrecentar las diferencias sociales y atentar contra algunos valores fundamentales como pueden ser el respeto por la dignidad humana, la seguridad o la privacidad.

**A su modo de ver, y desde una perspectiva curricular, ¿cuándo es el mejor momento de empezar con el Pensamiento Computacional en la escuela? ¿Piensa que es necesario que los alumnos de educación básica aprendan a programar? ¿Por qué?**

Existen diversos autores que señalan la conveniencia de desarrollar el pensamiento computacional desde las primeras etapas educativas (Fletcher y Lu, 2009), así mismo, destacan que el aprendizaje y uso de lenguajes de programación a un nivel básico también fomenta el desarrollo de habilidades aplicables en otros ámbitos de conocimiento (Freeman, Adams Becker, Cummins, Davis y Hall, 2017).

En mi experiencia, introducir el pensamiento computacional en el ámbito curricular desde las primeras etapas educativas (Ed. Infantil), ya sea con actividades no digitales unplugged o digitales, es la opción más adecuada. Con la introducción de estas actividades en las primeras etapas educativas se contribuye tanto al desarrollo del pensamiento computacional como a otros procesos cerebrales relacionados con el aprendizaje, como son la organización temporal, la orientación espacial y la integración de la lateralidad. Aspectos esenciales en el aprendizaje de destrezas instrumentales básicas, entre las que destacaría la asimilación y comprensión de los códigos escritos (letras y números), medio principal por el que el alumno adquiere los aprendizajes escolares.

En cuanto a la enseñanza y aprendizaje de lenguajes de programación en la etapa de educación primaria son varios los autores e investigaciones que lo apoyan (Resnick, Maloney, Hernández, Rusk, Eastmond, Brennan, Millner, Rosenbaum, Silver, Silverman y Kafai, 2009), considerando que la programación es una forma de escritura y del mismo modo que todos los alumnos aprenden el lenguaje escrito aunque en el futuro no sea escritores profesionales, también es importante que todos los alumnos/as aprendan a programar, aunque en un futuro no opten por dedicarse profesionalmente a la programación.

En mi opinión es una nueva alfabetización necesaria en una nueva realidad en la que el software será ubicuo, que permitirá al alumnado comprender cómo funciona el mundo tecnológico que les rodea y cuáles son los principios que lo rigen. Por lo que las escuelas junto con la alfabetización tradicional (lingüística, matemática, musical...) deben incluir esta nueva alfabetización como una forma más de expresión

con un código propio que posibilitará a los estudiantes expresarse y crear soluciones tecnológicas relacionadas con diversos ámbitos e intereses personales

**Hay tendencias que llevan a incorporar la programación y la robótica como una asignatura independiente, mientras que otros apuestan por incorporarlo de manera transversal. ¿Cómo considera que tiene que incorporarse en el currículo de nuestro país?**

“Nueve Comunidades Autónomas han incluido contenidos de programación, robótica y pensamiento computacional en su currículo autonómico, en la mayoría de los casos a través de asignaturas optativas”

Existen distintas posturas al respecto y su inclusión en los currículos autonómicos también es diversa. El estudio Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula: situación actual en España (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2018), destaca que, aunque los contenidos relacionados con la programación, la robótica y el pensamiento computacional tienen poca presencia en el currículo nacional actual, nueve Comunidades Autónomas han incluido contenidos de programación, robótica y pensamiento computacional en su currículo autonómico, en la mayoría de los casos a través de asignaturas optativas. Andalucía, Castilla La Mancha, Castilla y León, Galicia, Región de Murcia y Comunitat Valenciana lo han incluido en la etapa de educación Secundaria; Comunidad Foral de Navarra, en la etapa de Educación Primaria; Comunidad de Madrid y Cataluña en ambas etapas; Comunidad de Madrid y Cataluña en ambas etapas.

Considero que en las etapas de Educación Infantil y Educación Primaria su integración debería sin duda ser transversal. Pero existe una realidad en este momento que no podemos obviar relacionada con la necesidad de formación de los docentes que podría dilatar mucho este proceso de integración transversal, posibilitando el acceso a unos estudiantes y limitando el acceso a otros dentro del mismo sistema educativo.

Como solución con un posible carácter temporal existiría la posibilidad de introducirlo a través de un área de libre configuración autonómica, bien establecida por la propia administración educativa u ofertada por el centro como un área de diseño propio, con un enfoque interdisciplinar e impartida por docentes ya formados en este ámbito. No hay que olvidar que la programación y la robótica educativa es una vertiente más de la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje y se podría definir como una conjunto de actividades didácticas contextualizadas y multidisciplinares que trabajan contenidos curriculares de

“Construir nuevo conocimiento es más eficaz cuando los alumnos están involucrados en la construcción de objetos que le son significativos y puede ser compartidos”

diversas áreas y fomentan el desarrollo de competencias clave en el alumnado, mediante la invención, montaje, programación y puesta en funcionamiento de un sistema robótico/programa informático/aplicación móvil (Reina,2019). Este debería ser el objetivo y el enfoque de este tipo de áreas, en el caso que se opte por esta opción, favoreciendo que el alumnado construya su propio aprendizaje realizando una interpretación personal de la realidad, a través de un proceso práctico de diseño tecnológico para la resolución de un problema concreto, en el que tengan que poner en juego conocimientos de diferentes áreas curriculares o disciplinas, tal y como ocurre en el mundo real (Reina,2019).

En el caso de las etapas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato considero que su integración con este enfoque multidisciplinar es necesario en las asignaturas de tecnología, siendo también muy adecuada su incorporación en otras asignaturas a través de proyectos interdisciplinares

**La robótica y la programación están generalizándose en las escuelas y en los institutos apenas sin que haya que hacer campaña a favor de ellos... Pero ¿en qué medida nos situamos en una perspectiva de *code to learn*, sin quedarnos en un superficial *learn to code*?**

La aparición de lenguajes de programación adaptados y dispositivos robóticos accesibles para el alumnado de todas las edades y el profesorado no especialista ha favorecido que la inclusión de la programación, la robótica educativa y el pensamiento computacional en el currículo escolar sea actualmente una de las tendencias educativas a nivel global, Esta inclusión permite a los alumnos y alumnas que, entre otras habilidades digitales, tengan la oportunidad de desarrollar habilidades básicas de programación informática, utilizando un lenguaje de programación por bloques sencillo y asequible a cualquier usuario desde las primeras etapas educativas (Reina,2019).

Pero en este sentido, aunque existen evidencias empíricas que indican la utilidad de la programación y la robótica educativa como una herramienta complementaria y de mejora del aprendizaje, también existen evidencias en que no lo hacen en todas las ocasiones (Benitti , 2012), de ahí la necesidad de realizar una evaluación pedagógica de dicha implementación, en el sentido de superar el *learn to code* hacia el *code to learn*.

Para ello es imprescindible generar espacios de aprendizaje enfocados a la resolución de problemas reales, cuya solución

sea el desarrollo de un producto tecnológico (sistema robótico o domótico, videojuego, animación interactiva, aplicación móvil...), integrando conocimientos multidisciplinares con un enfoque STEAM. Esto supone una apuesta por integrar la llamada cultura *maker* en las aulas, como un recurso eficaz para el trabajo interdisciplinar y la mejora en los procesos de enseñanza- aprendizaje, incorporando con ello la promoción de la creatividad y el diseño tecnológico para apoyar otras áreas y asignaturas curriculares (Reina,2019).

Es importante destacar que una de las bases pedagógicas sobre la que se sustenta la programación y la robótica educativa es la teoría del construccionismo desarrollada por Paper (1980), como una extensión del constructivismo de Piaget, que comparte los principios del constructivismo y añade el hecho de que construir nuevo conocimiento es más efectivo cuando el alumnado se involucra en la construcción de objetos que le son significativos y son susceptibles de ser compartidos -un programa informático, un sistema robótico, un ilustración, una narración o una creación musical-.

### **Los modelos de programación y robótica deben ser también un elemento de inclusión educativa, a pesar de los problemas intrínsecos de accesibilidad. ¿Cuáles son los principales retos al respecto?**

Como se adelanta en la pregunta, uno de los principales retos efectivamente es el de la accesibilidad, en cuanto a que cada individuo necesita que los diferentes recursos tecnológicos se ajusten a sus necesidades particulares. En este sentido, hay experiencias muy positivas como los talleres de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria (López, Molina y Mallo, 2018). La singularidad de esta experiencia como recogen sus autores “radica en ofrecer a los niños con discapacidad visual un entorno acorde con su forma de interaccionar con los objetos (sobre experiencias tangibles, perceptibles sensorialmente) y respetar su ritmo de aprendizaje, de manera que adquieran los recursos necesarios para incluirse plenamente en el desarrollo de estas actividades en su centro escolar junto a sus compañeros”. Otra experiencia de éxito es la desarrollado en el Centro de Educación Especial “O Pino” en Ourense, que acoge alumnado de entre 12 y 21 años que presenten algún tipo de discapacidad psíquica o sensorial. Los docentes que han desarrollado esta experiencia manifiestan que la robótica educativa puede ser un recurso que permite mejorar las habilidades, trabajar el autoconcepto y fomentar el trabajo en grupo. Siendo un

elemento con mucha carga motivacional idóneo para trabajar con el alumnado de estas características.

Pero sin duda, creo que el principal reto en este sentido es integrar la programación y la robótica educativa con un enfoque que posibilite atender a la diversidad de alumnado presente en las aulas ordinarias, respetando la diversidad de intereses, así como los diferentes estilos y ritmos de aprendizaje. Para ello, es interesante aplicar el modelo de diseño universal de aprendizaje (DUA), para su introducción en el aula:

“El principal reto en este sentido es integrar la programación y la robótica educativa con un enfoque que posibilite atender a la diversidad de alumnado presente en las aulas ordinarias”

- Motivaciones e intereses: Favorecer una mayor motivación que conecte con los intereses personales y generacionales del alumnado, a través de la propuesta de diferentes desafíos significativos y metas destacadas de programación y robótica. Posibilitar la autonomía, la autoevaluación y la reflexión sobre el propio aprendizaje y valora el error como método de mejora, y no como una situación a evitar.
- Ritmos de aprendizaje: Presentar a los alumnos retos de programación y robótica de dificultad creciente, que permita respetar los diferentes ritmos de aprendizaje. Facilitar el trabajo en equipo de manera colaborativa o cooperativa, integrando los diferentes ritmos de aprendizaje en un mismo equipo.
- Estilos de aprendizaje: Posibilitar múltiples opciones de presentación de los contenidos con un acceso multimodal (visual, icónico, sonoro), así como la expresión de lo aprendido en diferentes formatos, incluyendo el lenguaje de programación como un lenguaje más de expresión.

**Algunas limitaciones para incorporar, por ejemplo, la robótica, en las escuelas, parten de que hay centros que no disponen de estos recursos ¿Qué sucede con eso? ¿Se toman medidas desde las administraciones?**

Actualmente la introducción de actividades educativas para el desarrollo del pensamiento computacional y la programación son accesibles para cualquier centro educativo, ya que existen multitud de recursos no digitales – *unplugged*– para comenzar a trabajar, así como plataformas y software de inicio a la programación gratuitos y adaptados para los escolares.

En cuanto a la introducción de la robótica educativa, la adquisición de kits de robótica si puede suponer una inversión económica para los centros educativos, aunque puede ser realizada de manera escalada y sostenible apostando por recursos de código abierto más asequibles.

En este sentido y teniendo en cuenta que las administraciones educativas de las Comunidades Autónomas han incluido contenidos de programación, robótica y pensamiento computacional en sus currículos autonómicos de manera diversa y que en la mayoría de los casos lo hacen a través de asignaturas optativas, el tratamiento de este aspecto se aborda por parte de las administraciones autonómicas de diferentes maneras. Algunas han optado por la dotación genérica a los centros, otras por la convocatoria de proyectos de innovación que lleven asociadas la dotación de materiales de robótica educativa y otras por potenciar el préstamo de materiales de robótica a través de los centros de recursos y formación del profesorado para proyectos concretos.

A nivel estatal, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), unidad del Ministerio de Educación y Formación Profesional, a través de la Escuela de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial en colaboración con las Comunidades Autónomas, está desarrollando programas de experimentación en centros que incluyen tanto materiales como formación para el profesorado.

**Otra de las limitaciones que se plantean tiene que ver con la formación del docente para saber cómo integrarlas en su aula. ¿Cómo podría superarse? ¿Qué papel tienen las Facultades de Educación?**

La formación de los docentes es una de las bases fundamentales para el éxito de esta implementación. Existen precedentes en este sentido, como en el caso del primer lenguaje de programación Logo que inicialmente tuvo una gran aceptación dentro del ámbito escolar por favorecer el aprendizaje del alumnado de conceptos matemáticos más complejos y por su facilidad de uso, pero la escasa formación

de los docentes en este ámbito pudo ser uno de los motivos de su desaparición.

Actualmente las demandas educativas en este sentido son muy diferentes, pero esta situación podría repetirse con los lenguajes de programación por bloques que se utilizan actualmente en las escuelas, por lo que, tanto la formación inicial como la formación permanente del profesorado tienen un papel fundamental a la hora de realizar esta integración en las aulas con un carácter permanente de manera gradual y óptima.

En este sentido, la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales recoge que el sistema educativo garantizará la plena inserción del alumnado en la sociedad digital y el aprendizaje de un uso de los medios digitales seguro y respetuoso con los derechos fundamentales.

Esto supone la inclusión en los planes de estudio de los títulos universitarios, en especial, aquellos que habiliten para el desempeño profesional en la formación del alumnado, de esta formación a partir del 5 de diciembre de 2019. Esto unido a que la competencia digital es una de las competencias clave presentes en el currículo educativo español y teniendo en cuenta la actual definición de competencia digital, según las recomendaciones del Consejo Europeo de 22 de mayo de 2018 (2018/C 189/01) relativa a la promoción de las competencias clave para el aprendizaje permanente, en las que se incluyen entre los conocimientos, capacidades y actitudes esenciales relacionados con esta competencia la de la creación de contenidos digitales, incluida la programación y la de reconocer e interactuar de forma efectiva con el software, los dispositivos, la inteligencia artificial o los robots, podemos concluir que es necesario que los futuros docentes que ahora están formándose en las facultades reciban formación en este ámbito antes de incorporarse al ejercicio profesional, existiendo una coherencia entre la formación inicial y la permanente y permitiendo la posterior profundización, perfeccionamiento y actualización de los docentes en activo.

Con respecto a la formación permanente del profesorado, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), tiene entre sus funciones la de

realizar programas de formación específicos para el profesorado de etapas educativas no universitarias, en colaboración con las Comunidades Autónomas, en el ámbito de la aplicación en el aula de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la de elaborar y difundir materiales curriculares y otros documentos de apoyo al profesorado. Las iniciativas relacionadas con la programación y la robótica, como he comentado anteriormente, se vertebran a través de la Escuela de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial del INTEF, que desarrolla proyectos de experimentación e investigación en centros educativos. Esta labor se complementa con formación en línea, formación presencial, creación y difusión de recursos educativos y con la promoción de proyectos europeos relacionados con el ámbito STEM.

### ¿Qué papel pueden tener las empresas en este asunto? ¿Cómo gestionar el interés empresarial lucrativo con el educativo?

La cooperación de las administraciones públicas con las organizaciones empresariales y con las organizaciones sin ánimo de lucro puede facilitar en ocasiones alcanzar determinados objetivos que no se podrían alcanzar de otro modo, posibilitando que distintos agentes se unan en un proyecto educativo común, siempre y cuando se anteponga el interés educativo al lucrativo por definición en este tipo de colaboraciones.

A lo largo de la entrevista se ha puesto de manifiesto que los principales desafíos para responder adecuadamente a las demandas educativas relacionadas con la programación y la robótica son la formación del profesorado y la dotación de soluciones tecnológicas para los centros educativos, lo que constituye sin duda un ámbito importante de negocio para las empresas del sector educativo y tecnológico con las que es importante establecer una relación que se rija por el principio anterior. Buscando un equilibrio que posibilite la colaboración entre un sector empresarial tecnológico comprometido, con ganas de conocer y escuchar al ámbito educativo y sus necesidades y, una escuela receptiva a todas aquellas novedades tecnológicas exitosas que puedan aumentar el nivel competencial, rendimiento y aprendizaje del alumnado. En este sentido, el uso de soluciones de código abierto propuestas por los propios docentes y que se apoyan en la comunidad para crecer como es el caso de Escornabot,

Echidna Shield, mClon o Arduino, pueden ser estupendas opciones para los centros educativos.

Para concluir la entrevista, hago referencia a las reflexiones que he publicado en anteriores trabajos:

La integración de la programación, la robótica educativa y la inteligencia artificial en los currículos educativos en el momento actual, no está exenta de dificultades y retos, destacando la adecuación de la infraestructura y la organización de los centros para su implantación (formación del profesorado, velocidad de conexión en red adecuada, parque tecnológico suficiente con distintos tipos de dispositivos, kits de robótica, creación de espacios *maker* flexibles, agrupaciones, horarios, cambios metodológicos...), por lo que podemos entrar en una larga etapa de experimentación, incertidumbre, e incluso, algunas reticencias. Pero serán los centros con sus claustros y equipos directivos a la cabeza quienes deban definir, gestionar y articular las acciones necesarias para afrontar estos retos como instituciones educativas que incluyen en sus planes de estudios el pensamiento computacional, la programación, la robótica y la inteligencia artificial (Reina,2019).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belshaw, D. (2013). *This is Why Kids Need to Learn to Code*. Recuperado de <http://dmlcentral.net/blog/doug-belshaw/why-kids-need-learn-code>.
- Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in school: A sistematic Review. *Computers & Education*, 58, 978-988.
- Freeman, A., Adams Becker,S., Cummins, M., Davis, A.,and Hall Giesinger,C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Boletín Oficial del Estado, núm. 294, de 6 de diciembre de 2018, pp. 119788 a 119857.
- López, F., Molina, A. G., y Mallo, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 73, 90-117.

- Ministerio de Educación y Formación Profesional. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula*. Situación en España y propuesta normativa.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York; Basic Books.
- Reina, M.(2019). Área de Pensamiento Computacional Programación y Robótica Educativa: Una propuesta curricular para Ed. Primaria (Trabajo Fin de Master). Universidad Internacional de La Rioja.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., et al. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
- Román, M. (2014). Aprender a programar 'apps' como enriquecimiento curricular en alumnado de alta capacidad. Bordón. *Revista de Pedagogía*, 66(4), 135- 155.
- Sáez-López, J.M (2019). *Programación y robótica en Educación Infantil, Primaria y Secundaria*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a distancia.
- Unión Europea. Recomendación (2018/C 189/01) del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Xunta de Galicia. Experiencias Aulas 2.0. CEE O Pino: Robótica educativa. Publicado el 23/02/2018 en <https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/es/espazo/experiencias>



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). El Equipo Editorial entiende que las opiniones vertidas por la autora son de su exclusiva responsabilidad.

## Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming

No es lo mismo: un análisis de red de texto sobre definiciones de pensamiento computacional para estudiar su relación con la programación informática

Jesús Moreno-León 

Programamos (España)  
[jesus.moreno@programamos.es](mailto:jesus.moreno@programamos.es)

Gregorio Robles 

Universidad Rey Juan Carlos (España)  
[grex@gsync.urjc.es](mailto:grex@gsync.urjc.es)

Marcos Román-González 

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) (España)  
[mroman@edu.uned.es](mailto:mroman@edu.uned.es)

Juan David Rodríguez García 

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (España)  
[juanda.rodriguez@educacion.gob.es](mailto:juanda.rodriguez@educacion.gob.es)

Recibido: 26/09/2019  
Aceptado: 9/12/2019  
Publicado: 26/12/2019

### ABSTRACT

Even though countries from all over the world are modifying their national educational curriculum in order to include computational thinking skills, there is not an agreement in the definition of this ability. This is partly caused by the myriad of definitions that has been proposed by the scholar community. In fact, there are multiple examples in educational scenarios in which coding and even robotics are considered as synonymous of computational thinking. This paper presents a text network analysis of the main definitions of this skill that have been found in the literature, aiming to offer insights on the common characteristics they share and on their relationship with computer programming. As a result, a new definition of computational thinking is proposed, which emerge from the analysed data.

### KEYWORDS

Computer Science Education; Programming; Text Structure

## RESUMEN

A pesar de que países de todo el mundo están modificando su plan de estudios nacional para incluir habilidades de pensamiento computacional, no hay un acuerdo en la definición de esta capacidad. Esto se debe en parte a la gran cantidad de definiciones propuestas por la comunidad académica. De hecho, hay múltiples ejemplos en escenarios educativos en los que la programación e incluso la robótica se consideran sinónimos del pensamiento computacional. Este artículo presenta un análisis de la red de texto de las principales definiciones de esta habilidad que se han encontrado en la literatura, con el objetivo de ofrecer información sobre las características comunes que comparten y sobre su relación con la programación informática. Como resultado, se propone una nueva definición de pensamiento computacional que emerge de los datos analizados.

## PALABRAS CLAVE

Educación informática; Programación; Estructura de Texto

### CITA RECOMENDADA

Moreno-León, J., Robles, G., Román-González, M. y Rodríguez, J.D. (2019). Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 26-35. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite.397151>

### Principales aportaciones del artículo y futuras líneas de investigación:

- Las diferentes definiciones del concepto de pensamiento computacional coinciden en los elementos principales.
- Es posible aunar nodos comunes que evidencian que la dispersión conceptual es solo aparente.

## 1. INTRODUCTION

All over the world, governments have started to modify their national curriculum at both primary and secondary educational levels to incorporate Computational Thinking (CT), since this ability is considered a key set of problem-solving skills that must be developed by all learners (Bocconi et al., 2016). Still, there seems to be a lack of consensus on a formal definition of CT (Grover, 2015; Kalelioglu, Gülbahar, & Kukul, 2016; Román-González, Moreno-Leon & Robles, 2017) and, consequently, a myriad of CT definitions has been proposed in the last few years.

This diversity of theoretical approaches to CT, and the resulting lack of standardization, is problematic from the educational point of view. This is evidenced by the fact that in many educational contexts CT and programming (or coding) are used almost as synonymous (Balanskat & Engelhardt, 2015). However, what is the relationship between programming and CT, based on the definitions of the latter? Does programming arise as a fundamental core of CT? And what about the relationship between CT and robotics?

In addition, how different are the definitions of CT proposed during the last years? Do they share some common characteristics? Or are they focused on distinct dimensions of this competence?

In order to address these questions, we have collected the main CT definitions published in the literature, which are presented in Section 2. We have studied these definitions using a text network analysis (Paranyushkin, 2011), which is described in Section 3. Section 4 summarizes the main results, with a special focus on the most influential elements of the CT definitions, the main themes or topics of words, and the structure of the discourse. Finally, in Section 6 we discuss these findings and their implications, and conclude the paper with a new “data-driven” definition of CT.

## 2. BACKGROUND

In order to review the main definitions of CT that can be found in both academic and grey literature, we have reused the literature review performed in the recently published doctoral dissertation by one of the authors of this work (Moreno-León, 2018).

The first appearance of the term CT, although without elaboration, was in Seymour Papert's *Mindstorms* when discussing about the idea of creating samba schools for mathematics:

There have already been attempts in this direction by people engaged in computer hobbyist clubs and in running computer drop-in centers. In most cases, although the experiments have been interesting and exciting, they have failed to make it because they were too primitive. Their computers simply did not have the power needed for the most engaging and shareable kinds of activities. Their visions of how to integrate computational thinking into everyday life was insufficiently developed. But there will be more tries, and more and more. And eventually, somewhere, all the pieces will come together and it will catch. (Papert, 1980, p. 182).

But the term CT did not become popular until 2006, when Wing published her seminal paper on CT with the following definition:

CT involves solving problems, designing systems, and understanding human behavior, by drawing on the concepts fundamental to computer science. CT includes a range of mental tools that reflect the breadth of the field of computer science [...]. It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. (Wing, 2006, p. 33).

The timing was more opportune at that moment, and the term quickly gained popularity and raised the interest of both the scholar and educational communities. Since then, other influential authors and organizations have proposed new definitions for CT from different perspectives.

One of these new, alternative definitions is provided by Lu and Fletcher, who defend that being proficient in CT “helps us to systematically and efficiently process information and tasks” (Lu & Fletcher, 2009, p. 261).

Aiming to support educators in the introduction of CT in K-12, the Computer Science Teachers Association and the International Society for Technology in Education developed the following operational definition of CT:

CT is a problem-solving process that includes (but is not limited to) the following characteristics: formulating problems in a way that enables us to use a computer and other tools to help solve them; logically organizing and analyzing data; representing data through abstractions such as models and simulations; automating solutions through algorithmic thinking (a series of ordered steps); identifying, analyzing, and implementing possible solutions with the goal of achieving the most efficient and effective combination of steps and resources; and generalizing and transferring this problem-solving process to a wide variety of problems. (ISTE & CSTA, 2011, p. 1).

The vision of CT proposed by Wing has also received criticism, though. Hence, Denning argues that CT is equivalent to algorithmic thinking, a concept well known since the 1950s that could be defined as “a mental orientation to formulating problems as conversions of some input to an output and looking for algorithms to perform the conversions.” (Denning, 2009, p. 28).

Most of the complaints that the term received were in terms of ambiguity and vagueness. As a result, in 2011 Wing proposed a new definition of CT aiming to clarify certain aspects of her initial proposal: “CT is the thought processes involved in formulating problems and their solutions so that the solutions are represented in a form that can be effectively carried out by an information-processing agent”. (Wing, 2011, p. 1).

A similar definition is introduced by Aho, who defines CT as the “thought processes involved in formulating problems so their solutions can be represented as computational steps and algorithms.” (Aho, 2011, p. 2).

Placing the focus on the educational community, Barr & Stephenson define CT as:

[...] an approach to solving problems in a way that can be implemented with a computer. Students become not merely tool users but tool builders. They use a set of concepts, such as abstraction, recursion, and iteration, to process and analyze data, and to create real and virtual artifacts. CT is a problem-solving methodology that can be automated and transferred and applied across subjects. (Barr & Stephenson, 2011, p. 49).

In a report advocating for computing education in UK schools, the British Royal Society goes one step forward by highlighting the presence of computation in nature as another reason to teach CT, which was defined as “the process of recognizing aspects of computation in the world that surrounds us, and applying tools and techniques from Computer Science to understand and reason about both natural and artificial systems and processes.” (Furber, 2012, p. 29).

Following this approach, in the context of an intervention to integrate CT with K-12 science education, Sengupta et al. propose a theoretical framework where authors state that

CT draws on concepts and practices that are fundamental to computing and computer science. It includes epistemic and representational practices, such as problem representation, abstraction, decomposition, simulation, verification, and prediction. However, these practices are also central to the development of expertise in scientific and mathematical disciplines. (Sengupta et al., 2013, p. 351).

Aiming to gather the elements that are accepted as comprising CT in most CT definitions in educational environments, Grover & Pea review aforementioned definitions and propose the following elements as the basis of curricula that aim to support CT learning and assessment:

[...] abstractions and pattern generalizations (including models and simulations); systematic processing of information; symbol systems and representations; algorithmic notions of flow of control; structured problem decomposition (modularizing); iterative, recursive, and parallel thinking; conditional logic; efficiency and performance constraints; and debugging and systematic error detection. (Grover & Pea, 2013, p. 39).

Also with the aim of supporting educators, Computing at School proposed a framework that states that, when working in the classroom, CT involves both concepts (logic, algorithms, decomposition, patterns, abstraction, and evaluation) and approaches (tinkering, creating, debugging, persevering, and collaborating), thus pointing to some non-cognitive skills being part of CT (Csizmadia et al., 2015).

As we can see, the computer science educational community has had difficulties in finding a definition of CT that everyone agrees upon. This is a view shared by Mannila et al., who wrote a report on the current status of the coverage of computer science in K-9 education in several countries (Mannila et al., 2014). In this report, the authors define CT as a set of concepts and thinking processes from computer science that help in formulating problems and their solutions in different disciplines.

Besides multiple contributions to define CT, we also find authors and organizations that modify their initial proposals over time. Hence, in the [Interim] CSTA K-12 Computer Science Standards<sup>1</sup> we find yet another definition of CT by the CSTA Standards Task Force:

We believe that CT is a problem-solving methodology that expands the realm of computer science into all disciplines, providing a distinct means of analyzing and developing solutions to problems that can be solved computationally. With its focus on abstraction, automation, and analysis, CT is a core element of the broader discipline of computer science. (CSTA, 2016, p. 6)

More recently, two new definitions for CT have been published. Tedre & Denning describe CT as “a popular phrase that refers to a collection of computational ideas and habits of mind that people in computing disciplines acquire through their work in designing programs, software, simulations, and computations performed by machinery.” (Tedre & Denning, 2016, p. 120). Lastly, in a more informal approach, Wolfram states that CT:

---

<sup>1</sup> <https://www.csteachers.org/Page/standards>

“intellectual core is about formulating things with enough clarity, and in a systematic enough way, that one can tell a computer how to do them [...] CT is a broad story, because there are just a lot more things that can be handled computationally [...] But how does one tell a computer anything? One has to have a language” (Wolfram, 2016).

As a summary, Table 1 shows the reviewed publications that include a definition of CT ordered by date of publication, and also shows if each contribution was published in a book, journal, magazine, conference proceedings or official report, among others. As can be seen, a majority of the proposals following Wings’ definition were published in computer science environments, while since 2011 most of the definitions were proposed in scenarios closer to the educational community.

*Table 1. Reviewed publications that propose a CT definition*

<b>Publication</b>	<b>Type</b>
(Papert, 1980)	Book - Mindstorms
(Wing, 2006)	Magazine - Communications of the ACM
(Lu & Fletcher, 2009)	Newsletter – SIGCSE Bulletin
(Denning, 2009)	Magazine - Communications of the ACM
(Wing, 2011)	Magazine – The LINK
(Aho, 2011)	Symposium – Ubiquity
(Barr & Stephenson, 2011)	Journal – Inroads
(ISTE & CSTA, 2011)	Report - ISTE & CSTA
(Furber, 2012)	Report - Royal Society
(Sengupta et al., 2013)	Journal – Education and information technologies
(Grover & Pea, 2013)	Journal - Educational researcher
(Mannila et al., 2014)	Report – Working group ITiCSE
(Csizmadia et al., 2015)	Report - CAS
CSTA K-12 CS Standards, 2016	Report - CSTA
(Tedre & Denning, 2016)	Proceedings - Koli calling
(Wolfram, 2016)	Opinion column

### 3. METHODS

In order to detect the central concepts of CT that emerge from the myriad of CT definitions that have been reviewed, a text network analysis (Paranyushkin, 2011) was performed on a document containing all these definitions. Specifically, we used InfraNodus, which is an open-source tool used by the academic community to perform text-related studies and to make sense of pieces of disjointed textual data (Paranyushkin, 2019). The solution automates the visualization of a text as a network; shows the most relevant topics, their relations, and the structural gaps between them; and enables the analysis of the discourse structure and the assessment of its diversity based on the community structure of the graph (Paranyushkin, 2019).

As a first step, the tool removes the syntax information (such as commas and dots) and converts the words into their morphemes to reduce redundancy (Paranyushkin, 2019). For instance, “computers” becomes “computer” or “programmed” becomes “program”. In addition, the tool removes articles, conjunctions, auxiliary verbs and some other frequently used words, such as ‘is’ or ‘the’. Thus, a sentence that reads “the process of recognizing aspects of computation in the world that surrounds us” is turned into “process recognize aspect computation world surround”.

The resulting sequence is then converted by Infranodus into a directed network graph, where the nodes are the different words while the edges represent their co-occurrences. The tool

identifies the nodes that appear most often on the shortest paths between any two randomly chosen nodes in the network -i.e., betweenness centrality- and detects the groups of nodes that tend to appear more often together -topical groups-. The result is a visual network representation of the text that, based on colors and sizes, enables a clear vision of its structure and topics. Finally, the tool also identifies the structure of the discourse, which can be categorized as dispersed, diversified, focused or biased (Paranyushkin, 2019).

#### 4. RESULTS

The text network analysis generates 148 nodes (words) and 658 edges (co-occurrences). The average degree, which represents the number of nodes every node is connected to, is 4.45.

Figure 1 is a graph image that can be used to get a clear visual representation of the main topics and influential keywords of the reviewed CT definitions. Colors in Figure 3.1 indicate the distinct contextual clusters, or themes, which are communities of words that are closely related. On the contrary, words that appear in different contexts are shown far away from each other. The size of the nodes reflects their betweenness centrality, which is the number of different themes or contexts each node connects.

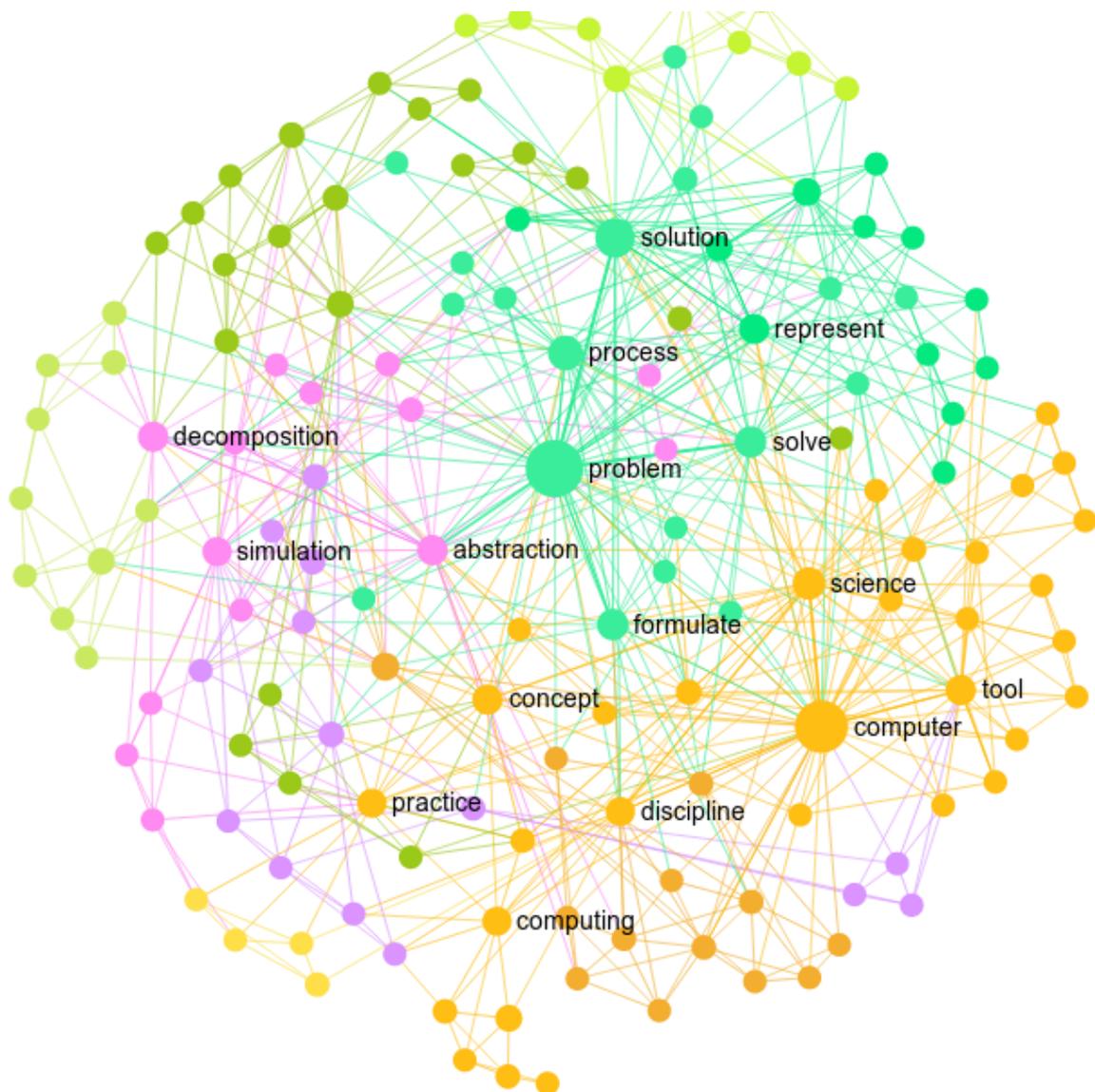


Figure 1. Visual representation of the main topics and influential keywords in CT definitions.

As can be seen in Figure 1, the most influential elements of the network, since they link different topics together, are “problem”, “computer”, “solution” and “process”. These nodes are shown bigger on the graph.

Table 2 presents the main words within the most influential contextual clusters. These words are the nodes that have more connections within each group, being in consequence the most influential words of the themes. However, connections to the other clusters in the network are not considered in this case. Color column in Table 2 refers to the colors in Figure 1.

Table 2. Most influential communities of words in CT definitions.

Cluster	Words in the context	Color <sup>1</sup>
1	computer, science, tool	Orange
2	problem, solve, solution	SpringGreen
3	abstraction, simulation, decomposition	Fuchsia
4	system, information, algorithmic	Olive
5	logic, debug, performance	Purple

<sup>1</sup> Refers to the colors used in Figure 1

In terms of network structure, the analysis indicates that it is “focused” (modularity -which measures how pronounced is the community structure- is 0.49, 18% of words are in the top topic and its influence dispersal is 40%). This means that the most influential words are concentrated around one topic and the discourse is focused on a certain perspective.

#### 4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The results of the text network analysis show that neither programming nor coding emerge among the most influential words of the main CT definitions. Why are, then, CT and programming considered almost synonymous in many contexts?

As discussed by Voogt et al.:

the concepts of CT and the practice of programming are difficult to delineate in the literature because many CT studies or discussions of theory use programming as their context [...]. This can be confusing to the reader and often lead to the impression that CT is the same as programming or at the very least that CT requires the use of programming. (Voogt et al., 2015, p. 716)

So even though, as stated by our text network analysis, scholars do not claim that programming must be the required context to develop CT skills, a vast majority of interventions in which these skills are trained make use of different types of programming tasks (Kalelioglu et al., 2016; Lye and Koh, 2014).

However, although programming makes CT concepts concrete and nowadays is therefore a *de facto* method for the learning and teaching of these skills (Bocconi et al., 2016) this situation might change in the near future due to several factors. On the one hand, educators and researchers may find other strategies to develop CT skills, as it is already the case with the use of unplugged activities (Brackmann et al., 2017). On the other hand, the intense development of artificial intelligence solutions, especially those based on machine learning, may alter dramatically the way computer programming is performed (Rodríguez-García, Moreno-León, Román-González & Robles, 2019).

In other words, just like we distinguish between verbal aptitude -which is in the order of human cognitive abilities, with an important innate base- and literacy skill -which is an instrumental competence that requires a relatively formal teaching and learning process- we could similarly establish a distinction between CT -human cognitive ability- and programming skills -instrumental competence- (Román-González, Pérez-González & Jiménez-Fernández, 2017). However, if CT is, first and foremost, a human cognitive ability, it is very striking that "cognition" or "cognitive ability" do not appear as key terms of the analysis. Perhaps this is a result of the fact that there

are more definitions of CT proposed by computer scientists than by psychologists or pedagogues, as shown in Table 1?

It is also worth noting that robotics, which is sometimes used in school scenarios as a context to develop CT skills (Balanskat & Engelhardt, 2015) does not even appear in the 148 nodes of the analysis.

As mentioned earlier, the analysis indicates that the network structure is “focused”. Such discourse structure is characteristic “for newspaper articles, essays, reports, which are designed to provide a clear and concise representation of a certain idea” (Paranyushkin, 2019). This result is quite interesting, since one might expect that a list of definitions could have a more dispersed or diversified structure. Consequently, this result shows that, even with some differences -since the structure is not biased-, the definitions have lots of elements in common.

Finally, taking into account both the most influential elements and the communities of words highlighted by the text network analysis, we could almost propose (yet) a new definition of CT. Based on this data, CT would be the ability to formulate and represent problems to solve them by making use of tools, concepts and practices from the computer science discipline, such as abstraction, decomposition or the use of simulations. Such data-driven definition could be of interest for the educational community, since it clarifies the relationship between CT and programming (or robotics, for that matter), being the former a cognitive ability of the subject, and the latter just one of the means to develop it.

## 5. REFERENCES

- Aho, A. V. (2011). Ubiquity symposium: Computation and computational thinking. *Ubiquity*, 2011(January), 1.
- Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). *Computing our future: Computer programming and coding-Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. European Schoolnet.
- Barr, V., & 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.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and practice* (No. JRC104188). Joint Research Centre (Seville site).
- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., & Barone, D. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education* (pp. 65-72). ACM.
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational thinking-A guide for teachers*.
- CSTA Standards Task Force. (2016). *[Interim] CSTA K-12 Computer Science Standards*. New York: CSTA.
- Denning, P. J. (2009). The profession of IT beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6):28–30.
- Furber, S. (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK Schools*. London: The Royal Society.
- Grover, S. (2015, April). “Systems of Assessments” for deeper learning of computational thinking in K-12. In *Proceedings of the 2015 annual meeting of the American educational research association* (pp. 15-20).

- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.
- ISTE and CSTA (2011). *Operational definition of computational thinking for K-12 education*. Available at: <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>
- Kalelioglu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583.
- Lu, J. J., & Fletcher, G. H. (2009, March). Thinking about computational thinking. In *ACM SIGCSE Bulletin* (Vol. 41, No. 1, pp. 260-264). ACM.
- 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.
- Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, L., & Settle, A. (2014, June). Computational thinking in K-9 education. In *Proceedings of the working group reports of the 2014 on innovation & technology in computer science education conference* (pp. 1-29). ACM.
- Moreno-León, J (2018). *On the development of computational thinking skills in schools through computer programming with Scratch* (Doctoral dissertation).
- Paranyushkin, D. (2011). Identifying the pathways for meaning circulation using text network analysis. *Nodus Labs*, 26.
- Paranyushkin, D (2019). InfraNodus: Generating Insight Using Text Network Analysis, *Proceedings of WWW '19 The World Wide Web Conference*, Pages 3584-3589, San Francisco, CA, USA — May 13 – 17, 2019
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc..
- Rodríguez-García, J., Moreno-León, J., Román-González, M., & Robles, G. (2019). Developing computational thinking at school with machine learning: an exploration. In *2019 International Symposium on Computers in Education (SIIE)* (pp. 49-54). IEEE.
- Román-González, M., Moreno-León, J., & Robles, G. (2017). Complementary tools for computational thinking assessment. In *Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education (CTE 2017)*, S. C Kong, J Sheldon, and K. Y Li (Eds.). *The Education University of Hong Kong* (pp. 154-159).
- Román-González, M., Pérez-González, J.C., Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691.
- 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.
- Tedre, M., & Denning, P. J. (2016, November). The long quest for computational thinking. In *Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 120-129). ACM.
- 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.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why. *The Link Magazine*, 20-23.

Wolfram, S. (2016). How to teach computational thinking. *Stephen Wolfram Blog*. Available at <https://blog.stephenwolfram.com/2016/09/how-to-teach-computational-thinking/>

---

## INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

### Jesús Moreno-León

Programamos

Jesús Moreno-León is a researcher at Programamos, a non-profit organization promoting computational thinking skills in education. He participates as an advisor in multiple international committees and expert groups regarding the use of computer programming in education. As an example, since 2013 he has collaborated with different roles -at this moment as a national ambassador- with EU Code Week, an initiative promoted by the European Commission that reached over 2.7 million people during the last edition. His main lines of research are related to the inclusion of computational thinking in schools, the assessment of the development of this ability, and the evaluation of its educational impact.

Web: <http://jemole.me/>

### Gregorio Robles

Universidad Rey Juan Carlos

Gregorio Robles is Associate Professor at the Universidad Rey Juan Carlos, in Madrid, Spain. He mainly does research in following two fields: a) Software engineering: he is specialized in software analytics of Free/Libre/Open Source Software systems. His primary focus is on mining software repositories, socio-technical issues such as community metrics, software evolution, and development effort estimation. And b) Computational thinking (CT): he investigates the effect of using coding as a way to help students learn beyond coding. I also work on how the development of CT skills can be assessed.

Web: <http://gsyc.urjc.es/grex>

### Marcos Román-González

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

Marcos Román-González is Associate Professor at the Department of Methods of Research and Diagnosis in Education I (Faculty of Education, UNED). His research lines are related to code-literacy (teaching-learning processes with/through computer programming languages) and computational thinking (cognitive problem-solving ability that underlies computer programming tasks, among others). He is the author of the Computational Thinking Test (CTt), which has been endorsed by the research community through several publications.

Web: <http://goo.gl/oox5Qn>

### Juan David Rodríguez García

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado

Juan David Rodríguez García is Teaching Technical Advisor at INTEF, the unit of the Spanish Ministry of Education and Vocational Training responsible for the integration of ICT and Teacher Training in the non-university educational stages. He is currently working toward his PhD Thesis in the field of Computational Thinking (CT) development and the use of machine learning contents as a means to develop CT.

Web: <http://juandarodriguez.es>



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## Pensamiento computacional en el aula: el desafío en los sistemas educativos de Latinoamérica

### Computational thinking in the classroom: the challenge in Latin American education systems

Enrique Arturo Vázquez Uscanga 

Universidad de Buenos Aires (Argentina)  
[enriquevaus@gmail.com](mailto:enriquevaus@gmail.com)

Johanna Bottamedi

Universidad de Buenos Aires (Argentina)  
[Johannabottamedi@gmail.com](mailto:Johannabottamedi@gmail.com)

María Luz Brizuela

Universidad de Buenos Aires (Argentina)  
[marialuzbrizuela@gmail.com](mailto:marialuzbrizuela@gmail.com)

Recibido: 1/10/2019  
Aceptado: 18/12/2019  
Publicado: 26/12/2019

#### RESUMEN

En la actualidad, diferentes países del mundo han dirigido sus esfuerzos a elevar los estándares de calidad de sus sistemas educativos nacionales. Entre las prioridades aparece como una de la más relevantes las relacionadas con la alfabetización digital, entendida como las competencias que todo ciudadano y ciudadana debe desarrollar para considerarse alfabetizado en el siglo XXI. Dichas competencias refieren a la capacidad de utilizar las fuentes digitales de forma eficaz. Se trata de un tipo especial de mentalidad o pensamiento (Zapata-Ros, 2015). Con ello intentamos explicitar la concepción y el enfoque que sostenemos respecto de este tipo de alfabetización propia de las sociedades contemporáneas, es decir, informatizada o conocidas como sociedades del conocimiento y la información: un tipo de alfabetización que enfatiza aspectos cognitivos del trabajo en entornos digitales en comparación a otras definiciones que la conceptualizan focalizando en las habilidades técnicas involucradas en la utilización de dispositivos digitales.

En este sentido, el presente artículo considera que la ausencia previa del desarrollo de tales competencias dificulta practicar otras habilidades propias del pensamiento computacional (en adelante PC) que implican la resolución de problemas mediante la utilización de ordenadores computacionales o en ausencia de estos.

De lo anterior la preocupación y el objeto de reflexión de este trabajo se direcciona hacia conocer si los países latinoamericanos seleccionados, a saber, Argentina, Uruguay, Chile y México, han incorporado en el marco de sus políticas públicas de enseñanza las competencias y habilidades propias del PC y cuáles han sido las estrategias implementadas para concretarlo. Por último, el texto cuestiona la concepción acerca del PC que se deduce de las políticas y estrategias implementadas proveyendo una conclusión que destaca los enfoques respecto de cómo se conciben el aprendizaje de las competencias involucradas.

#### PALABRAS CLAVE

Pensamiento computacional; habilidades digitales; tecnología educativa

## ABSTRACT

Nowadays, different countries of the world have focused their efforts on raising the quality standards of their national educational systems. Among the priorities appears as one of the most relevant those related to digital literacy, understood as the skills that every citizen must develop to be considered literate in the 21st century. These competencies refer to the ability to use digital sources effectively. It is a special type of mentality or thought (Zapata-Ros, 2015). With this we try to explain the conception and the approach that we have regarding this type of literacy typical of contemporary societies, that is, computerized or known as societies of knowledge and information: a type of literacy that emphasizes cognitive aspects of work in digital environments compared to other definitions that conceptualize it focusing on the technical skills involved in the use of digital devices.

In this sense, the present monograph considers that the previous absence of the development of such competencies makes it difficult to practice other abilities of computational thinking (PC) that involve the resolution of problems through the use of computer computers or in their absence.

From the above, the concern and the object of reflection of this work is directed towards knowing if the selected Latin American countries, namely Argentina, Uruguay, Chile and Mexico, have incorporated their own skills and abilities within their public education policies of the PC and what have been the strategies implemented to specify it. Finally, the text questions the conception about the PC that is deduced from the policies and strategies implemented, providing a conclusion that highlights the approaches to how the learning of the competences involved is conceived.

## KEYWORDS

Computational thinking; digital skills; educational technology

### CITA RECOMENDADA

Vázquez, A., Bottamedi, J. y Brizuela, M.L. (2019). Pensamiento computacional en el aula: el desafío de los sistemas educativos de Latinoamérica. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 26-37. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite.397901>

### Principales aportaciones del artículo y futuras líneas de investigación:

- Se presenta una revisión de la inserción del pensamiento computacional en los currículos de diferentes países de Latinoamérica.
- Se contempla la implementación de políticas públicas para incluir el pensamiento computacional en el currículo.
- Se realiza un análisis del pensamiento computacional como una habilidad del siglo XXI.

## 1. INTRODUCCIÓN

Al entenderse que la formación en las habilidades propias del PC se considera una de las competencias que todo ciudadano y ciudadana debe adquirir para considerarse alfabetizado en el siglo XXI, resulta de suma importancia conocer si en el contexto latinoamericano se han incorporado en el marco de sus políticas públicas de enseñanza y cuáles son las estrategias implementadas para concretarlo.

Por ello, la presente revisión monográfica analiza de manera descriptiva, las políticas públicas de enseñanza y las estrategias utilizadas para concretar la introducción del PC en los sistemas educativos de cuatro países del continente latinoamericano: Argentina, Uruguay, Chile y México, ya que en años recientes han empezado a introducirlo en sus sistemas educativos desde diferentes aristas.

Cada uno de estos países serán analizados de manera descriptiva conforme a las políticas y acciones encargadas desde la gestión político-institucional. Dando cuenta de las políticas educativas en materia de la temática mencionada en las últimas décadas (2000 al presente), esto es, si existen políticas que, plasmadas en los diseños curriculares, establezcan la

enseñanza del PC y las habilidades propias del mismo en enseñanza obligatoria, así como las estrategias destinadas a su implementación (planes, programas, lineamientos, proyectos estatales o mixtos). Por último, se realizará una reflexión en donde conste el enfoque y la concepción desde la cual se propone dicha incorporación siguiendo las conceptualizaciones de Zapata-Ros (2015).

Se tendrá en cuenta como fuentes documentales los diseños curriculares de los países mencionados, así como la presencia de programas nacionales educativos específicos considerando que los recursos mencionados expresan los enfoques epistemológicos acerca de lo que cada país entiende por PC y algunas de las concepciones acerca de su enseñanza y aprendizaje.

Otra forma de analizar estas cuestiones es pensar en las estrategias adoptadas para su enseñanza, identificando la programación y la robótica como los modos privilegiados y más populares a la hora de implementar en los programas de estos países. Consideramos que los recursos mencionados expresan los enfoques epistemológicos acerca de lo que cada país entiende por PC y las concepciones acerca de su enseñanza y aprendizaje.

No obstante, se considera necesario extender este análisis hacia otros países ya que es necesario el poder dar un mapeo general de este proceso de implementación del pc en la región. Además, a partir de este análisis comparativo de algunas de estas políticas implementadas, queremos aportar a la comunidad científica desde nuestra formación en Tecnología Educativa de la Universidad Nacional de Buenos Aires para poder reflexionar, ampliar, y reconsiderar algunos de estos enfoques.

## **2. ANÁLISIS DEL DESARROLLO DEL PC EN PAÍSES DE LATINOAMÉRICA**

El análisis del desarrollo del pensamiento computacional en países de Latinoamérica se organiza en cuatro apartados, iniciando con la conceptualización del termino pensamiento computacional y prosiguiendo en el análisis por país de las iniciativas para la inserción en su sistema educativo del PC en el siguiente orden: Uruguay, Argentina, Chile y México.

### **2.1. El pensamiento computacional y su conceptualización**

El concepto de PC fue propuesto en 2006 por Jeanette Wing en un esfuerzo por difundir la resolución de problemas informáticos a otras disciplinas y está compuesto por cuatro pilares: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y algoritmos (Wing, 2006). Tras este concepto, en 2011 la *International Society for Technology in Education* (ISTE) y la *Computer Science Teachers Association* (CSTA) desarrollaron una definición operativa del PC con el objetivo de que los profesores pueda introducirlo a las aulas. Traduce el marco de Wing (2006) en un conjunto de seis pasos destinados a resonar con los profesores:

1. Formular problemas de una manera que nos permita usar una computadora y otras herramientas para ayudar a resolverlos.
2. Organizar y analizar lógicamente los datos.
3. Representar datos a través de abstracciones, como modelos y simulaciones.
4. Automatizando soluciones a través del pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados)
5. Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objetivo de lograr la combinación más eficiente y efectiva de pasos y recursos.
6. Generalizar y transferir este proceso de resolución de problemas a una amplia variedad de problemas.

En el mismo sentido, Barr, Harrison y Conery (2011) mencionan que el PC es una combinación de habilidades de pensamiento única, que, al ser usadas de manera conjunta, proporcionan la base para una nueva y poderosa forma de resolver problemas al estar más

orientada a las herramientas y utilizar otras formas de solucionar problemas en contextos complejos gracias a la automatización y las grandes velocidades de procesamiento.

Al revisar las definiciones y conceptualizaciones propuestas por Zapata-Ros (2015) en su artículo "Pensamiento Computacional: una nueva alfabetización digital" se considera que coincide con el enfoque propuesto por Wing (2006) respecto de qué se entiende por PC, es decir, qué es: un tipo particular de resolución de problemas que involucra ciertas habilidades cognitivas puesto que refiere a un modo específico de pensar la realidad y de actuar sobre ella que toma como base los fundamentos de la informática.

De este modo, el autor insta a conocer el mundo de ideas y representaciones que operan como principios del PC ya que, afirma, habilidades propias del PC no tienen por qué estar vinculadas al manejo de ordenadores. El PC constituye una habilidad relacionada con una forma específica un modo de pensar respecto de la organización de la resolución de problemas.

## 2.2. Uruguay y el Plan Ceibal

Uruguay representa uno de los países pioneros del continente latinoamericano en incorporar el modelo 1 a 1 como política socioeducativa. Denominada Plan Ceibal, consigue progresivamente, abarcar todos los niveles de enseñanza, entregando desde el año 2007, un portátil a cada niño y niña que ingresa al sistema de escolaridad pública. Además, ha garantizado la conexión a internet no solo en las escuelas sino también en espacios públicos por lo que se lo considera un programa o política de amplio alcance social.

Asimismo, acompañó la entrega de las máquinas con acciones de capacitación y formación docente, la creación de portales educativos que contienen recursos para enriquecer las propuestas de enseñanza, la creación del Laboratorio Digital, así como la Fundación Ceibal. Los y las docentes no encaran la tarea en solitario, cuentan con el apoyo del maestro ceibal que actúa como facilitador, acompañando la incorporación de las TIC con sentido pedagógico en las propuestas áulicas.

Con la implementación de la iniciativa *One Laptop Per Child* propuesta por Nicholas Negroponte, Uruguay se propuso contribuir a la reducción de la brecha digital y sociocultural en materia de acceso a las tecnologías y oportunidades de aprendizaje garantizando el acceso a la información. Si bien actualmente, la enseñanza del PC no ocupa un lugar en los diseños curriculares oficiales de esta nación, sí consta de programas destinados a su incorporación en las prácticas de enseñanza escolares.

A continuación, se destacan tres programas o iniciativas enmarcadas en el Plan Ceibal; por un lado, el programa Jóvenes a Programar, el programa Laboratorios Digitales y, por último, un proyecto destinado a nivel medio de escolaridad denominado pensamiento computacional. Los mismos apuntan a desarrollar el PC a través de la programación y la enseñanza de la robótica educativa.

Cabe destacar que Uruguay forma parte de la Red Global de Aprendizaje, una iniciativa de colaboración internacional que busca sistematizar y evaluar prácticas de enseñanza y aprendizaje provenientes de los diferentes países que la integran; constituye una comunidad de práctica, fue propuesta por el pedagogo Michael Fullan en 2017 y brinda un marco para comprender las propuestas que tienden a la concreción de habilidades transversales consideradas fundamentales en el siglo XXI.

En cuanto al programa Jóvenes a Programar, tal como se mencionó, apunta a desarrollar el PC y consiste en una serie de cursos creados a demanda, incluye tanto actividades presenciales como a distancia. A los destinatarios, jóvenes de entre 17 y 26 años, se les provee de los materiales de lectura y se complementan los talleres con visitas a empresas y la experimentación de entrevistas de trabajo. El propósito central de esta iniciativa es formar a los destinatarios en los principales lenguajes de programación solicitados por los sectores empresariales. La misma representa una iniciativa que incluye la participación de la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI), el Fondo Multilateral de Inversiones del Grupo BID, Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional (INEFOP) y las principales

empresas tecnológicas. En este sentido, el programa apunta a la inserción laboral de los jóvenes que participen de estos cursos.

Por su parte, el programa Laboratorios Digitales, también apuesta al desarrollo de las habilidades del PC pero a través de la provisión de kits de robótica e impresoras 3D. Además, proveen cursos destinados a la formación y acompañamiento permanente a docentes y estudiantes. Dicho programa se propone transformar las aulas o antiguos laboratorios de informática en Laboratorios de Tecnologías Digitales. El marco conceptual que orienta las acciones se basa en las disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemática) centradas en la enseñanza de robótica educativa, programación, sensores fisicoquímicos y modelado 3D.

Por último, cabe destacar la iniciativa propuestas para Educación Media. En el presente, Plan Ceibal lleva adelante este proyecto con carácter de piloto en unas 50 escuelas de tiempo completo. Tal iniciativa requiere de una preinscripción de todos aquellos docentes que deseen trabajar con sus estudiantes en proyectos vinculados al desarrollo del PC. Dicha propuesta posee el carácter de optativa, especificando que consiste en la provisión de una metodología que los y las estudiantes utilizarán para desarrollar habilidades que les permitan identificar un problema, entenderlo y llegar a soluciones innovadoras. A su vez, integra el trabajo sobre las áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática), el Aprendizaje basado en proyectos y trabajo con material concreto.

En las tres propuestas o programas mencionados podemos inferir el modo en que desde el Plan Ceibal entienden el PC como un conjunto de habilidades a desarrollar, sin embargo, no se cuentan con documentos o diseños curriculares, así como tampoco con planes de estudio para poder identificar la incorporación del PC en un espacio curricular definido. Tampoco aparece en los diseños curriculares, sino que está a cargo de las diferentes iniciativas, programas o proyectos que desde Plan Ceibal se proponen.

Los programas nombrados sobre estas temáticas en particular poseen carácter de optativos por lo que la llegada efectiva de esta metodología para el abordaje de proyectos y su resolución depende de la voluntad de participar de los establecimientos y docentes a cargo de sus grupos de escuelas medias y primarias por lo que se observan propuestas destinadas a nivel inicial. Asimismo, destacan la programación y la robótica educativa como aquellas estrategias o metodologías predilectas elegidas para la enseñanza de las habilidades propias del PC.

Siguiendo la distinción propuesta por Zapata-Ros (2015) respecto a los principios subyacentes a la incorporación del PC en la enseñanza, podría pensarse que las iniciativas de jóvenes a programar y los Laboratorios Digitales que incluyen las actividades de Robótica Educativa y actividades relacionadas con Impresiones 3D estarían más próximas a un modo de concebir la enseñanza y el aprendizaje de las habilidades del PC desde un enfoque conductista. Esto es, centrado en actividades seriadas, progresivas y secuenciales que incluyen la programación como representación del PC así como robótica e impresiones 3D que focalizan en el manejo de dispositivos concretos e involucran modos técnicos de operar sobre la realidad. Con ello no intentamos desmerecer ni descalificar los esfuerzos de este país sino intentar captar el modo, las estrategias y los enfoques en qué fundamentan la enseñanza del PC.

Por último, la propuesta destinada a educación de nivel medio recupera los modos de entender y representa la realidad propios de los campos disciplinares de STEM, el Aprendizaje basado en proyectos y trabajo con material concreto. Se podría suponer que el enfoque o principios subyacentes a la enseñanza del PC en el caso de dicha propuesta busca desarrollar propiamente las habilidades que involucra este modo de pensar y actuar sobre la realidad centrándose en la descomposición y resolución de problemas. La presencia de metodología basada en el aprendizaje por proyectos a cuenta de un enfoque constructivista respecto de cómo se construye el conocimiento. Con ello se destacan hibridaciones, enfoques heterogéneos en este proceso de descubrimiento y familiarización que demanda la enseñanza del PC en la región y en esta nación específicamente.

### **2.3. Argentina: entre cambios y continuidades en torno a las políticas educativas públicas**

Argentina se convirtió en 2018 en el primer país de Latinoamérica en integrar la programación y la robótica en la educación obligatoria de acuerdo con SEP (2018). Este logro se produjo luego de casi tres años de desarrollo de una política orientada a la incorporación de estos saberes, impulsada desde el Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación. Dicho proceso incluyó una consulta nacional con especialistas del mundo académico, la comunidad educativa y el sector industrial, y un trabajo articulado con los gobiernos regionales, además de la construcción de una visión estratégica sobre la integración de estos saberes, en el marco de la alfabetización digital (SEP, 2018, p.28).

A principios del nuevo siglo, la República Argentina estuvo conducida por diversos modelos políticos que buscaron establecer un tipo de política pública en cuanto al uso de las Ciencias de la Computación. Durante el año 2003, -bajo la Presidencia de Néstor Kirchner- se produce el devenir de una nueva Ley de Educación Pública Nacional (Ley n° 26.206, 2006) creada para la administración del entonces llamado Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Al poco tiempo también se creó el INFOD (Instituto Nacional de Formación Docente). Estos cambios intentan pensar en una forma de jerarquización de la docente a través de la formación continua.

A partir de este marco legal, se incorpora el Programa Conectar Igualdad creado a través del Decreto N° 459/10 (2010). Dicho proyecto, buscó articular distintos sectores del Estado como la Administración Nacional de Seguridad Social (ANSES), el Ministerio de Educación de la Nación, la Jefatura de Gabinete de Ministros y el Ministerio de Planificación Federal de Inversión Pública y Servicios. El objetivo del Plan fue distribuir en las escuelas públicas y en los institutos de formación docente el modelo del 1 a 1, es decir una netbook por alumno y por docente.

La política del Programa buscó la oportunidad de poder manipular otro tipo de software libre, como lo fue el Sistema Operativo Libre (Huayra) y promoviendo el uso de diversas aplicaciones y programas alternativos dejando a un lado a las grandes empresas comerciales.

Además, nacieron portales educativos para pensar y dar a conocer tanto experiencias del colectivo docente a nivel nacional: haciendo conocer los trabajos y estrategias didácticas desde la plataforma Educ.ar, como así también las capacitaciones abiertas y gratuitas para los docentes desde el INFOD.

Para el 2013, con la creación del programa Nuestra Escuela, a través de la resolución CFE N.º201/13 (2013). Su coordinación quedó a cargo del INFoD, órgano responsable de lograr su alcance nacional y que integró a distintos especialistas en TIC preexistentes antes de la implementación de las leyes. Allí participaron docentes pertenecientes al Estado nacional, provincial, y en particular a los institutos de formación docente. Estos últimos fueron entrando con el paso del tiempo en una relación de redes con todos los institutos de formación en el país.

Sumando al contexto de políticas nacionales que permitían ver una coherencia en cuanto a la formación de profesionales en áreas desde la producción y distribución de equipamiento, como programas como Arsat (Empresa Argentina de Soluciones Satelitales Sociedad Anónima) que funcionaron desde 2007 de manera intensiva.

En particular con el tema de programas específicos para el desarrollo del PC nos encontramos con el plan PROGRAM.AR que sucede en 2013 con participación de la Fundación Sadosky (2013) y el portal educativo educ.ar, además del Plan Nacional de Inclusión Digital Educativa.

Algunas de las directrices que buscaron en este tiempo, fueron realizar talleres sobre las diversas aplicaciones de la programación (videojuegos, animaciones, música electrónica, instalaciones interactivas, robótica) orientadas a docentes y estudiantes del último ciclo de secundario. Otras actividades fueron por ejemplo hacer una jornada de debates abierta y federal y un hackatón de desarrollo. Los foros se realizaron en conjunto con el portal educ.ar; el programa Conectar Igualdad y el Programa Nacional de Inclusión Digital Educativo (PNIDE).

Una de las características fue que lograron un proceso de innovación al permitir que los alumnos participen como tales en ámbitos propicios, como es el ámbito universitario, y se les permitió hablar y entablar contenidos conforme a sus necesidades. Es decir que se buscó tender puentes con diversas instituciones y una política del encuentro para promover competencias desde el PC

Otro de los programas que fueron creándose en el marco del Plan Nacional Integral de Educación Digital (PLANIED) en 2016, busca ser una propuesta del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación para integrar la comunidad educativa a la cultura digital.

A partir de este documento se aclaran algunas cuestiones, como por ejemplo qué es lo que se consideran las TIC. Entendiéndose como formas culturales y espacios en los cuales no solo circula información, sino también las distintas dimensiones que permitan la subjetividad y la construcción del conocimiento.

Con el cambio de gestión política, a partir de la Presidencia de Mauricio Macri desde 2015, el plan Conectar-Igualdad fue reemplazado mediante el decreto N° 386/18 (2018) y nace el Plan Aprender Conectados en el ámbito del Ministerio de Educación y Deportes. Dicho plan busca promover la Alfabetización Digital en particular con la incorporación de la programación y de la robótica.

Con la Resolución CFE N°343/18 (2018) se establecieron los Núcleos Prioritarios para la Educación Digital, Programación y Robótica (a partir de ahora NAP EDPR) que incluyen los niveles de educación Inicial, Primaria, y Secundaria con implementación a nivel nacional.

Así se busca adecuar los documentos curriculares para ubicar las competencias digitales y de robótica. Acompañando un plan de formación docente continuo, orientado a la sensibilización, difusión e integración de los NAP EDPR. Por ello las acciones serán para promover las competencias del PC centralizando en el aprendizaje de la educación digital, la programación y la robótica.

El desarrollo de estos documentos oficiales genera un gran desafío en las formas de promover y enseñar el PC, la Fundación Sadosky (2013) plantea una postura muy crítica sobre las resistencias en la enseñanza del PC como además la falta de formación en los profesionales sobre la Ciencias de la Computación.

Existe entonces un gran desafío en el proceso de aplicación de estos nuevos contenidos de enseñanza en todos los niveles de educación en Argentina. Al ser tan reciente, no podemos apreciar cómo se está produciendo la aplicación de esta forma de enseñar desde el PC. Pero celebramos que desde las políticas públicas en Argentina sientan la oportunidad de poder profundizar en los cambios sobre las competencias que se deben enseñar para las generaciones futuras, dándole un espacio más que curricular a las Ciencias de la Computación.

De esta manera, podemos inducir que se está siguiendo una epistemología que intenta concebir a las competencias en PC desde la perspectiva de Zapata-Ros (2015) quien nos moviliza desde una lógica que tiene que ver con poder mirar más allá de la preparación de nuestros alumnos como potenciales programadores. Reconocer que el PC es una habilidad relacionada con una forma específica de un modo de pensar permitirá la resolución de problemas usando el juego, la exploración, la creatividad y la fantasía. El pensamiento crítico, la información, la comunicación y la colaboración, desde un todo integrado. Principalmente desde la distribución de una enseñanza democrática e igualitaria.

### **2.3. Chile y el Plan Nacional de Lenguajes Digitales (PNLD)**

Según el Informe Global de Tecnologías de Información preparado en 2014 por el Foro Económico Mundial, Chile lidera el ranking de uso de TIC a nivel latinoamericano (puesto 35 a nivel mundial), y es consistentemente número uno a nivel Sudamérica en todas las métricas consideradas. Por el contrario, un estudio preparado en 2014 por la Corporación Andina de Fomento con datos obtenidos desde el Banco Mundial sitúa a Chile muy por detrás de México, Brasil, Argentina y Costa Rica en cuanto a innovación basada en Tecnología.

Sumado a lo anterior, el diagnóstico de la Fundación Chile (2017) a nivel país arroja que si bien se ha avanzado en el buen uso y la inclusión de las TIC en el currículum escolar y pese a

que Chile cuenta con una de las mejores infraestructuras escolares de Latinoamérica, donde según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) nueve de cada diez establecimientos educacionales (colegios y liceos) tienen salas de computación, no necesariamente es suficiente para una revolución digital y tecnológica en la educación chilena.

En este sentido, la consultora FK Economics menciona que el primer intento del gobierno chileno por desarrollar el pensamiento digital surge hace más de 20 años, en la década de los 90 a través de la creación del programa "Enlaces", que buscaba entregar cobertura universal para el aprendizaje de las TIC. Actualmente, la red Enlaces trabaja con todos los colegios subvencionados de Chile, entregando estrategias de enseñanza con el uso de tecnología, capacitando profesores, ofreciendo talleres para estudiantes y recursos educativos digitales e infraestructura.

En relación con el PC y a la programación, recientemente se han desarrollado diversas iniciativas y proyectos con el objetivo de aumentar los conocimientos de programación en Chile. Estos son el proyecto "Programa tus ideas", desde 2015 de Fundación País Digital y Samsung o "La Hora del Código", realizado por Kodea, Ucorp, Corporación de Fomento a la Producción (Corfo) y otras instituciones desde 2015; en el mismo sendero, la Red de colegios SIP ha implementado cursos de programación en los colegios utilizando plataformas como Code.org, *Scratch* y *Khan Academy*. También, firmó un acuerdo con *Google for education* en 2017, con el objetivo de incentivar la programación en Chile y adicionalmente abrirá el primer colegio enfocado en la programación.

A pesar de los intentos, dichas iniciativas no han logrado desarrollarse a nivel transversal en la sociedad chilena y puede deberse a que los indicadores del país que muestran que los conocimientos digitales son excesivamente bajos.

Lo anterior, se ve reflejado en los puntajes del Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE TIC), de 2011 y 2013 que evalúa el nivel de desarrollo de habilidades TIC para el aprendizaje que han alcanzado los estudiantes del sistema escolar chileno y pone de manifiesto que los estudiantes de Chile no están logrando los niveles mínimos en habilidades computacionales y en habilidades de orden superior o del siglo XXI.

En este sentido y atendiendo la asignatura pendiente, en 2018 el Centro de Innovación del Ministerio de Educación del Gobierno de Chile (Mineduc) en una alianza con el sector privado da inicio al Plan Nacional de Lenguajes Digitales con el lanzamiento de un piloto convocando a 220 establecimientos educativos y cuyo objetivo fundamental es impulsar la transformación digital del país.

Logrando mediante acciones formativas a docentes en el uso de herramientas que contribuyan a promover la enseñanza del PC y la programación en el aula como apoyo a la implementación curricular con la finalidad de que los estudiantes chilenos a través del aprendizaje de la programación desarrollen habilidades de orden superior como la colaboración, resolución de problemas, autorregulación, comunicación, habilidades lógicas y la creatividad y pensamiento crítico.

El Plan Nacional de Lenguajes Digitales de acuerdo con Mineduc (2019) busca promover la enseñanza del PC y la programación en el sistema educativo para potenciar las habilidades de resolución de problemas e innovación en ambientes tecnológicos. Dicha iniciativa es parte del programa del gobierno chileno y de las medidas del Mineduc anunciadas en el plan "Chile Aprende Más" que tiene previsto proporcionar acciones formativas a profesores de Tecnología y de otras asignaturas que realizan clases desde primer año básico a cuarto año medio atendiendo estudiantes de los 6 a los 18 años.

El curso impartido está compuesto por tres módulos, a saber: *Scratch* y *AppInventor*, programación por bloques; Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP); y ABP con uso de *Scratch*. La fase uno del programa arrancó este año con 1200 establecimientos convocados, previendo convocar en 2020 y 2021 en su fase dos y tres a 1500 establecimientos respectivamente. Además, tiene previsto el potenciamiento de acciones que fomenten el desarrollo del PC y programación (Olimpiadas Chilenas de Informática, Competencia Nacional de Robótica, Semana de la Programación, entre otras), así como campañas de sensibilización para comunicar la importancia de esta temática.

Con el análisis situacional en Chile, se percibe que a pesar de que se han puesto en marcha recientes políticas públicas para el desarrollo del PC en el aula, aún resulta prematuro poder vislumbrar los resultados de dicha implementación por lo que aún se considera un desafío para el Gobierno y el sector educativo chileno.

#### **2.4. México y el Marco Referencial de Pensamiento Computacional**

Desde otra posición se encuentra México, que ha fracasado en sus intentos de introducir el PC al currículo, a consecuencia de su baja inversión en infraestructura tecnológica (Fundación Telefónica, 2016). Bajo esta premisa y en pro de aminorar la desventaja con otros países latinoamericanos, a finales de 2018, la Secretaría de Educación Pública del Gobierno de México, a través de la Coordinación General @prende.mx y de su Programa de Inclusión Digital (PID), presentaron el marco referencial de PC para la educación básica, cuyo objetivo principal es iniciar la integración de la comunidad educativa mexicana de los saberes vinculados al mundo digital, en sintonía con las iniciativas más innovadoras del ámbito internacional (SEP, 2018, p.3).

Pese a lo anterior, desde 2017 en México, se ha intentado incluir la programación dentro del apartado de autonomía curricular, para que las escuelas que así lo decidan, incorporen intervenciones educativas sobre programación y robótica. Adicionalmente hay iniciativas que se llevan a cabo a nivel estatal, tanto de escuelas públicas como privadas siendo la infraestructura tecnológica el freno para su consolidación.

Tomando en cuenta lo anterior, el marco referencial presenta al PC y a la programación, tanto en el contexto de la agenda internacional como en relación con la alfabetización digital y su integración en marcos de competencias digitales describiendo a detalle y de forma sistematizada, las iniciativas curriculares de países como Inglaterra, Suecia, Australia y Argentina. A su vez propone una matriz de aprendizaje y dimensiones para la implementación de una política pública orientada a la integración del PC y la programación en educación básica, la cual constituye la primera referencia nacional para estos saberes para las escuelas mexicanas.

En dicha matriz, se propone la implementación del PC integrado a la programación e incorporando a la robótica dentro de sus propuestas de enseñanza y aprendizaje. El marco referencial sugiere iniciar el período de aprendizaje, con nociones introductorias a partir de los 4 años, hasta finalizar la educación secundaria, lo que daría un total de 11 años. SEP (2018) sugiere la incorporación transversal, en propuestas tanto curriculares como extracurriculares en diversas áreas, desde matemáticas hasta las ciencias naturales, ciencias sociales o artes. El eje articulador de la matriz está conformado por dos competencias: el PC y la programación, insertándose en dos áreas de competencia de alfabetización digital: la resolución de problemas y la creación de contenido digital.

Se proponen también seis habilidades centrales del PC: abstracción, automatización, depuración, descomposición, generalización y pensamiento algorítmico. Finalmente, se formulan en el marco referencial de SEP (2018) objetivos de aprendizaje organizados en siete ejes interconectados: tecnología y sociedad, definición de problemas, algoritmos y desarrollo, dispositivos y software, información y ciudadanía, creatividad y colaboración, y ética y seguridad. Además de agrupar los aspectos principales de esta política pública en ocho dimensiones: objetivos de aprendizaje, abordaje pedagógico, recursos educativos, formación docente, inclusión, difusión, organización escolar e infraestructura.

### **3. CONCLUSIONES**

Tras el análisis de las iniciativas de Uruguay, Argentina, Chile y México se concluye que la integración del PC constituye el gran desafío para el siglo XXI en los sistemas educativos de dichos países. Para ello y de acuerdo con Soria y Rivero (2019) es evidente que se deben sumar esfuerzos en la sociedad para incluirlo en los currículos educativos como una habilidad imprescindible en la formación de los estudiantes, la cual no debe terminar en la educación básica; sino que, debe continuar hasta la formación superior

Siguiendo a los autores citados, se sostiene la importancia de la educación e instrucción en las habilidades y competencias del PC en las sociedades del siglo XXI, independientemente del rol que cada ciudadano ocupa en ella. Las autoridades educativas de los países estudiados son pioneras en el proceso de implementación y adecuación de las políticas públicas para sus respectivos sistemas de enseñanza.

Si bien se presentan diferencias en el modo de implementación o en la modalidad de su inclusión curricular a través de una determinada asignatura o de forma interdisciplinaria, y en su carácter optativo u obligatorio en los sistemas educativos analizados; en concordancia con SEP (2018) hay una clara tendencia regional a la incorporación de la programación y el PC en los países de América Latina. La mayoría de los países pioneros no lo presentan como un área de conocimiento específico y compartido, sino que asocian esta innovación curricular al desarrollo de las competencias digitales de los estudiantes, es decir, a la alfabetización digital.

El PC entonces, no debería limitarse a la implementación de una determinada asignatura dentro del currículo, más bien debe visualizarse como un eje transversal en el currículo que contribuya a la construcción de una ciudadanía en equidad que elimine las brechas digitales y permita la resolución de problemas a partir de la comprensión y el razonamiento.

Este nuevo escenario, exige que los profesores conozcan las diversas herramientas y lenguajes que permitan el desarrollo del PC. Es un gran desafío que invita a todos los actores a pensar en nuevas formas de dirigir los procesos de enseñanza- aprendizaje y para lograrlo se requiere el compromiso y disposición de los docentes con la finalidad de diseñar mejores prácticas educativas.

Además, el PC no debería incluso derivar en áreas tan concretas como lo es la programación, ya que es mucho más complejo y cotidiano de lo que aparenta. La constitución de documentación oficial y de instituciones privadas, como así las experiencias de otras instituciones generan una línea de trabajo que se debe tener en cuenta a la hora de asumir las responsabilidades que se nos asigne, desde nuestra formación, así como desde nuestra mirada respecto a lo que entendemos por Tecnología, Ciencias de la Computación y por Pensamiento Computacional.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barr, D., Harrison, J. y Conery, L. (2011) Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. *Learning & Leading with Technology*. Recuperado de [http://www.iste.org/Libraries/Leading\\_and\\_Learning\\_Docs/March-2011-Computational\\_Thinking-LL386.sflb.ashx](http://www.iste.org/Libraries/Leading_and_Learning_Docs/March-2011-Computational_Thinking-LL386.sflb.ashx)
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education: Implications for policy and practice*. Luxembourg: European Commission, Joint Research Centre.
- Cobo, Cristóbal (2016) *Plan Ceibal: nuevas tecnologías, pedagogías, formas de enseñar, aprender y evaluar*. Fundación Ceibal y Telefónica. Recuperado de <https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jsui/handle/123456789/204>
- Decreto N° 459/10 (2010) *Programa Conectar Igualdad*. Buenos Aires, Argentina, 06 de abril de 2010. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/165000-169999/165807/norma.htm>
- Decreto N° 386/18 (2018) *Aprender Conectados*. Buenos Aires, Argentina 27 de abril de 2018. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/305000-309999/309610/norma.htm>
- Fábrega, R., Fábrega, J. y Blair, A., (2016) *Analizar, crear, evaluar. La enseñanza de Lenguajes de Programación en la Escuela: ¿Por qué hay que prestarle atención?*. Santiago de Chile: Fundación Telefónica.

- ISTE y CSTA (2011) *Computational Thinking: Teacher Resources*. First Edition. Recuperado de <http://www.iste.org/store/attachmentdownload.aspx?id=2159>
- Ley, N. (2006). 26.206, Ley de Educación Nacional. *Boletín Oficial, Buenos Aires, Argentina*, 28.
- Ministerio de Educación y Deportes de la Nación, (2016) *Competencias de educación digital*", 1.a ed., Buenos Aires, 2016. Dirección de Educación Digital y Contenidos Multiplataforma, Educ.ar S. E. 20p.; 20x28 cm. ISBN en trámite
- Ministerio de Educación del Gobierno de Chile [Mineduc] (2019) Plan Nacional de Lenguajes Digitales. Recuperado de <http://www.lenguajesdigitales.cl/>
- OECD. (2006). Are students ready for a technology- rich world? What PISA studies tell us Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Resolución CFE N° 201/13. Buenos Aires, Argentina 21 de agosto de 2013. Recuperado de <https://cfe.educacion.gob.ar/resoluciones/res13/201-13.pdf>
- Resolución CFE N° 343/18. Buenos Aires, Argentina 12 de septiembre de 2018. Recuperado de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/res\\_cfe\\_343\\_18\\_0.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/res_cfe_343_18_0.pdf)
- Secretaría de Educación Pública [SEP] (2018) *Pensamiento computacional. Marco referencial para Educación Básica*. Coordinación General @prende.mx. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/417818/Marco\\_de\\_Referencia\\_-\\_Pensamiento\\_Computacional.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/417818/Marco_de_Referencia_-_Pensamiento_Computacional.pdf)
- Soria Valencia, E. y Rivero Panaqué, C. (2019). Pensamiento computacional: una nueva exigencia para la educación del siglo XXI. *Revista Espaço Pedagógico*, 26(2), 323-337.
- UNESCO (2017) *TIC, educación y desarrollo social en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/MINEDU/5802>
- UNESCO y ANEP (2009) *En el camino del Plan CEIBAL. Referencias para padres y educadores*. Montevideo, Uruguay. Recuperado de <https://www.ceibal.edu.uy/es>
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. View Point. *Communication of ACM*. Vol. 49, No. 3. Pág. 35. Disponible el 19 de agosto de 2011 en <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/publications/Wing06.pdf>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED, Revista de Educación a distancia*, 46. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/46/zapata.pdf>

---

## INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

### Enrique Arturo Vázquez Uscanga

Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires

Profesor investigador miembro de la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación, egresado de la Maestría en Educación Virtual del Instituto de Investigaciones en Educación de la Universidad Veracruzana e Ingeniero Informático por la Universidad de Xalapa en México. Se ha desempeñado los últimos once años como profesor de Informática y Matemáticas en nivel medio superior. Su trabajo de investigación los últimos cinco años se ha enfocado en la apropiación tecnológica y las habilidades digitales que los estudiantes desarrollan a su paso

por el bachillerato. Actualmente es estudiante de la especialización en Tecnología Educativa en la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras.

**Johanna Bottamedi**

Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires

Licenciada en Cs. de la Educación y profesora de enseñanza media y superior en Cs de la Educación por la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires. Se desempeña como profesora de Informática en nivel medio superior así como facilitadora pedagógica digital en Intec Argentina. Diplomada en FLACSO Argentina en Educación y Nuevas Tecnologías. Especialista en Tecnología Educativa por la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras.

**María Luz Brizuela**

Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires

Profesora de Historia de la Universidad Nacional de Catamarca en Argentina. Diplomada en FLACSO Argentina en Educación y Nuevas Tecnologías. Actualmente es estudiante de la maestría en Tecnología Educativa en la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras.



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## **Dominio de habilidades del pensamiento computacional en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Sucre de Quito - Ecuador**

### **Mastery of computational thinking skills in the students of the Sucre Superior Technological Institute of Quito – Ecuador**

Hamilton Omar Pérez Narváz   
Universidad Central del Ecuador (Ecuador)  
[hperez@uce.edu.ec](mailto:hperez@uce.edu.ec)

Alex Álvarez-Zurita   
Universidad Central del Ecuador (Ecuador)  
[amalvarez@uce.edu.ec](mailto:amalvarez@uce.edu.ec)

Carlos Roberto Guevara Herrera   
Profesor Instituto Tecnológico Superior “Sucre”  
[cguevara@tecnologicosucre.edu.ec](mailto:cguevara@tecnologicosucre.edu.ec)

Recibido: 29/09/2019  
Aceptado: 9/12/2019  
Publicado: 26/12/2019

#### **RESUMEN**

El pensamiento computacional y las habilidades relacionadas con él son de interés tanto para el campo educativo, así como para el campo profesional, pues la habilidad de resolución de problemas apoyada en la informática se convierte en un elemento necesario para las personas que viven en la sociedad actual. La investigación tuvo como propósito dos situaciones: diagnosticar el nivel de desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior “Sucre”, así como establecer las relaciones existentes entre las habilidades seleccionadas del mismo como son orientación espacial, toma de decisiones, empleo de bucles y elaboración de funciones o subrutinas para la resolución de problemas. Con esta finalidad se aplicó un instrumento validado que consta de 32 problemas para resolver en un ambiente gráfico conformadas de la siguiente manera: 4 preguntas acerca de direcciones, 8 sobre bucles definidos e indefinidos, 12 sobre toma de decisiones, 8 acerca de funciones y subrutinas. Las conclusiones más importantes establecen fortalezas de los estudiantes en relación con el empleo de algoritmos de dirección y empleos de bucles para la resolución de problemas algorítmicos, así como hallaron dificultades en el empleo de toma de decisiones y uso de subrutinas. Además, establece que existe relación entre el desarrollo que tengan en la habilidad toma decisiones y otras habilidades como empleo de bucles de repetición o elaboración de subrutinas, que se expresa en la dificultad de los estudiantes a tomar una decisión razonada y lógica al momento de resolver un problema.

#### **PALABRAS CLAVE**

Pensamiento lógico; pensamiento computacional; habilidades de información; evaluación.

## ABSTRACT

Computational thinking and its skills are of interest for the educational field, as well as for the professional field, since the problem-solving ability supported by computer science becomes a necessary element for people living in the actual society. The aim of the investigation was two situations: to diagnose the level of computational thinking development in the students of the Instituto Tecnológico Superior “Sucre”, as well as to establish connections between the selected skills, such as spatial orientation, decision making, employment loops and elaboration of functions or subroutines for problem solving. For this purpose, a validated instrument was applied; it consists of 32 problems to solve in a graphic environment formed as follows: 4 questions about directions, 8 about defined and indefinite loops, 12 about conditional ones, 8 about functions and subroutines. The most important conclusions establish students' strengths in relation to the use of management algorithms and loop jobs, similarly, difficulties in the use of conditions and use of subroutines were found. Besides, it establishes that there is a relationship between the development they have in the decision-making ability and other skills such as the use of repetition loops or the elaboration of subroutines, which is expressed in the students' difficulty in making a reasoned and logical decision at the time of solve a problem.

## KEYWORDS

Logical thinking, computational thinking, information skills, evaluation

## CITA RECOMENDADA

Pérez, H.O. (2019). Dominio de habilidades del pensamiento computacional en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Sucre de Quito - Ecuador. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 48-60. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite.394221>

### Principales aportaciones del artículo y futuras líneas de investigación:

- Establecimiento de la línea base acerca de las habilidades del pensamiento computacional en el Instituto Tecnológico Superior Sucre
- Relacionar las habilidades del pensamiento computacional evaluadas en la solución de problemas
- Aplicación del instrumento en otras instituciones de educación superior estableciendo el nivel de desarrollo del pensamiento computacional con la intención de reingresar las ciencias computacionales a la malla curricular de la educación general básica y bachillerato en el Ecuador.
- Diseño de metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de habilidades del pensamiento computacional.

## 1. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual ha considerado la adquisición de nuevas habilidades a las tradicionalmente requeridas, tanto en la vida profesional como en las actividades cotidianas. Por ello se han considerado aquellas que tienen relación con el uso de la tecnología informática como importantes para esta época.

Al respecto Scott (2015) menciona que esta integración de nuevos conocimientos se debe a situaciones como:

La mundialización, las nuevas tecnologías, las migraciones, la competencia internacional, la evolución de los mercados y los desafíos medioambientales y políticos transnacionales son todos ellos factores que rigen la adquisición de las competencias y los conocimientos que las y los estudiantes necesitan para sobrevivir y salir airoso en el siglo XXI. (p. 2).

Dentro de estas habilidades necesarias, para los profesionales al igual que para el resto de personas, el pensamiento computacional va adquiriendo una importancia en los últimos años, de

manera que se han elaborado propuestas para su desarrollo desde las etapas iniciales de educación formal como en el caso del K-12 del Reino Unido, donde se recomienda por parte de Royal Society of Education y la Royal Academy of Engineering (2012) “Se debe implementar un plan de acción, con vistas a permitir que todos los jóvenes tengan la oportunidad de estudiar Tecnología de la Información y Ciencias de la Computación” (p. 8) con la intención de desarrollar en los estudiantes conocimientos informáticos aplicables a la industria y los negocios que los países desarrollados requieren.

En los Estados Unidos, la CSTA e ISTE, organizaciones relacionadas con la enseñanza y desarrollo de las Ciencias de la Computación, respectivamente, coinciden en la importancia del tema, señalan que al ser llamadas a integrarse dentro del proyecto de incluir el pensamiento computacional en la formación de los estudiantes estadounidenses aceptaron “el compromiso con el firme principio de que todos los estudiantes debían demostrar competencia en las habilidades básicas del pensamiento computacional, en el momento de graduarse o finalizar la educación escolar” (CSTA-ISTE, 2011, p.4).

El término pensamiento computacional, tiene su génesis en el documento de Wing (2006) publicado por el ACM donde expresa: “El pensamiento computacional es una habilidad fundamental para todos, no solo para los informáticos. A leer, escribir y realizar operaciones aritméticas, deberíamos agregar el pensamiento computacional pensando en la capacidad analítica de cada niño” (p. 33).

Posteriormente, Wing (2008) explica mejor la relación del PC con otras formas de pensamiento de la siguiente manera:

El pensamiento computacional es una clase de pensamiento analítico. Comparte con pensamiento matemático en las maneras generales en qué podríamos aproximarnos a solucionar un problema. Comparte con el pensamiento de ingeniería en las maneras generales en qué podríamos acercarnos a diseñar y evaluar un sistema grande, complejo que opera dentro de las condiciones del mundo real. Comparte con el pensamiento científico en las maneras generales en qué nos podríamos acercar a la computación comprensiva, inteligencia, la mente y comportamiento humano. (p. 3717).

Del análisis documental acerca del tema, se puede considerar como un término en construcción, que propone encontrar convergencias entre distintas formas de pensamiento, empleando la tecnología de manera crítica y creativa, con la intención de resolver problemáticas en diferentes disciplinas del conocimiento y de la sociedad.

Durante estos años, también otros países han desarrollado propuestas para incluirlo en sus planes de estudio, de manera que niños y jóvenes estén en capacidad de resolver problemas apoyados en las posibilidades que brinda los sistemas informáticos.

En América Latina, países como Chile y Colombia han apostado por adaptaciones curriculares que permitan su inclusión. En el caso chileno a nivel escolar, Hitschfeld, Pérez y Simmonds (2015) consideran que esta decisión permitiría dar un salto de país consumidor de tecnología a productor de la misma. Colombia lo ha incluido en la educación media conjuntamente con el modelo de formación STEM con el propósito que sus estudiantes se incluyan en las innovaciones educativas que están presentes a nivel mundial.

En el caso de Ecuador, según reporta Pérez (2017) “las experiencias educativas en el pensamiento computacional son escasas y aisladas, principalmente relacionadas con el uso de Scratch” (p. 21) y no se han establecido mediante investigaciones el desarrollo que tienen los estudiantes de los diferentes niveles educativos: inicial, básico y bachillerato en las habilidades que conforman el PC. Tampoco existen evidencias de propuestas a nivel superior que integren este tipo de pensamiento en la formación profesional que desarrollan las instituciones educativas en los niveles de grado y posgrado.

Actualmente, se han elaborado varios instrumentos con la finalidad de evaluar el desarrollo del pensamiento computacional que han sido validados, por lo que establecer cómo se han desarrollado estas habilidades en instituciones de educación superior para comparar con otros estudios a nivel nacional e internacional es una actividad importante y necesaria que posteriormente permitirá diseñar propuestas curriculares que aporten a complementar la formación del estudiante.

A lo señalado anteriormente, se suma un cambio de política educativa del gobierno actual en Ecuador, que con el diseño de la Agenda Educativa Digital una colaboración entre los Ministerios de Educación y de Telecomunicaciones (Ministerio de Educación del Ecuador, 2017), manifiesta la intención de incluir en la formación de los estudiantes de educación básica y bachillerato, una asignatura denominada Ciencias de la Computación a la que consideran “es una materia que promueve la integración del área de pensamiento computacional en el currículo nacional, desarrollando habilidades de pensamiento claves como el de razonamiento lógico, la modelización, la abstracción y la resolución de problemas” (p. 26).

Sin coincidir con esta propuesta el organismo rector de la educación superior ecuatoriana, SENESCYT, plantea eliminar la Informática de la malla curricular que deben trabajar los institutos tecnológicos superiores, sin que exista un estudio que establezca realmente cuanto se han desarrollado las habilidades relacionadas con el pensamiento computacional en los futuros tecnólogos del país.

Por todo lo mencionado, se determinó la necesidad de realizar la investigación acerca de las habilidades relacionadas con el pensamiento computacional que poseen los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior “Sucre” de la ciudad de Quito, encargado de la formación de jóvenes que desean obtener un título de tecnólogo en las especialidades de: electricidad, electrónica y electromecánica industrial,

Para la investigación se establecieron, entre los elementos relacionados con el PC, las siguientes dimensiones: orientación espacial, toma de decisiones, bucles o repetición de procesos y subrutinas o creación de funciones.

La orientación espacial, a decir de Suárez, Maiz y Meza (2010) “consiste en formar un modelo mental del mundo en tres dimensiones. Es la inteligencia que tienen los marineros, los ingenieros, los cirujanos, los escultores, los arquitectos, o los decoradores” (p.87). En el resto de personas nos permite ubicarnos, así como ubicar objetos, apreciando las distancias o la manera de dirigirnos a ellos.

La toma de decisiones corresponde a una situación cotidiana, puesto que diariamente realizamos infinidad de elecciones de acuerdo con lo que nos proponemos alcanzar.

Al respecto, Kahneman (2011) menciona:

Tomar decisiones es como hablar en prosa, la gente lo hace todo el tiempo, lo sepa o no. Por eso no resulta sorprendente que la lógica de la toma de decisiones la compartan muchas disciplinas, desde las matemáticas y la estadística, pasando por la economía y la ciencia política, hasta la sociología y la psicología. (p. 437).

Entonces, de vital importancia desarrollar en las personas la toma de decisiones, basada principalmente, en su razonamiento por sobre otros factores.

La repetición de procesos facilita replicar acciones de manera automática logrando eficiencia en las acciones. Esta habilidad en la programación, permite repetir sentencias de forma automática o condicional, de acuerdo a lo escrito por el programador, asegurando la ejecución de las líneas que estén dentro del mismo.

Las subrutinas, define Llopis (1998) como:

Uno de los métodos fundamentales para resolver un problema es dividirlo en problemas más pequeños, llamados subproblemas, pudiendo éstos, a su vez, ser subdivididos repetidamente en problemas más pequeños hasta llegar a obtener subprogramas lo suficientemente reducidos como para que resuelvan una única tarea y sean, por tanto, programados de forma más sencilla. (p. 91).

Esta habilidad del pensamiento computacional es similar al proceso denominado análisis que es aplicable a otras disciplinas del conocimiento, así como a la vida diaria.

## 2. MÉTODO

### 2.1. Objetivos

Los objetivos que orientaron la investigación fueron:

- Diagnosticar el nivel de desarrollo en habilidades del pensamiento computacional en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior “Sucre” empleando un instrumento validado internacionalmente.
- Establecer las relaciones entre habilidades algorítmicas del pensamiento computacional para la solución de problemas en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior “Sucre”.

En concordancia con los objetivos se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es el nivel de dominio en las habilidades del pensamiento computacional en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior “Sucre”?
2. ¿Existe relación entre el dominio de la orientación espacial y la toma de decisiones en la resolución de problemas?
3. ¿Existe relación entre el dominio sobre la toma de decisiones y el empleo de bucles de repetición en la resolución de problemas?
4. ¿Existe relación entre el dominio de toma de decisiones y el empleo de funciones o subrutinas en la resolución de problemas?

### 2.2. Participantes

Los involucrados en la investigación corresponden a 336 estudiantes del Instituto Tecnológico Superior “Sucre” de la ciudad de Quito de las especialidades: electricidad, electrónica y electromecánica industrial durante el semestre 2017-2018, matriculados desde primero a sexto, que colaboraron en el llenado del instrumento.

La Tabla 1 resume el número de estudiantes por cursos:

*Tabla 1. Población general dividida por cursos*

<b>Curso</b>	<b>Número de estudiantes</b>	<b>Porcentaje</b>
1	91	27,1
2	127	37,8
3	7	2,1
4	57	17,0
5	36	10,7
6	18	5,4
<b>Total</b>	<b>336</b>	<b>100,0</b>

*Fuente: Secretaría Instituto Tecnológico Superior “Sucre” 2017. Elaboración: Investigadores*

Atendiendo al género la población estudiantil, fueron 307 de género masculino mientras que 29 correspondieron al género femenino. La Figura 1 a continuación muestra esta distribución.

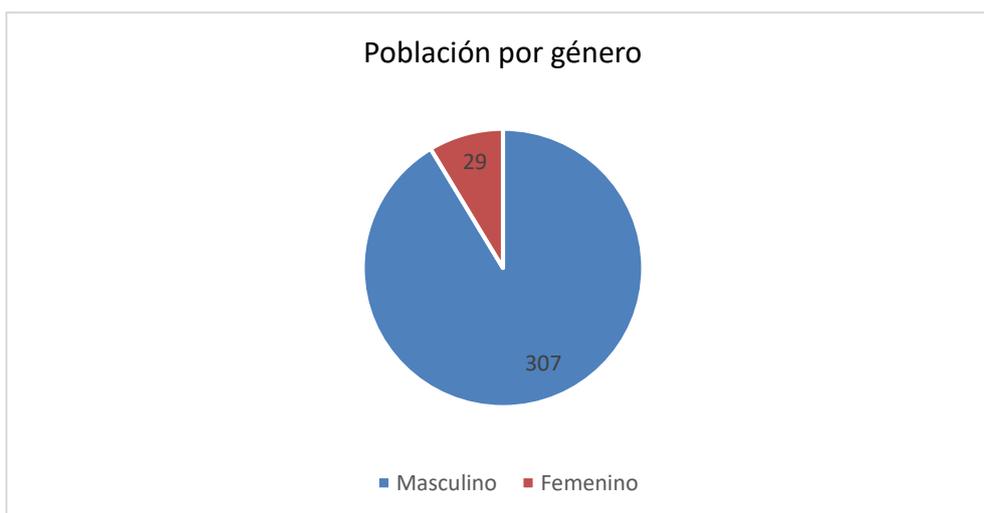


Figura 1. Género del estudiantado participante. Fuente: Elaboración propia.

### 2.3. Enfoque de investigación

Se seleccionó para el estudio un enfoque cuantitativo, guardando relación con el tipo de instrumento que elaboró para el cuestionario que permitió recopilar información de los involucrados.

Por el alcance la investigación fue a nivel descriptivo y correlacional con apoyo de investigación documental.

### 2.4. Procedimiento

En resumen, se procedió en la investigación de la siguiente forma:

#### Fase 1. Preparación de la investigación

Establecido el problema de investigación y el grupo de colaboradores, se sostuvo una conversación previa con las autoridades, donde se solicitó el permiso para realizar la investigación en la institución. Además se aseguró la participación de los estudiantes y el apoyo de los docentes.

También, se mantuvo contactos con los investigadores españoles que elaboraron el cuestionario denominado Computational Thinking Test 1 (Román, Pérez y Moreno, 2016), para evaluar el pensamiento computacional. Contando con el permiso de los autores se procedió a adaptarlo, principalmente en lo correspondiente al lenguaje debido a las expresiones idiomática propias del cada país y el tipo de ejercicios propuestos.

#### Fase 2. Recolección de información

Luego, se implementó mediante la plataforma de Google Drive, un sitio para que los estudiantes llenen los cuestionarios de forma que los resultados fueran alojados automáticamente en una hoja de cálculo. Los estudiantes que estaban empezando un nuevo ciclo académico en los diferentes cursos de la especialidad fueron encuestados, solicitando su participación.

#### Fase 3. Análisis e interpretación

Para el procesamiento de la información se empleó el software estadístico SPSS, obteniendo medidas de tendencia central y frecuencias, al igual que gráficos de entre los cuales se seleccionó los más representativos organizando por aciertos y desaciertos.

En lo que se refiere a establecer la relación entre habilidades del pensamiento computacional, se seleccionó el coeficiente de correlación de Pearson, debido que en durante el análisis se optó por considerarlas como variables cuantitativas.

Finalmente, los resultados permitieron llegar a conclusiones que se resumen en el artículo.

## 2.5. Instrumentos

El instrumento empleado es un cuestionario compuesto por datos personales, género y semestre de estudio, posteriormente posee tres ejemplos de cómo trabajar en la selección de opciones y finalmente presenta al estudiante 35 problemas en ambiente gráfico con cuatro tipos de solución que el estudiante puede escoger, incluyendo el ítem denominado no conoce.

Se compone de dos secciones: la primera corresponde a datos informativos y la segunda se compone de problemas algorítmicos que emplean distintas sentencias relacionadas al pensamiento computacional, conformadas de la siguiente manera: 4 preguntas acerca de orientación espacial, 8 sobre bucles definidos e indefinidos, 12 sobre toma de decisiones o condicionales y 11 problemas acerca de funciones y subrutinas.

Como se mencionó con anterioridad, la autoría del instrumento corresponde a Román, Pérez y Moreno (2016) quienes lo describen de la siguiente manera “Computational Thinking Test 1 (CTt) es un instrumento de opción múltiple [...] que se administran en línea (a través de dispositivos electrónicos móviles o no móviles) en un tiempo máximo de 45 minutos” (p. 3).

Se puede señalar que el instrumento reúne las características apropiadas para evaluar el pensamiento computacional, ya que, al realizar el análisis de fiabilidad mediante el Alfa de Cronbach, alcanza un valor de 0,743; de acuerdo con García-Bellido, González y Jornet (2015) es considerado como aceptable tomando en cuenta que la “Correlación elemento-total corregida, es el coeficiente de homogeneidad corregido. Si es cero o negativo se elimina” (p. 7).

Como el valor obtenido no está en ninguno de los casos mencionados y comparado con el valor reportado por Román, Pérez y Moreno (2016) que indican que las validaciones de contenido ya han sido informadas, como la fiabilidad es de  $\alpha \approx 0,80$ , entonces se trabajó con un instrumento de un valor alto de fiabilidad.

## 3. RESULTADOS

En la figura 2 se muestran los porcentajes de aciertos que alcanzan por pregunta los estudiantes donde el 3,274% no aciertan, aciertan un 25% de preguntas el 7,44%, aciertan en el 75% de preguntas 36% y alcanzan el 100% de respuestas correctas el 32,14%. La mayor parte de los estudiantes logra resolver de 2 a 4 preguntas por lo que se puede considerar que en ellos existe un dominio en esta habilidad algorítmica del pensamiento computacional.

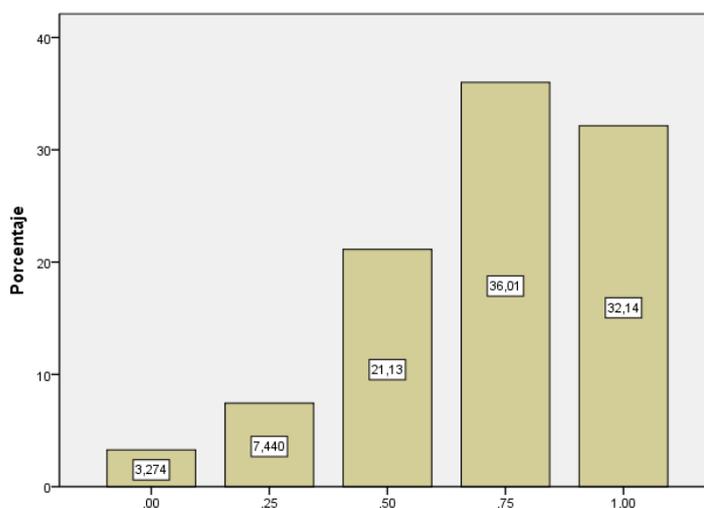


Figura 2. Promedios de respuestas problemas sobre algoritmos de orientación espacial.  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3 se observa que no tienen un solo acierto el 1,19% de los estudiantes mientras el 3,869% alcanza un 13%, el 6,25% de los estudiantes alcanzan un 25% de respuestas acertadas, el 13,69% alcanza un 38% de aciertos, el 19,35% resuelve correctamente el 50% de los problemas, el 22,92% resuelve el 63% acertadamente, el 23,81% responde correctamente el 75% de las preguntas, 8,036% de los estudiantes resuelven correctamente el 88% de los problemas y finalmente el 0,893% de los participantes resuelve correctamente el 100%. La mayoría de los participantes se ubican en un rango de resolver correctamente el 38% al 75% los problemas referidos al empleo de bucles.

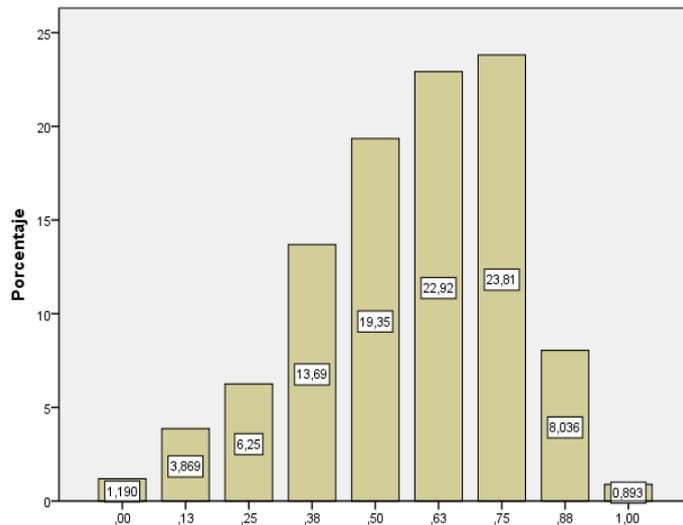


Figura 2. Promedios de respuestas problemas sobre bucles. Fuente: Elaboración propia.

Se puede considerar que obtienen un nivel medio de aciertos.

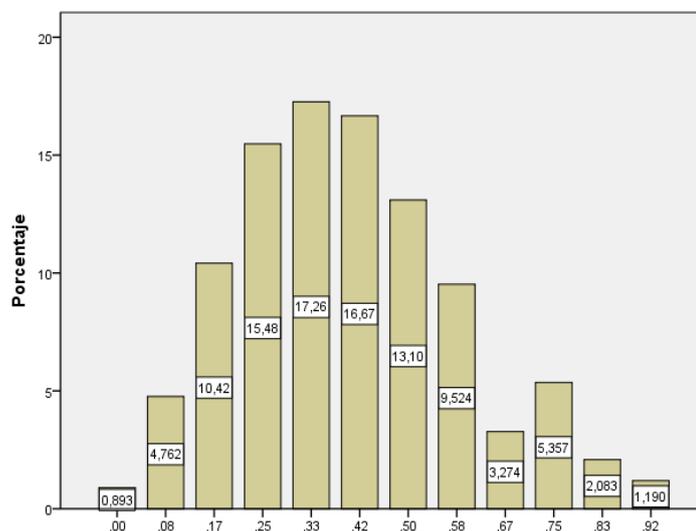


Figura 4. Promedios de respuestas problemas sobre toma de decisiones. Fuente: Elaboración propia.

La figura 4 muestra los resultados alcanzados por los estudiantes al resolver problemas sobre condiciones en donde el 0,893% posee un porcentaje de 0 aciertos, 4,762% alcanza un 8% de aciertos, el 10,42% logra 17% de aciertos, el 15,48 % de los estudiantes logra resolver correctamente el 25% de los problemas, 17,26% resuelve el 33% de los problemas, 16,67% de los estudiantes resuelve el 42% de los problemas, 13,10% alcanza a resolver correctamente el 50% de los problemas, un porcentaje de 3,274% pudo resolver el 67% de los problemas, el 5,357% obtuvo el 75% de los problemas resueltos correctamente, el 2,083% logró resolver

correctamente el 83% de los problemas y el 1,190% alcanzó a resolver el 92% de los problemas correctamente. Se puede considerar que obtienen un nivel bajo de aciertos en las respuestas.

En la figura 5 se puede observar los porcentajes de aciertos en las preguntas relacionadas a la elaboración de subrutinas el 5,655% de los estudiantes tienen 0% de aciertos, el 16,07% alcanza el 13% de aciertos, el 21,13% obtuvo 25% de aciertos, el 22,62% logra el 38% de aciertos, el 14,88% obtiene el 50% de aciertos, el 11,31% logra 63% de aciertos, el 4,762% obtuvo 75% de respuestas acertadas, un 2,976% de los estudiantes alcanza el 88% de aciertos y finalmente el 0,595% obtuvo 100% de aciertos.

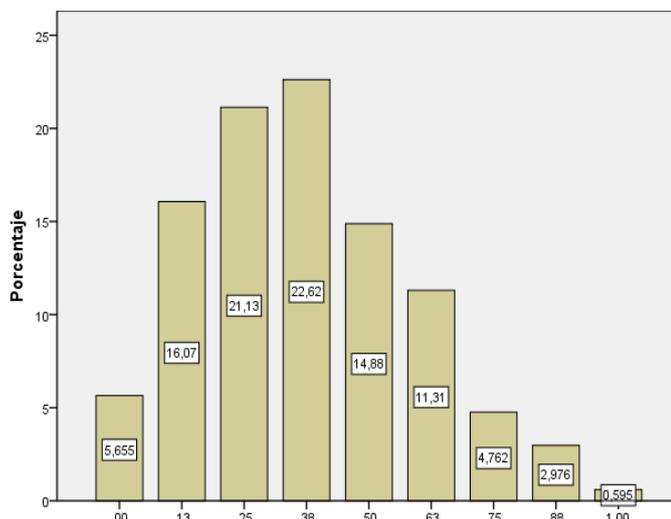


Figura 5. Promedios de respuestas problemas con subrutinas. Fuente: Elaboración propia.

La mayoría de los participantes se ubica en un rango de resolver correctamente entre 25% al 50% en los problemas referidos al empleo de condiciones. Se puede considerar un nivel bajo de aciertos en las respuestas que puede guardar relación con el escaso desarrollo del análisis frente a los problemas.

### 3.1. Correlaciones

Con el interés de establecer el grado de relación existente entre las habilidades seleccionadas en la investigación, se aplicó a los datos el coeficiente de correlación de Pearson a los datos obtenidos que pretenden responder a tres cuestiones que son:

#### 3.1.1. ¿Existe relación entre orientación espacial y la toma de decisiones en la resolución de problemas?

Tabla 2. Correlaciones

		Promedio de direcciones	Promedio de condicionales
Promedio de orientación espacial	Correlación de Pearson	1	,421**
	Sig. (bilateral)		,000
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	23,231	7,122
	Covarianza	,069	,021
	N	336	336
Promedio de toma de decisiones	Correlación de Pearson	,421**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	7,122	12,317
	Covarianza	,021	,037
	N	336	336

Fuente: Cuestionario aplicado a estudiantes. Elaboración: Investigadores

Una vez realizado el estudio correlacional (coeficiente de Pearson) entre orientación espacial y toma de decisiones, se observa que hay una relación directa significativa de 0,421 entre ambas por lo que se asume que existe influencia entre las dos habilidades del pensamiento computacional.

### 3.1.2. ¿Existe relación entre la toma de decisiones y el empleo de bucles de repetición en la resolución de problemas?

Tabla 3. Correlaciones

		Promedio de condicionales	Promedio de bucles
Promedio de condicionales	Correlación de Pearson	1	,349**
	Sig. (bilateral)		,000
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	12,317	4,585
	Covarianza	,037	,014
	N	336	336
Promedio de bucles	Correlación de Pearson	,349**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	4,585	13,983
	Covarianza	,014	,042
	N	336	336

Fuente: Cuestionario aplicado a estudiantes. Elaboración: Investigadores

Una vez realizado el estudio correlacional (coeficiente de Pearson) toma de decisiones y empleo de bucles de repetición en la resolución de problemas, se observa que hay una relación directa significativa de 0,349 entre ambas por lo asume que existe influencia entre las dos habilidades del pensamiento computacional.

### 3.1.3. ¿Existe relación entre toma de decisiones y el empleo de funciones o subrutinas en la resolución de problemas?

Tabla 4. Correlaciones

		Promedio de funciones y subrutinas	Promedio de condicionales
Promedio de funciones y subrutinas	Correlación de Pearson	1	,390**
	Sig. (bilateral)		,000
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	15,837	5,452
	Covarianza	,047	,016
	N	336	336
Promedio de condicionales	Correlación de Pearson	,390**	1
	Sig. (bilateral)	,000	

Suma de cuadrados y productos vectoriales	5,452	12,317
Covarianza	,016	,037
N	336	336

*Fuente: Cuestionario aplicado a estudiantes. Elaboración: Investigadores*

Una vez realizado el estudio correlacional (coeficiente de Pearson) entre toma de decisiones y empleo de funciones o subrutinas, se observa que hay una relación directa significativa de 0,390 entre ambas por lo que existe influencia entre las dos habilidades del pensamiento computacional.

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Entre los principales hallazgos de la investigación, se observa que los resultados alcanzados por los estudiantes son bastante heterogéneos, difieren de acuerdo con la habilidad evaluada mediante el cuestionario, siendo los relacionados con algoritmos de orientación espacial y empleo de bucles los que alcanzan altos niveles de acierto entre los estudiantes. Mientras que en problemas sobre toma de decisiones y uso de subrutinas muestran niveles elevados de dificultad y pocos aciertos.

Se observa que existe relación entre el desarrollo que tengan en la habilidad de toma de decisiones y otras habilidades como empleo de bucles de repetición o elaboración de subrutinas, que se expresa en la dificultad de los estudiantes a tomar una decisión razonada y lógica que permita resolver un problema.

En resumen, la población investigada no muestra solvencia en las habilidades investigadas de manera que pueda resolver problemas apoyados en el uso de la tecnología y el razonamiento lógico.

Se comparó los resultados con la investigación en el grupo de estudiantes del primer semestre de la Carrera de Informática de la Universidad Central del Ecuador, tomando en cuenta características similares: edad y nivel de formación, que realizó Pérez (2017) sobre el nivel de desarrollo del pensamiento computacional empleando la herramienta Scratch.

Los resultados de esa investigación contrastados con los obtenidos en la presente, muestran coincidencias en la dificultad al resolver problemas de tipo algorítmico, tanto en los estudiantes de la Universidad Central del Ecuador, que obtuvo en el uso de instrucciones “un 37% de aciertos frente al 63% que comete errores” (Pérez, 2017, p. 301), así como en el Instituto Tecnológico Superior Sucre, donde se observó que los estudiantes muestran altos niveles de dificultad frente a problemas que emplean toma de decisiones y sentencias de repetición.

En el aspecto del empleo de subrutinas, que se evidencia en la práctica mediante la capacidad de dividir un problema en partes para su solución, los resultados presentan escasos niveles de eficiencia que pueden incidir en su profesional. La inclusión del PC puede aportar en ese sentido tomando en cuenta lo que manifiesta Hemmendinger (2010):

El objetivo no es enseñar a pensar a todo el mundo como un informático, sino como médicos, arquitectos o abogados, etc. que comprendan cómo usar la computación para solucionar los problemas de sus profesiones y disciplinas y formular nuevas cuestiones que puedan ser exploradas de modo fructífero con dichas herramientas conceptuales. (p.4)

Se considera la probabilidad que los estudiantes del nivel educativo superior no han desarrollado los elementos del pensamiento computacional que aportan a la resolución de problemas de manera eficiente.

En cuanto a las limitaciones de la investigación se podría considerar que el instrumento no considera elementos del pensamiento computacional como creatividad, reuso entre otros y que podrían aportar mayores elementos para establecer el desarrollo que alcanzan los estudiantes,

por lo que sería conveniente continuar con la investigación aplicando otras metodologías que informen sobre otros aspectos no investigados.

También, existe la limitación que corresponde al estudio en una institución, lo que particulariza los resultados. Es importante replicar la experiencia en otras instituciones educativas de nivel tecnológico, de manera que oriente la toma de decisiones sobre la presencia o no una la asignatura que desarrolle competencias informáticas relacionadas con el pensamiento computacional, en la formación de los profesionales tecnológicos en el país.

Como consideración final se puede pensar en investigaciones a futuro que amplíen la visión a nivel nacional acerca del desarrollo del pensamiento computacional, en los estudiantes que ingresan a las instituciones de educación superior, toda vez que en el bachillerato y educación básica ecuatoriana no existe una asignatura que aporte en su desarrollo, así como son escasas las investigaciones acerca del tema en el país.

## 5. ENLACES

Ubicación del instrumento:

<https://drive.google.com/drive/folders/0B7vOwLMkIOzdWFYTF9rZzZHRIE>

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CSTA y ISTE (2011). *Pensamiento computacional. Caja de herramientas para líderes*. Recuperado de <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoComputacional1.pdf>

García-Bellido, R., González, J. y Jornet M. (2015). *Introducción al SPSS*. Universidad de Valencia. Grupo de innovación educativa. Recuperado de [https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS\\_0801B.pdf](https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0801B.pdf)

Hitschfeld, N., Pérez, J. y Simmonds, J. (2015). Pensamiento computacional y programación a nivel escolar en Chile: El valor de formar a los innovadores tecnológicos del futuro. *Bits de Ciencia*, 12, 28–33.

Hemmendinger, D. (2010). A plea for modesty. *ACM Inroads*, 1(2), 4-7. doi: <https://doi.org/10.1145/1805724.1805725>

Kahneman, D. (2011). *Pensar rápido, pensar despacio*. Recuperado de [https://catedradatos.com.ar/media/kahneman\\_pensar.pdf](https://catedradatos.com.ar/media/kahneman_pensar.pdf)

Llopis F., Corbí A., Llorens, F. (2001). *Fundamentos de programación. Vol. I. Metodología*. Recuperado de <http://bvirtual.uce.edu.ec:2057/a/663/fundamentos-de-programacion.-vol.-i.-metodologia>

Ministerio de Educación del Ecuador. (2017). *Agenda Educativa Digital. Enfoque de la Agenda educativa digital*. Quito: Ed. Ministerio de Educación. Recuperado de [www.educacion.gob.ec](http://www.educacion.gob.ec)

Pérez, H. (2017). *Uso de Scratch como herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional en programación y de la carrera de Informática de la Universidad Central del Ecuador*. Tesis doctoral Universidad de Alicante. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=121416>

Román, M., Pérez, J., y Moreno, J. (2016). *Does computational thinking correlate with personality? The non-cognitive side of computational thinking*. Retrieved from: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3012496>

Royal Society Education. (2012). *Shut down or restart. The way forward for computing of UK schools*. London. Retrieved from <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>

- Suárez, J., Maiz, F. y Meza, M. (2010). Inteligencias múltiples: una innovación pedagógica para potenciar el proceso enseñanza aprendizaje. *Revista Revinpost*. Retrieved from: <https://www.redalyc.org/pdf/658/65822264005.pdf>
- Scott, C.L. 2015. El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI? Investigación y Prospectiva en Educación. *Documentos de Trabajo ERF*, No. 14. París: UNESCO.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, 49(3), p. 33–35. Retrieved from <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
- Wing, J. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of Royal Society*, 366, 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118 - Wing08a.pdf>
- 

## INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

### Hamilton Omar Pérez Narváez

Universidad Central del Ecuador

Licenciado en Ciencias de la Educación especialización Informática, Especialista en Entornos Virtuales OEI. Magíster en Educación Superior y Doctor en Investigación Educativa en la Universidad de Alicante. Ha escrito varios artículos relacionados con la Tecnología Educativa y el pensamiento computacional. Profesor de Bachillerato Técnico en Informática, Profesor de la Universidad Central del Ecuador en las cátedras de: Programación, Didáctica de la Informática y Pedagogía, profesor de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en cursos de TIC.

Ha sido tutor de tesis de grado y posgrado en la Facultad de Filosofía, coordinador de Maestría en Educación mención Gestión del aprendizaje mediado por TIC. Actualmente es Director de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales en Informática y coordinador de la Red ecuatoriana de tecnología e innovación educativa.

### Alex Álvarez-Zurita

Universidad Central del Ecuador

Obtuvo su título Magíster en Tecnología Educativa y Competencias Digitales en la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) España en 2019. Obtuvo el título de Magíster en Educación Superior en la Facultad de Filosofía, Letras de Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador (Ecuador) en 2014 y obtuvo el título de Licenciado en Ciencias de la Educación Mención Informática en la Facultad de Filosofía, Letras de Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador (Ecuador) en 2008. Actualmente es profesor de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad Central Ecuador. Y profesor tiempo completo en el Instituto Tecnológico Superior Sucre.

### Carlos Roberto Guevara Herrera

Profesor Instituto Tecnológico Superior “Sucre”

Obtuvo su título Magíster en Tecnología Educativa y Competencias Digitales en la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) España en 2019. Obtuvo el título de Licenciado en Ciencias de la Educación Mención Informática en la Facultad de Filosofía, Letras de Ciencias de la Educación de la Universidad Central del Ecuador (Ecuador) en 2008. Actualmente es profesor del Colegio María de Nazaret y profesor en el Instituto Tecnológico Superior Sucre.



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

# **Análisis y creación de Máquinas Virtuales Cognitivas: Percepción de aprendizaje útil del alumnado Universitario**

## **Analysis and creation of Cognitive Virtual Machines: Perception of useful learning of University students**

Eneko Tejada Garitano   
Universidad del País Vasco  
[eneko.tejada@ehu.eus](mailto:eneko.tejada@ehu.eus)

Ainara Romero Andonegui   
Universidad del País Vasco  
[ainara.romero@ehu.eus](mailto:ainara.romero@ehu.eus)

Aranzazu López de la Serna   
Universidad del País Vasco  
[arantzazu.lopez@ehu.eus](mailto:arantzazu.lopez@ehu.eus)

Naiara Bilbao Quintana   
Universidad del País Vasco  
[naiara.bilbao@ehu.eus](mailto:naiara.bilbao@ehu.eus)

Recibido: 1/10/2019  
Aceptado: 9/12/2019  
Publicado: 26/12/2019

### **RESUMEN**

Las máquinas virtuales cognitivas desde la perspectiva del pensamiento computacional humano, contribuyen a que los estudiantes aprendan a resolver problemas complejos de forma más sencilla y automática sin que medie la tecnología. En este trabajo se presenta una investigación que tiene por objeto conocer la percepción de los estudiantes sobre la utilidad, facilidad y disfrute de uso de las máquinas virtuales cognitivas. El estudio se desarrolló en el marco de un proyecto de innovación docente de la UPV/EHU llevado a cabo con alumnos de cuarto curso del Grado de Educación Primaria de la Facultad de Educación de Bilbao, que tenía por objeto analizar y crear máquinas virtuales cognitivas para resolver problemas de carácter académico de los estudiantes universitarios. Para ello, se llevó a cabo en un estudio de carácter cuantitativo descriptivo. Del estudio se concluye que los estudiantes valoran de forma positiva la utilización de máquinas virtuales cognitivas para realizar un aprendizaje útil.

### **PALABRAS CLAVE**

Pensamiento computacional; máquinas virtuales; innovación educativa

### **ABSTRACT**

Cognitive virtual machines from the perspective of human computational thinking, help students to learn how to solve complex problems more easily and automatically without using technology. This paper presents a research that aims to know the students' perception of the usefulness, ease and enjoyment of the use of cognitive virtual machines. The study was carried out within the framework of a UPV/EHU Teaching Innovation project with students from the last course of the Primary Education Degree (Faculty of

Education in Bilbao), which aimed to analyze and create cognitive virtual machines to solve problems of an academic nature of university students. For this, it was carried out in a descriptive quantitative study. The study concludes that students value positively the use of cognitive virtual machines to perform useful learning.

## KEYWORDS

Computational thinking; virtual machines; educational innovation

## CITA RECOMENDADA

Tejada, E., Romero, A., López, A. y Bilbao, N. (2019). Análisis y creación de Máquinas Virtuales Cognitivas: Percepción de aprendizaje útil del alumnado Universitario. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 61-72. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite.397911>

## Principales aportaciones del artículo y futuras líneas de investigación:

- Presenta un análisis de la percepción de los estudiantes sobre el aprendizaje útil por medio de máquinas virtuales cognitivas en educación.
- Puesta en práctica de una innovación educativa que tiene por objeto analizar y crear máquinas virtuales cognitivas.
- En el futuro, se debería profundizar sobre los instrumentos y recursos humanos que contribuyen al desarrollo del pensamiento computacional sin mediación de tecnología.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Pensamiento computacional (PC) es uno de los objetos de aprendizaje que con mayor fuerza está irrumpiendo en el ámbito educativo. Se trata de un tipo de conocimiento que intenta encontrar acomodo en el currículum escolar en las etapas de escolarización obligatoria y que, sin embargo, hasta la fecha los estándares educativos a nivel global no han facilitado su inclusión y desarrollo (Brunner, Artelt, Krauss y Baumert, 2007; Monseur, Baye, Lafontaine y Quittre 2011).

El PC forma parte de ese compendio de enfoques y constructos pedagógicos innovadores a los que se les ha dado la espalda desde el mundo académico formal (Schneider, 2009; Mazzeo y von Davier, 2008) y que como consecuencia de una corriente favorable a la inclusión de los lenguajes de programación en las escuelas se está incorporando al currículum de los sistemas educativos (Hubwieser, Armoni, Giannakos y Mittermeir, 2014).

En el Reino Unido, Francia o Estonia, por ejemplo, el PC se ha integrado en el corpus curricular para desarrollar competencias transversales como el pensamiento analítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo o la creatividad (Arranz y Pérez, 2017). Y es que la implementación de este tipo de conocimiento permite crear o generar un lenguaje que facilita dar respuesta a situaciones complejas o ininteligibles que hasta el momento el lenguaje que se ha utilizado en la enseñanza obligatoria, de carácter más descriptivo, no ha contribuido (Olabe, Basogain, Olabe, Maíz y Castaño, 2014).

### 1.1. Pensamiento computacional

De la misma forma que ocurre con otros conocimientos académicos emergentes, todavía no hay consenso en la comunidad educativa respecto a la caracterización y significado del pensamiento computacional ya que no existe una definición inequívoca (Román, 2015). El equipo Scratch del Massachusetts Institute of Technology (MIT) señala que el pensamiento computacional es el conjunto de perspectivas, conceptos y prácticas basadas en las ideas del

mundo de la informática (Arranz y Pérez, 2017), y Wing (2006), una de las principales figuras en torno al pensamiento computacional, afirma que se trata de un proceso que implica resolver problemas, diseñar sistemas y entender el comportamiento humano, haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática.

Esa perspectiva del pensamiento computacional puede referirse a un tipo de conocimiento que implementa conceptos básicos de las ciencias de la computación para realizar tareas de manera más sencilla y resolver cuestiones que de otra forma sería muy difícil de abordar, sin que por ello haya que ser experto en ingeniería informática y computación, o haya que utilizar tecnología (Olabe, Basogain y Olabe, 2016). Es decir, el PC permite abordar y resolver problemas, no necesariamente mediante la utilización del ordenador, a través del potencial de las personas.

Desde esta visión, las ideas humanas se valen de la estructura lógica del pensamiento computacional para generar de lenguajes novedosos que permiten decodificar la realidad desde otra perspectiva, y ayuda a organizar los problemas sin que por ello se reemplace la creatividad, el razonamiento o el pensamiento crítico (CSTA y ISTE, 2011).

En este sentido Wing (2011) describe algunas de las propiedades y características del concepto del Pensamiento computacional (Basogain, Olabe y Olabe, 2015) (Tabla 1).

*Tabla 1. Características del pensamiento computacional*

Reformular un problema a uno parecido que sepamos resolver por reducción, encuadrarlo, simular, etc.
Pensar recursivamente
Procesar en paralelo
Interpretar código como datos y datos como código
Generalizar análisis dimensional
Reconocer ventajas y desventajas del solapamiento
Reconocer coste y potencia de tratamiento indirecto y llamada a proceso
Juzgar un programa por simplicidad de diseño
Utilizar la abstracción y descomposición en un problema complejo o diseño de sistemas complejos
Elegir una correcta representación o modelo para hacer tratable el problema
Seguridad en utilizarlo, modificarlo en un problema complejo sin conocer cada detalle
Modularizar ante múltiples usuarios
Prefetching y caching anticipadamente para el futuro
Prevención, protección, recuperarse de escenario peor caso
Utilizar razonamiento heurístico para encontrar la solución
Planificar y aprender en presencia de incertidumbre
Buscar, buscar y buscar más
Utilizar muchos datos para acelerar la computación
Límite tiempo/espacio y memoria/potencia de procesado

Las capacidades del pensamiento computacional de los seres humanos se pueden encontrar de forma natural en diferentes áreas: 1) el lenguaje: la producción y el reconocimiento del lenguaje; 2) el procesamiento de imagen: en cuanto al reconocimiento facial, la extrapolación de volumen sólido; 3) el mapeo espacial; que se refiere al mapeo de

espacios a pequeña escala (objetos de casa) o gran escala (la distribución de una casa o una ciudad); 4) secuencias largas de encadenamientos de eventos (historias orales o escritas; cadenas visuales de eventos reales, etc.); 5) clasificación de objetos usando propiedades generales; 6) reconocimiento de propiedades en objetos externos; 7) y la manipulación espacial mental de objetos: rotas escalar, etc.).

## 1.2. Máquinas Virtuales Cognitivas

El cerebro humano nace y desarrolla sin la enseñanza formal procesos cognitivos manipuladores de información (Carretero, 1982). Estos procesos cognitivos evolutivos que se desarrollan de forma natural pueden considerarse como procesos cognitivos computacionales, ya que desarrollan procesamientos y cálculos de datos de la información sin aparente esfuerzo y con gran eficacia en la obtención de la solución de un problema o situación.

La mente opera con símbolos, que a su vez son una representación del mundo externo y los estados internos de la mente. La psique humana tiene una red muy grande de sistemas que permiten a las personas manipular datos relacionados con el espacio, movimiento, lenguaje, emociones, etc., para desempeñarse con éxito en la sociedad. Llamamos primitivas cognitivas a algunos de estos sistemas computacionales humanos que permiten optimizar las tareas cognitivas.

El uso de estas primitivas cognitivas permite a los estudiantes, entre otras cuestiones, retener los conceptos en la memoria a largo plazo (con acceso inmediato, automático, seguro y sin esfuerzo); manipular los datos en un modo paralelo, confiable y sin esfuerzo; explicarse a sí mismos y a otros los procesos utilizados para llegar a sus decisiones. Sin embargo, a las personas les es difícil identificar las primitivas cognitivas exactas o sistemas computacionales cognitivos que pueden utilizar para resolver problemas que requieren identificación, recuperación y movilización de conocimiento (Olabe, Basogain, Olabe, 2018).

Una forma de desempeño práctico para resolver problemas como el que se ha señalado es dividiendo una tarea compleja en un conjunto de tareas más simples (Wolfram, 2016). De esta forma, se valora la complejidad o dificultad de un problema concretando el conjunto mínimo del mismo (*minimal set*) que se define como la lista de datos conocidos y desconocidos del problema, y la regla o ecuación que une ambos tipos de datos.

Desde el enfoque de las máquinas virtuales cognitivas, los problemas que son equivalentes o análogos, es decir, que tienen el mismo conjunto mínimo (*minimal set*) que el problema original, se definen como problemas isomorfos. Y la ventaja que tienen los problemas isomorfos es que las personas los resuelven por medio de primitivas cognitivas que ya utiliza, es decir, por medio de un lenguaje codificado que ya tiene interiorizado. Una vez identificado o diseñado el problema isomorfo o análogo, se diseña una máquina virtual que lo resuelva, que se define como el grupo de objetos y algoritmos relacionados que delegan tareas a primitivas cognitivas humanas existentes para resolver problemas complejos de manera eficiente, o para ampliar el alcance de la complejidad de problemas pasados (Basogain, Olabe, Olabe y Rico, 2018).

## 2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

La percepción que tienen los estudiantes respecto a la facilidad de uso (PFU) de las máquinas virtuales influye tanto en percepción de utilidad (PU) del recurso tecnológico, como en la percepción de disfrute (PD) que se tiene de la misma, y todas median en la percepción de aprendizaje útil (PAU) que tienen los aprendices (Figura 1) (Wojciechowski y Cellary, 2013).

Otros trabajos ponen de manifiesto que las máquinas virtuales cognitivas permiten a los estudiantes aprender a resolver problemas complejos de forma más sencilla y eficiente en el ámbito de las ciencias experimentales (Olabe, Basogain, Olabe, 2016; Olabe, Basogain, Olabe, 2018). Sin embargo, todavía no se han implementado las máquinas virtuales cognitivas en otros ámbitos.

La presente investigación tiene por objeto conocer la percepción de aprendizaje útil que tiene el alumnado utilizando las máquinas virtuales cognitivas en el ámbito de las ciencias sociales. Concretamente el estudio pretende identificar qué percepción de utilidad, disfrute y facilidad de uso tienen de las máquinas virtuales el alumnado de cuarto curso del Grado de Educación Primaria.

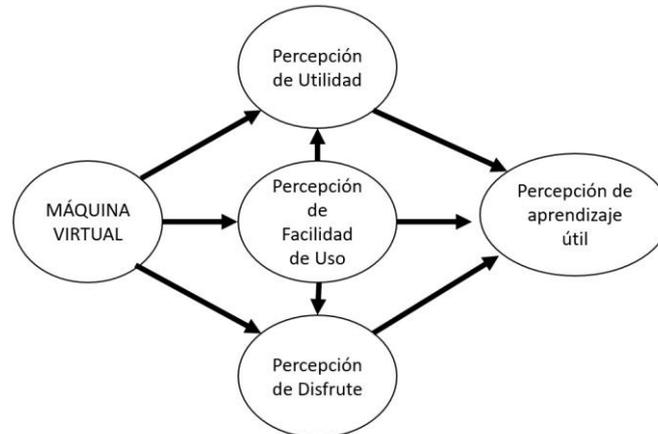


Figura 1. Percepción de aprendizaje útil a través de máquinas virtuales.

## 2. MÉTODO

### 2.1. Muestra

La investigación se desarrolló en la Facultad de Educación de Bilbao, concretamente en dos asignaturas de cuarto curso en el Grado de Educación Primaria: la primera denominada Investigación Curricular en Materiales de Enseñanza se imparte en el Minor denominado el Currículum y los Recursos, y la segunda en el Minor Nuevos Escenarios Pedagógicos para el Aprendizaje Digital.

La muestra del estudio que se presenta a continuación es no probabilística de corte incidental y la conformaron 105 estudiantes de cuarto curso del Grado de Educación Primaria de la Facultad de Educación de Bilbao (UPV/EHU).

### 2.2. Instrumento

El instrumento utilizado para la recogida de datos fue la escala TAM (*Technology Acceptance Model*) de Wojciechowski y Cellary (2013), que permite conocer las percepciones de los estudiantes en contextos de aprendizaje mediada a través de tecnología, y se adaptó ligeramente a las características de la investigación desarrollada con las máquinas virtuales. Este cuestionario estaba formado por 19 ítems, organizados en cuatro bloques, que se valoraban por medio de una escala tipo Likert (1 muy en desacuerdo; 7 muy de acuerdo):

- Percepción de su utilidad (PU)
- Percepción de su facilidad de uso (PFU)
- Percepción del disfrute (PD)
- Percepción de intención de uso (PIU)

### 2.3. Procedimiento

Para realizar la investigación, se llevó a cabo un estudio de carácter cuantitativo descriptivo en el marco y desarrollo de un Proyecto de Innovación Docente Adituak (25) (*PIE Adituak*). Esta innovación educativa estaba financiada por el Servicio de Asesoramiento Educativo (SAE/HELAZ) del Vicerrectorado de Innovación, Compromiso Social y Acción Cultural de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). De esta forma, para obtener los datos

de la investigación, el alumnado fue encuestado una vez hubo desarrollado la experiencia educativa innovadora ACCE.

### 2.3.1. Proyecto de Computación Cognitiva en la Educación

El objetivo de esta innovación educativa era fomentar la utilización de las capacidades computacionales del cerebro humano para el aprendizaje y la enseñanza de materias curriculares de los estudiantes universitarios de la UPV/EHU, desde el enfoque de las Máquinas Virtuales Cognitivas.

### 2.3.2. Desarrollo del proyecto ACCE

La experiencia piloto de la innovación docente llevada a cabo en la Facultad de Educación de Bilbao se denominada Aplicación de la Computación Cognitiva en la Educación (ACCE), y se desarrolló en cuatro fases tal y como se detalla a continuación:

FASE 1. Contextualización: Descripción y comprensión de los Problemas Isomorfos y Máquinas Virtuales.

En esta fase, se analizaron los pasos que son necesarios para desarrollar un problema isomorfo, que es el medio que le permite al alumnado resolver problemas complejos a través de un modelo computacional. Para ello, se partió de la formalización de un problema de cálculo conocido por todos los estudiantes y que catalogaron como complejo de solucionar, lo que permitió plantear el conjunto mínimo o *Minimal Set del mismo* (Figura 2).

*Un tren rojo (Tren1) se desplaza a una velocidad de 40 Km/h en dirección de A a B. Y otro tren rojo (Tren2) se desplaza en sentido contrario de B a A a 60 Km/h. Los dos trenes salen a la misma hora, y la distancia entre los puntos A y B son 200km.*

a) *¿En qué tiempo se cruzan?*

b) *¿Qué distancia habrá recorrido cada tren?*

```

MINIMAL SET
Variables Conocidas-----
Distancia= 200 km
Velocidad1= 40 km/hora
Velocidad2= 60 km/hora
Variables Desconocidas-----
tiempo = ?
Distancia1= ?
Distancia2= ?
Variables Sin utilidad-----
Colortren1=rojo
Colortren2= rojo
Reglas/Procesos-----
tiempo= Distancia/(Velocidad1 + Velocidad2)
Distancia1= Velocidad1 * tiempo
Distancia2= Velocidad2 * tiempo

```

Figura 2. Formalización de un problema (Minimal Set)

Tras formalizar el problema (datos y algoritmo - modelo computacional), se propuso uno de carácter isomorfo o similar con Polos.

*Una familia tiene 4 miembros, y cada día cada miembro come un polo.*

*Otra familia tiene 6 miembros, y cada día cada miembro come un polo.*

*Ambas familias comparten un frigorífico, y en el frigorífico hay 20 polos.*

a) *¿Durante cuántos días hay polos para las familias?*

b) *¿Cuántos polos habrá comido cada familia?*

De esta manera, tanto en el problema de los Trenes como en el problema de los Polos el *Minimal Set* es el mismo (Figura 3):

Conjunto Mínimo - TRENES	Conjunto Mínimo - POLOS
Variables Conocidas----- Distancia= 200 km Velocidad1= 40 km/hora Velocidad2= 60 km/hora  Variables Desconocidas----- tiempo = ? Distancial= ? Distancia2= ?  Variables Sin utilidad----- Colortren1=rojo Colortren2= rojo  Reglas/Procesos----- $tiempo = Distancia / (Velocidad1 + Velocidad2)$  $Distancial = Velocidad1 * tiempo$ $Distancia2 = Velocidad2 * tiempo$	Variables Conocidas----- Polos= 20 polos Familiar_comePolos= 4 polos/dia Familia2_comePolos= 6 polos/dia  Variables Desconocidas----- dias = ? Polos_Familiar= ? Polos_Familia2= ?  Variables Sin utilidad----- No hay variables extra  Reglas/Procesos----- $dias = Polos / (Familiar_comePolos + Familia2_comePolos)$ $Polos_Familiar = Familiar_comePolos * dias$ $Polos_Familia2 = Familia2_comePolos * dias$

Figura 3. Ejemplo de conjunto mínimo (Minimal Set)

Para finalizar se diseñó una máquina virtual (Figura 3) en base al problema isomorfo, que permitía resolver el problema original de los trenes:

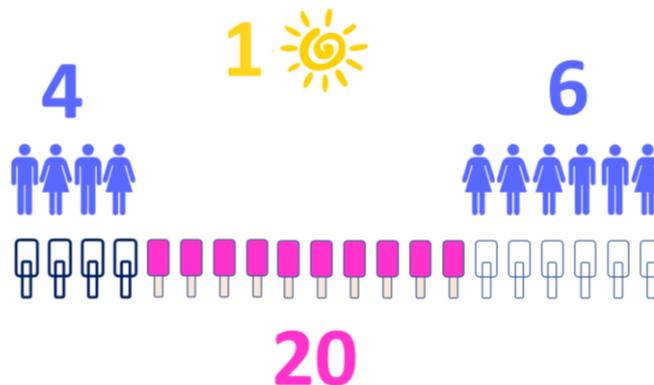


Figura 3. Ejemplo de máquina virtual

FASE 2. Desarrollo: Creación de una máquina virtual cognitiva para educación.

Una vez que los estudiantes analizaron cómo se llega a construir una máquina virtual, en un segundo momento, se procedió a explicar cómo se podría desarrollar el Pensamiento computacional por medio de máquinas virtuales cognitivas en el ámbito de la educación.

Para ello, se partió de la situación de real que venían constatando los profesores de la Facultad de Educación. Y es que en los Trabajos de Fin de Grado de los estudiantes se venían observando errores respecto a la concepción de lo que es un diseño didáctico y el significado de los elementos que lo componen.

Se consideró como un problema susceptible de ser resuelto por medio de una máquina virtual, debido a que en la realidad hay situaciones similares que se solucionan de forma natural por medio de sistemas computacionales humanos y a que las asignaturas en las que se desarrollaba la innovación docente y aplicaba la investigación se situaban en el último curso de carrera.

De esta forma, el profesorado encargado de realizar la innovación docente formalizó el problema y delimitó cuáles eran los elementos fundamentales de un diseño didáctico (análisis situacional; competencias/objetivos; contenidos; metodología; evaluación). Posteriormente, en segundo lugar, el mismo profesorado identificó un problema isomorfo que tenía una formalización del problema similar al original, como podía ser preparar una comida para unos invitados especiales (para quién se cocina, tipo de experiencia culinaria, cómo se cocina y valoración de los comensales). Finalmente, estos profesores diseñaron una máquina virtual denominada *Master Chef* para lo que utilizaron la simbología de una mano donde cada dedo hacía referencia a un elemento del problema formalizado:

- *Análisis situacional*: Pensemos en que vamos a preparar una cena para unos amigos. Necesitamos saber antes de nada cuántos vendrán, sus preferencias, si tienen alergias...

- *Competencias/objetivos*: Queremos preparar una comida que puedan comer todos y que les guste.

- *Contenidos*: el cochinillo, la receta

- *Metodología*: vamos a trabajar con una receta de un cocinero famoso. Seguiremos sus ingredientes, pasos... pero adaptándolos a nuestros invitados, a nuestra cocina, a los utensilios que dispongamos y a nuestra destreza.

- *Evaluación*: ¿Me ha salido bien? ¿Ha sido del agrado de todos? ¿...?

FASE 3. Profundización: Creación de una máquina virtual cognitiva personal.

En esta fase los estudiantes, en grupos de cuatro personas, pensaron en un problema que les ocurría de forma recurrente y aplicaron la secuencia de lo que hay que hacer para crear una máquina virtual.

FASE 4. Evaluación de la experiencia.

Tras finalizar la innovación educativa se evaluó la experiencia a través de la escala TAM, en la que los estudiantes valoraron la utilidad de las máquinas virtuales en educación, su facilidad de uso, así como el grado de disfrute y la intención de usarlas en el futuro tanto de forma personal como profesional.

### 3. RESULTADOS

La investigación realizada pone de manifiesto que la percepción de aprendizaje útil que tiene el alumnado utilizando máquinas virtuales cognitivas es positiva (M 5,26; DT 0,97).

Los estudiantes en general han percibido la utilidad de las máquinas virtuales de forma positiva (M 5,1; DT 0,96), ya que el 73% la ha valorado de forma alta ( $\geq 5 \leq 7$ ).

De forma más concreta se observa que el 80,1% y el 77,1% ha valorado de forma positiva ( $\geq 5 \leq 7$ ) que las máquinas virtuales aumentarían su rendimiento y que son útiles cuando se está aprendiendo, respectivamente. En este sentido, los estudiantes han valorado esta última cuestión con una puntuación media de 5,4 puntos. Por otra parte, casi tres cuartas partes del alumnado (74,3%) cree que el uso de una máquina virtual le facilitaría la comprensión de ciertos conceptos.

Tabla 1. Percepción de utilidad de las máquinas virtuales

	Escala Likert	F	%	Media	DT
El uso de la máquina virtual mejorará mi aprendizaje y rendimiento en esta asignatura	2	3	2,9	4,89	1,068
	3	6	5,7		
	4	30	28,6		
	5	27	25,7		
	6	39	37,1		
		100	100		

El uso de la máquina virtual me facilitaría la comprensión de ciertos conceptos.	1	3	2,9	4,97	1,259
	2	3	2,9		
	3	6	5,7		
	4	15	14,3		
	5	36	34,3		
	6	39	37,1		
	7	3	2,9		
	100	100			
Creo que la máquina virtual es útil cuando se está aprendiendo.	2	6	5,7	5,40	1,276
	4	18	17,1		
	5	21	20,0		
	6	42	40,0		
	7	18	17,1		
		100	100		
Con el uso de la MV aumentaría mi rendimiento.	2	3	2,9	5,03	1,004
	3	6	5,7		
	4	12	11,4		
	5	51	48,6		
	6	30	28,6		
	7	3	2,9		
		100	100		

Los estudiantes han valorado de forma global la facilidad de uso de las máquinas virtuales positivamente (M 5,4; DT 0,94), y entorno al 82,5% ha puntuado esta cuestión de forma alta ( $\geq 5 \leq 7$ ). Un análisis más detallado del estudio muestra como 93,4% ( $\geq 5 \leq 7$ ) cree que usar una máquina virtual es fácil y como la mayoría (92,6%;  $\geq 5 \leq 7$ ) percibe que aprender a usarla no es un problema. Sin embargo, uno de cada cuatro estudiantes (25,5%) ha valorado con una puntuación baja ( $\geq 3 \leq 4$ ) que el aprendizaje es claro y comprensible.

Tabla 2. Percepción de facilidad de uso de las máquinas virtuales.

	Escala Likert	F	%	Media	DT
Creo que el MV es fácil de usar	4	7	6,6	5,59	,701
	5	35	33,0		
	6	58	54,7		
	7	5	5,7		
		100	100		
Aprender a usar la MV no es un problema para mí	3	3	2,8	5,54	,910
	4	6	5,7		
	5	42	39,6		
	6	39	36,8		
	7	15	14,2		
	100	100			
Aprender a usar el MV es claro y comprensible	3	9	8,5	5,23	1,154
	4	18	17,0		
	5	33	31,1		
	6	30	28,3		
	7	15	14,2		
	100	100			

En relación a la percepción de disfrute en el uso de las máquinas virtuales la media global es positiva (M 5,3; DT1,01) y el 76,2% de los estudiantes ha puntuado esta cuestión con 5 o más puntos. Y es que el 71,4% ( $\geq 5 \leq 7$ ) de los alumnos que participaron en la experiencia señala que disfrutó con el uso de las máquinas virtuales y el 77,1% ( $\geq 5 \leq 7$ ) valora positivamente que utilizarlas resulta divertido.

Tabla 3. Percepción de disfrute en el uso de las máquinas virtuales.

	Escala Likert	F	%	Media	DT
Utilizar el MV es divertido	2	3	2,9	5,26	1,029
	4	18	17,1		
	5	39	37,1		
	6	36	34,3		
	7	9	8,6		
		100	100		
Disfruté con el uso de la MV	2	3	2,9	5,17	1,259
	3	9	8,6		
	4	18	17,1		
	5	24	22,9		
	6	39	37,1		
	7	12	11,4		
		100	100		
Creo que la MV permite aprender jugando	3	3	2,9	5,49	1,084
	4	21	20,0		
	5	21	20,0		
	6	42	40,0		
	7	18	17,1		
		100	100		

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De la investigación realizada se concluye que las máquinas virtuales cognitivas pueden contribuir a que los estudiantes aprendan a resolver problemas complejos de forma más sencilla y eficiente en el ámbito de las ciencias sociales. Los resultados obtenidos en este estudio son semejantes a los obtenidos en otros trabajos en el ámbito de las ciencias experimentales (Olabe, Basogain, Olabe, 2016; Olabe, Basogain, Olabe, 2018).

La investigación también concluye que aprender a usar las máquinas virtuales cognitivas y emplearlas para resolver problemas puede ser relativamente fácil, ya que son percibidas como un instrumento útil y su uso proporciona disfrute. Además, el alumnado cree que las máquinas virtuales cognitivas le pueden ayudar a entender mejor algunos conceptos educativos de carácter complejo y a mejorar su rendimiento académico (Wojciechowski y Cellary, 2013).

Para aumentar la valoración de la implementación y uso de las máquinas virtuales cognitivas en el futuro, queda patente que se debe mejorar el desarrollo de la innovación educativa, es decir la ejemplificación, análisis y creación de este concepto novedoso.

Finalmente, tras la reflexión e investigación realizadas, y teniendo en cuenta lo señalado sería interesante llevar a cabo la innovación educativa en otras etapas de educación preuniversitaria.

#### 5. RECONOCIMIENTOS

Proyecto de Innovación Docente Adituak (25) financiado con 3.500 euros por el Servicio de Asesoramiento Educativo (SAE/HELAZ) del Vicerrectorado de Innovación, Compromiso Social y Acción Cultural de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arranz, H., y Pérez, A. (2017). Evaluación del pensamiento computacional en educación. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 3, pp. 25-39. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2017/267411>
- Basogain, X., Olabe, M.A., Olabe, J.C., y Rico (2018). Computational Thinking in Pre-University Blended Learning. *Classrooms Journal Computers in Human Behavior*, 80, pp. 412-419.
- 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, pp. 1-36.
- Brunner, M., Artelt, C., Krauss, S., y Baumert, J. (2007). Coaching for the PISA test. *Learning and Instruction*, 17(2), pp. 111-122.
- Carretero, M (1982). *El desarrollo de los procesos cognitivos: investigaciones transculturales*. Estudios de Psicología. Madrid: Infancia y Aprendizaje.
- CSTA.ISTE. (2011). Computational Thinking in K–12. *Education leadership toolkit*, 43.
- Hubwieser. P., Armoni, M., Giannakos, M. N., y Mittermeir, R. T. (2014). Perspectives and visions of computer science education in primary and secondary (k-12) schools. *Transactions on Computing Education*, 14(2).
- Mazzeo, J., y von Davier, M. (2008). Review of the Programme for International Student Assessment (PISA) test design: Recommendations for fostering stability in assessment results. *Education Working Papers EDU/PISA/GB*, 28, pp. 23-24.
- Monseur, C., Baye, A., Lafontaine, D., y Quitte, V. (2011). PISA test format assessment and the local independence assumption. *IERI Monograph series–Issues and Methodologies in Large Scale Assessments*, 4, pp. 131-158.
- Olabe, J.C., Basogain, X., y Olabe, M.A. (2018). Using the Computational Model of the Mind to Design Educational Methodologies. Solving Problems More Efficiently in the Classroom. *International Journal of Learning and Teaching*, 4(4), pp. 264-270. doi: 10.18178/ijlt.4.4.264-270
- Olabe, J.C., Basogain, X., y Olabe, M.A. (2016). Solving Complex Problems with a Computational Mind: An Alternative to Heuristic Search. *International Journal of Learning and Teaching* 2(1), pp. 12-19. doi: 10.18178/ijlt.2.1.12-19
- Olabe, J.C., Basogain, X., Olabe, M.A., Maíz, I., y Castaño, C. (2014). Solving Math and Science Problems in the Real World with a Computational Mind. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 3(2), pp. 75-82. doi: 10.7821/naer.3.2.75-82
- Román, M. (2015). *Computational Thinking Test: Design Guidelines and Content Validation*. 7th annual International Conference on Education and New Learning Technologies. Barcelona: IATED,
- Schneider, M. (2009). The international PISA test. *Education Next*, 9(4), pp. 69-74.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the Association for Computing Machinery (ACM)*, 49(3), pp. 33-35.
- Wing, J. M. (2011). Computational thinking: What and why. *Recuperado de:* <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

Wojciechowski, R., y Cellary, C. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, pp. 570-585. doi:10.1016/j.compedu.2013.02.014

Wolfram, S. (2016). How to teach computational thinking. Stephen Wolfram Blog. Recuperado de: <http://blog.stephenwolfram.com/2016/09/how-to-teach-computational-thinking/>

---

## INFORMACIÓN SOBRE LOS AUTORES

### **Eneko Tejada Garitano**

Universidad del País Vasco

Eneko Tejada Garitano, es doctor por la Universidad del País Vasco y profesor de la Facultad de Educación de Bilbao y del Máster Universitario Internacional Aprendizaje, Tecnología y Educación de la UPV/EHU. Forma parte del grupo de investigación consolidado Weblearner, y ha participado en diferentes proyectos de i+d+i nacionales e internacionales. Ha desempeñado de forma ininterrumpida una actividad investigadora en el área de la educación, centrada en la aplicación de las nuevas tecnologías a la educación. También ha publicado artículos en revistas nacionales e internacionales de diferente indexación. Fuera del ámbito universitario, imparte cursos de formación a profesorado en activo de Educación Infantil, Primaria y Secundaria sobre, metodologías activas y nuevas tecnologías.

### **Ainara Romero Andonegui**

Universidad del País Vasco

Ainara Romero Andonegui, Doctora en Educación por la Universidad del País Vasco y Profesora de la Facultad de Educación de Bilbao de la UPV/EHU. Su área de conocimiento e investigación se centra en la Tecnología Educativa y la Adquisición del lenguaje. Forma parte del grupo de investigación consolidado Weblearner, y ha participado en diferentes proyectos de i+d+i nacionales e internacionales. En cuanto a la actividad profesional, ha impartido docencia tanto en las etapas de Infantil y Primaria, así como en la Universitaria. Se subraya el papel como docente en contextos de formación online (MiriadaX, OCW).

### **Arantzazu López de la Serna**

Universidad del País Vasco

Arantzazu López de la Serna es doctora y profesora de la Facultad de Educación de Bilbao. Es profesora en Grados de Educación, en el Máster Universitario Aprendizaje, Tecnología y Educación de la UPV/EHU. Forma parte del grupo de investigación consolidado Weblearner y sus líneas de investigación están centradas en la Tecnología Educativa, Género, Inclusión y SPOOC. También ha participado en diferentes proyectos de i+d+i nacionales.

### **Naiara Bilbao Quintana**

Universidad del País Vasco

Naiara Bilbao Quintana es doctora en Educación por la Universidad de DEusto. Su área de conocimiento e investigación se centra en la metodologías activas e innovación educativa. En cuanto a la actividad profesional, ha impartido formaciones para docentes tanto de las etapas de Infantil y Primaria, así como en la Universitaria. Es autora de material didáctico para niveles educativos desde Educación Primaria y Secundaria.



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## Experiencias robóticas en Infantil

### Children's robotics experiences

María Salomé Recio Caride

CEIP Cierva Peñafiel (Murcia, España)  
[mariasalome.recio@murciaeduca.es](mailto:mariasalome.recio@murciaeduca.es)

Recibido: 20/10/2019

Aceptado: 23/12/2019

Publicado: 26/12/2019

#### RESUMEN

En cualquier nivel del ámbito de la educación, cada vez está más presente la robótica. En este artículo, compartimos prácticas llevadas a cabo a lo largo de cinco cursos escolares, con dos grupos de Educación Infantil, iniciándose en el desarrollo del pensamiento computacional. Con él, pretendemos mostrar algunas de las experiencias que se han llevado a cabo desde los 3 años con la intención de dar visibilidad a estas vivencias, por si sirven como ejemplo a quienes aún no se han atrevido a dar el paso e introducir este tipo de pensamiento en los primeros niveles escolares. O para quienes ven con miedo o desaprobación estas prácticas, con la esperanza de que perciban lo positivo que pueden aportar a sus clases y desarrollo integral de su alumnado.

#### PALABRAS CLAVE

Educación Infantil; pensamiento computacional; robótica educativa; experiencias.

#### ABSTRACT

At any level in the field of education, robotics is increasingly present. In this article, we share practices carried out throughout five school courses, with two groups of Early Childhood Education, beginning in the development of computational thinking. With it, we intend to show some of the experiences that have been carried out since 3 years with the intention of giving visibility to these experiences, in case they serve as an example to those who have not yet dared to take the step and introduce this type of Thought in the first school levels. Or for those who see these practices with fear or disapproval, with the hope that they perceive the positive that they can contribute to their classes and integral development of their students.

#### KEYWORDS

Childhood education; computational thinking; educational robotics; experiences.

#### CITA RECOMENDADA

Recio, S. (2019). Experiencias robóticas en Infantil. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 73-84. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite.399641>

## 1. INTRODUCCIÓN

De unos años a esta parte se oye cada vez más hablar de robótica educativa, pensamiento computacional, experiencias de robots en las aulas, etc. Cada día se abren más puertas a estas herramientas y recursos, que están dando pie a una forma diferente de enseñar y de que los niños aprendan en sus aulas, sean de la etapa educativa que sean.

En este artículo, queremos crear en un primer espacio una breve presentación del significado de la robótica en educación y de lo que es capaz de aportar a las aulas educativas.

En un segundo apartado, compartiremos diferentes experiencias que se han llevado a cabo en el aula de Infantil de un colegio público de la ciudad de Murcia desde hace ya algo más de cinco años, con alumnado desde 3 a 5 años, creando actividades, realizando proyectos colaborativos y desarrollando el pensamiento lógico que tanto les ha ayudado a adquirir destrezas y competencias diversas.

La robótica en el ámbito educativo se convierte en un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollar competencias generales como la socialización, la creatividad y la iniciativa, que permitan al estudiante dar una respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual (Bravo-Sánchez y Forero-Guzmán, 2012).

## 2. PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EDUCACIÓN

Cuando tratamos de trabajar con nuevas metodologías en educación, debemos hacerlo con unos objetivos claros. No se trata de introducir nuevos medios o recursos porque queda original o está de moda. Tenemos claro que hay que innovar, que la escuela debe estar al día, y actualizar nuestros métodos, pero siempre hay que justificar y demostrar que estos sirven para avanzar y mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje. La robótica educativa pretende despertar en ellos el interés por los temas de clase y facilitar la comprensión de una variedad de conceptos y fenómenos (Bravo y Forero, 2006).

Por eso es fundamental dar la importancia justa a la herramienta, sabiendo que el alumno puede utilizarla como una herramienta más para reforzar los conocimientos que va adquiriendo en las distintas áreas de conocimiento, complementando al resto de recursos.

Si nos centramos en algunas de las definiciones, como las de Aho (2012), que defiende que el pensamiento computacional es el proceso que permite formular problemas de forma que sus soluciones pueden ser representadas como secuencias de instrucciones y algoritmos, está claro que es un instrumento ideal para trabajar el desarrollo lógico de los niños.

En el año 2006, la doctora Jeannette Wing defendía que el pensamiento computacional debería ser una competencia incluida en todas las edades educativas (Wing, 2006). En 2010, definió el pensamiento computacional como aquel que implica la resolución de problemas, el diseño de sistemas y la comprensión del comportamiento humano, haciendo uso para ello de los conceptos fundamentales de la informática. Es decir, que la esencia del pensamiento computacional es pensar como lo haría un científico informático cuando nos enfrentamos a un problema.

Con definiciones como las anteriores, y experiencias conocidas en algunas aulas sobre todo de Primaria y secundaria, nos decidimos a comenzar a trabajar el pensamiento computacional, con el convencimiento de que sería algo beneficioso para el desarrollo integral del alumnado desde los 3 años, a pesar de no haber informes sobre esto en edades tan iniciales, por lo que lo introducimos en nuestras aulas a modo de testeo.

### 2.1. Objetivos del uso de la robótica

Desde el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) del Ministerio de Educación y Formación Profesional de España, se hizo pública una propuesta de normativa para Infantil y Primaria en el año 2018, y recientemente, el Ministerio de Educación y Formación Profesional ha publicado un informe en la que se recopila el panorama nacional del impacto de la iniciativa sobre el aprendizaje del alumnado participante. En concreto, la Escuela de Pensamiento Computacional ha contado con la participación de

8000 estudiantes, y el proceso de implementación ha sido medido por investigadores independientes (MEFP, 2019), que han permitido poner a disposición de las administraciones educativas y los profesionales de la Educación de todo el mundo lecciones aprendidas sobre el aprendizaje del pensamiento computacional en la escuela. En la presentación del informe, Jesús Moreno, coordinador del proyecto en sus inicios, afirma que “gobiernos de todo el mundo están dando pasos para incluir el pensamiento computacional en sus planes de estudio, pero se ha producido una amalgama de enfoques y esfuerzos que se debe, fundamentalmente, a la escasez de evidencia científica que ayude a incorporar esta habilidad al currículo educativo con máximas garantías” (p. 6).

## 2.2. Beneficios de la robótica en educación

Domingo y Marqués (2011) definen algunos beneficios de la robótica y el uso de las TIC:

- Creación de nuevas metodologías y recursos educativos.
- Facilidad para entender los contenidos.
- Incremento del interés del alumnado.

Pero queremos añadir algunos más que hemos ido descubriendo conforme los alumnos han manejado estas herramientas, como son:

- Desarrolla el aprendizaje por indagación.
- Se pueden trabajar diversos contenidos de las tres áreas del currículo de forma interdisciplinar.
- Potencia el trabajo entre iguales y la socialización.
- Ayuda a trabajar la iniciativa y la autonomía del alumno.
- Promueve la capacidad de resolver problemas.
- Desarrolla la creatividad y la imaginación.
- Aumenta la motivación en el alumnado.
- Fomenta el desarrollo del pensamiento lógico matemático.
- Facilita la toma de decisiones.

## 3. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA DE ROBÓTICA EN EDUCACIÓN INFANTIL. AÑOS 2014-2019

Tras la introducción en la que hemos conocido definiciones y objetivos educativos sobre el pensamiento computacional en Educación, nos centraremos ahora en Educación Infantil, mostrando experiencias reales que nos han servido para constatar el desarrollo de capacidades básicas en los más pequeños.

Esta experiencia se ha desarrollado durante los cursos escolares comprendidos entre 2014 y 2019. En ella han participado dos grupos de alumnos de segundo ciclo de Educación Infantil del CEIP Cierva Peñafiel de la ciudad de Murcia. El primero de 23 alumnos (cursos académicos 2014-2015 y 2015-2016) y el segundo de 26 alumnos (cursos académicos 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019).

Los resultados que hemos obtenido a lo largo de estos cinco años, poniendo en práctica diferentes actividades con los robots, son los que nos han demostrado que es posible introducir la robótica de forma didáctica y que esos beneficios, basándonos en Domingo y Marqués (2011) que hemos citado se consiguen de forma natural y espontánea.

Tras estas prácticas educativas, estamos convencidos de que se mejora el desarrollo cognitivo de los niños y presenta nuevas estrategias en las que el pensamiento toma peso al desarrollar estrategias de aprendizaje.

### **3.1. Introducimos la robótica en nuestra aula de Educación Infantil**

Como siempre que se comienza con una nueva metodología en educación, vamos aprendiendo poco a poco a base de investigación, práctica y experiencias. Este tipo de aprendizaje se hace de la mano de nuestro alumnado, siendo más enriquecedor, si cabe, al investigar junto a ellos.

Así, descubrimos que la robótica, como dicen Bravo y Forero (2012), es una herramienta muy versátil y polivalente, ya que permite trabajar diferentes áreas de conocimiento propiciando la adquisición de diversas habilidades. Tiene una gran potencialidad, pues ayuda a que los alumnos mantengan la atención y percepción, y a que pueden integrar lo teórico con la realidad por medio de esta actividad.

Teniendo presente esta premisa, comenzamos a tener contacto con nuestro primer robot haciendo tapetes personalizados, relacionados siempre con los proyectos con los que estábamos trabajando. Para ello, creamos un tapete de plástico casero, que nos permitiría adaptarlo a lo que nos interesara, sin límite de contenidos y creatividad.

La elaboración de proyectos colaborativos y el uso de tecnologías digitales se colocan como herramientas para propiciar el desarrollo de destrezas cognitivas, sociales, expresivas, creativas y productivas, que permiten a los estudiantes demostrar fluidez tecnológica y flexibilidad social y cognitiva, para desenvolverse como sujetos activos en la vida cotidiana y potencialmente en el mundo del trabajo (Acuña, 2004). Por ese motivo, dentro del aula en el que se han llevado a cabo estas experiencias, se trabaja siempre con la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) en la que todo tiene cabida, tanto la manipulación de materiales y manualidades como el uso de las TIC y la robótica, como ponen de manifiesto los trabajos de Cascales, Carrillo y Redondo (2017).

El objetivo general que nos planteamos es acercar a los niños de Educación Infantil al pensamiento computacional de manera lúdica y con fines pedagógicos.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Conocer el funcionamiento de los robots de la clase.
- Programar a través del robot.
- Programar a través de la tablet.
- Aprender a interactuar con los robots de forma colaborativa.
- Personalizar las experiencias de robótica.

### **3.2. Primera promoción años 2014-2016. Comenzando a familiarizarnos con el robot**

Estando en el primer trimestre de segundo de Educación Infantil, noviembre de 2014, fuimos invitados a participar en una actividad organizada para celebrar la semana europea de la robótica, donde los niños tuvieron la oportunidad de estrenarse en el mundo de la robótica experimentando en talleres con tablets y ordenadores para fomentar la vocación digital y despertar el talento desarrollando la creatividad y capacidad de innovación de los pequeños a través de actividades de robótica educativa.



Figura 1. Talleres de robótica. Semana europea de la robótica, 2014.

Era mayo de 2014, final de segundo curso de Educación Infantil, cuando sencillo y casero robot entró en nuestra aula de manos de una alumna de máster, presentando una actividad de robótica para aprender contenidos sobre seguridad vial. Los niños respondieron de forma maravillosa ante la experiencia por lo que en ese momento decimos que deberíamos comenzar a trabajar con la robótica en nuestra aula, viendo las posibilidades que nos ofrecían estos nuevos recursos.



Figura 2. Robot Robi y gemelo hecho con material reciclable.

Comenzaba el curso 2014/2015, último año de Educación Infantil, cuando los alumnos de 5 años pusieron en práctica muchas experiencias con el robot Bee Bot, participando también en un proyecto colaborativo nacional en el que uno de esos robots viajaba de colegio en colegio, compartiendo experiencias, y en otro proyecto en el que se iniciaban en el pensamiento computacional con diferentes actividades.

Los niños entendieron enseguida su funcionamiento y pronto se convirtió en uno de sus recursos estrella del curso. Entonces tenían ya 5 años, y sólo habían participado el año anterior, estando en Segundo Curso de Educación Infantil, en una sesión con un robot similar.

Cuando queremos comenzar a trabajar con niños tan pequeños, debemos hacerlo lo más significativamente posible, y por eso tenemos que hacer que los niños se personalicen en un robot al que los adultos damos órdenes y que puede desplazarse obedeciéndolas. Así, comenzamos a hacer que interioricen estas acciones y que les sea más fácil entender su dinámica.



Figura 3. Soy un robot.

### 3.3. Promoción 2016-2019

La siguiente promoción comenzó a utilizar a Next desde la primera semana del curso, con solo 2 y 3 años, lo que ayudó a que dos después, se convirtieran en unos grandes expertos, capaces de impartir talleres a otros alumnos mayores, como veremos más adelante.

Comenzamos con 3 años, y poco a poco, íbamos introduciendo más y más actividades, consiguiendo que estas maquinitas fueran uno más en nuestra clase. Pero uno más con una finalidad: ir de la mano de estos pequeños alumnos ayudándoles en el desarrollo de su pensamiento lógico, computacional, espacial, narrativo, social...

Ahora tenemos varios robots: Bee bot (Pepi, según los niños), Next y Next 2.0 (Next caritas, para mis alumnos). Tienen un funcionamiento sencillo, que ayuda a los niños a desarrollar su orientación espacial a través de las teclas que hay sobre el aparato. Estas hacen que el robot se desplace hacia delante, hacia atrás, o gire a la derecha o a la izquierda sobre un tapete hecho con cuadrículas que miden 15 centímetros, que es el espacio por el que se mueve. De este modo, se inician en el pensamiento computacional desde edades muy tempranas.

### 3.4. Experiencias dentro del aula

Algunas de las actividades que podemos destacar, por su motivación e implicación de los niños y niñas en ellas, son aquellas en las que se comprueba cómo se ayudan unos a otros, piensan, razonan, dan rienda suelta a su creatividad, programando y generando sus propios tapetes.

La forma de comenzar en 3 años es haciéndolo de forma significativa, por lo que el primer tapete siempre lo hacemos con los propios retratos de los pequeños, lo que sirve para empezar a familiarizarse con el lenguaje robótico y con las fotos de sus nuevos compañeros.

Cuando son un poco mayores, a los 4 años, hacemos esta experiencia similar, pero con sus nombres en lugar de hacerlo con las fotos.



Figura 4. Busco mi nombre.

Nuestras actividades las programamos dentro del currículo, por lo que intentamos que las 3 áreas del mismo estén desarrolladas a través del pensamiento computacional. Según el Decreto 254/2008, de 1 de agosto, por el que se establece el currículo de Segundo Ciclo de Educación Infantil, las áreas de este ciclo son:

Área 1: conocimiento de sí mismo y autonomía personal. Para trabajar los contenidos de esta área, hemos llevado a cabo experiencias en robótica como:

- Reconocimiento de las partes del cuerpo para formar un niño.
- Trabajar las emociones con un tablero lleno de emoticonos hechos por los propios niños.
- Aprender hábitos higiénicos, programando al robot sobre unas imágenes vinculadas a la limpieza.



Figura 5: Experiencias de robótica del área de conocimiento de sí mismo y autonomía personal

Área 2: conocimiento del entorno.

- Proceso del crecimiento de una planta programando al robot para ordenar las secuencias.
- Mural del ciclo del agua hecho por los niños y programación del robot para que llegue a sus diferentes fases.
- Reconocimiento de números, aproximación a la suma y la resta.



Figura 6: experiencias del área de conocimiento del entorno.

Área 3: Lenguajes: comunicación y representación.

- Acercamiento al mundo de los cuentos. Los niños dibujaron personajes y títulos de cuentos, y debían relacionar cada uno con su correspondiente.

- A través de códigos QR, personajes de óperas y títulos de estas, los niños debían programar al robot para ir asociando unos con otros.
- Creando frases con pictogramas que se encuentran sobre un tapete del robot.



Figura 7: experiencias del área de lenguajes: comunicación y representación.

Una vez que los niños ya conocían perfectamente el uso y funcionamiento del robot, haciéndolo de forma autónoma, decidimos dar un paso adelante, y les presentamos un robot que se programa desde la tablet: Next 2.0, al que los niños bautizaron como Next caritas (el primo de Next).

Este robot tiene la peculiaridad de que se programa desde la tablet y, además de hacer que se mueva siguiendo las órdenes que se le dan, se pueden añadir sonidos y cambio de color de los ojos.

El hecho de programar desde la tablet, es decir, desde una distancia y diferente orientación espacial, y no sobre el tapete, añade una mayor dificultad, que los niños superan enseguida. Esto permite que sus experiencias sean distintas y puedan ampliarlas, disfrutando y programando de manera diversa.



Figura 8: experiencias programando el robot Next desde la tablet.

### 3.5. Compartiendo aprendizajes fuera del aula

#### 3.5.1. Experiencias en la Universidad de Murcia

A lo largo de estos años, hemos sido invitados por el Departamento de Didáctica y Organización Escolar para ir a la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia y exponer y mostrar nuestros avances y experiencias en robótica. Con ello dábamos un paso de gigante abriendo la puerta de nuestra clase y saliendo al exterior para expandir nuestras experiencias y que estas sirvieran de aprendizaje a otro alumnado.

Primera visita a la Facultad de Educación.

El primer grupo que fue a la Facultad de Educación, era de tercero de Educación Infantil, por lo que tenían 5 años. Dieron una charla de 2 horas, ante 100 alumnos de grado de Magisterio, explicando sus aventuras en robótica y explicando cómo es su robot, cómo se utiliza y cómo se programa.



Figura 7: alumnos de 5 años en la universidad de Murcia hablando de robótica.

Incluso, se atrevieron a invitar a alguno de los universitarios a subir al escenario para que probaran ellos mismos el robot tras atender a sus explicaciones, haciendo la actividad más interactiva.

#### Segunda experiencia: talleres colaborativos

La siguiente experiencia vivida en la Universidad fueron unos talleres que organizaban los alumnos con 4 y 5 años. De cada taller se hacían responsables de 2 o 3 niños debiéndose de encargar de explicar a un grupo, de unos 16 alumnos de 2º de grado de Magisterio, cómo se programaba y utilizaba ese tapete y de qué manera debían programar al robot para que funcionara y cumpliera su cometido.



Figura 8: Talleres intergeneracionales alumnos de 4 años a alumnos de grado de Magisterio.

Con esta experiencia, a la que fueron invitados el curso siguiente, consiguieron inspirar a profesores de Universidad, decidiendo introducir la robótica educativa y pensamiento computacional en sus programaciones, siendo una de las facultades de educación pioneras en estas prácticas dentro de la formación inicial.

Daba gusto ver cómo se organizaban, programaban, explicaban, compartían, jugaban, aprendían, decidían... y todo ello delante de más de 100 chicos y chicas de 20 años, mostrando una autonomía y una seguridad propias de adultos.

Habíamos conseguido cumplir todos los objetivos, muchos más de los que nos programamos cuando comenzamos a introducir la robótica en nuestra aula, lo que nos demostraba que el pensamiento computacional debe ser algo de uso natural en educación dentro de todos los niveles educativos.

#### 3.5.2. Presentaciones en jornadas y congresos educativos

Una vez traspasadas las puertas del aula, los pequeños fueron invitados a compartir experiencias que se desarrollaban dentro de la Región de Murcia para dar visibilidad a las prácticas de innovación en robótica y otras metodologías. Así fue como participaron en congresos como Innovaedum o jornadas organizadas por la Consejería de Educación de la Región de Murcia sobre robótica educativa.

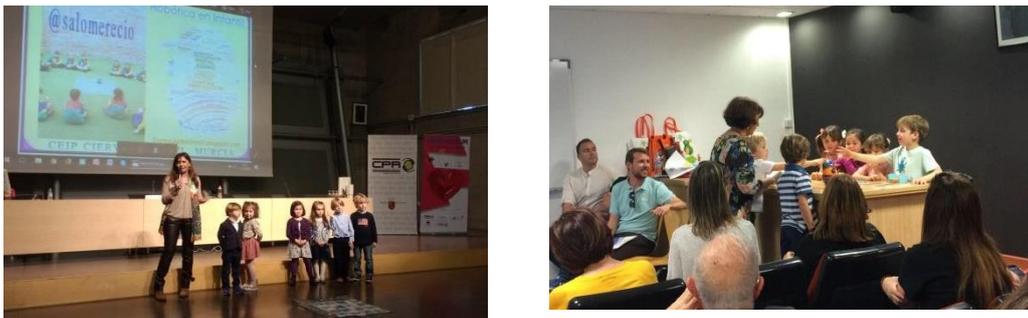


Figura 9. Presentaciones en jornadas educativas año 2018

#### 4. CONCLUSIONES

Tras estos 5 años en los que la robótica ha estado presente en este aula de Infantil, hemos comprobado cómo los alumnos de 3, 4 y 5 años, han ido mejorando su actitud ante el proceso enseñanza-aprendizaje.

Queda constancia de que el aprendizaje de la robótica posibilita el descubrimiento de nuevas estrategias de pensamiento y aprendizaje, permitiendo el aprendizaje interdisciplinar (Cerciliar et al 2011).

La motivación que este recurso aporta en los pequeños es superior a la de otras herramientas. La robótica permite trabajar con infinidad de posibilidades, desarrollando todas las áreas de Infantil, desde la lógico-matemática hasta la expresión oral, nociones temporales y espaciales, así como posibilitar y aumentar su potencial cuando se trabaja de forma colaborativa e interciclo.

El alumnado de infantil no solo ha desarrollado habilidades lingüísticas, lógicas o tecnológicas, sino que ha aprendido desde el razonamiento, la colaboración y trabajo en equipo, acompañando a otros alumnos mayores o menores, explicando sus experiencias creciendo su creatividad y divirtiéndose.

Pensamos que es en este primer ciclo de la educación, donde se colocan los pilares de los aprendizajes de estos niños, siendo fundamental trabajar con metodologías que les animen, motiven y sirvan para aprender siendo ellos los principales protagonistas, ofreciéndoles la oportunidad de crear sus propios aprendizajes razonándolos, y esto es posible con la robótica en las aulas.

Haciendo una reflexión final, se propone que se realice una investigación sobre cómo se está dando paso al desarrollo del pensamiento computacional y uso de robots dentro de las aulas de Educación Infantil, recogiendo opiniones y experiencias que puedan constatar todo lo que aquí concluimos.

Para ello, animamos a aquellos docentes que aún no se han iniciado a introducir estos recursos en sus aulas, que lo hagan sin miedo, que comiencen con sencillos robots como los que hemos presentado en este artículo siguiendo ejemplos que encontrarán en blogs y webs educativas y a partir de ahí creen sus propias experiencias.

#### 5. ENLACES

Para conocer todos los detalles de las experiencias compartidas y de otras, pueden visitar: <http://enmiauladeinfantil.blogspot.com/> y <http://etapainfantil.blogspot.com/>

#### 6. RECONOCIMIENTOS

Echando la vista atrás, hay que hacer un reconocimiento, principalmente, a las familias de los alumnos de las promociones 2013/2016 y 2016/2019, por haber creído en estos recursos,

por su apoyo incondicional a la hora de poner en práctica estas metodologías, cuando se comenzaba en esta andadura, y nadie sabía cómo funcionarían. Gracias a su apoyo y a su implicación en las experiencias dentro y fuera del aula, hemos podido hacer realidad estas actividades expuestas y muchas más. Sin su ayuda, hubiera sido imposible.

Y gracias, por supuesto, a los pequeños alumnos, por su implicación e ilusión en todo momento y en cada uno de estos pasos dados de la mano de su tutora.

También, al equipo directivo del CEIP Cierva Peñafiel, Manolo y Encarna, por su apoyo incondicional cada vez que se ha propuesto hacer alguna actividad de robótica o innovadora.

Al departamento de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Murcia, Isabel, María del Mar y José Luis, por las invitaciones para que estos alumnos compartieran experiencias con los suyos.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, A. (2004). Robótica y aprendizaje por diseño. Recuperado de <http://www.educoas.org/portal/bdigital/lae-ducacion/139/pdfs/139pdf7.pdf>
- Aho, A. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal*, 55 (7) 32–835, DOI: [10.1093/comjnl/bxs074](https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074)
- Bravo-Sánchez F y Forero-Guzmán A. (2012) La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Education in the Knowledge Society*, 13 (2), 120-136.
- Cascales, A., Carrillo, M.E. y Redondo, A.M. (2017). ABP y Tecnología en Educación Infantil. *Pixel Bit, Revista de Medios y Educacion*, 50, 201-210.
- Cerciliar, E. T.; Cardoso, L.; Oliveira, J. A.; Oliveira, A.; Barbosa, F.; Campos, S. ; Lopes, C. R. & Souza Junior, A. J. (2011). Collective work with media on educational robotics. *ETD: Educação Temática Digital*, 13 (1), 290-309
- MEPF (2019). La escuela de pensamiento computacional y su impacto en el aprendizaje. Curso académico 2018-2019. Recuperado de [https://intef.es/wp-content/uploads/2019/12/Impacto\\_EscueladePensamientoComputacional\\_Curso2018-2019.pdf](https://intef.es/wp-content/uploads/2019/12/Impacto_EscueladePensamientoComputacional_Curso2018-2019.pdf)
- Recio Caride, S. (2016) Robotizando en el aula de Infantil. *Revista Escuela Infantil, noviembre-diciembre de 2016*, 30-31.
- Wing, J. (2010). Computational Thinking: What and Why? *Communication of ACM*. Recuperado de <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communication of ACM*, 49 (3) 33-35. Recuperado de <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/publications/Wing06.pdf>

---

## INFORMACIÓN SOBRE LA AUTORA

**María Salomé Recio Caride**  
CEIP Cierva Peñafiel. Murcia

Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación y maestra especialista en Educación Infantil. Profesora referente Fundación Telefónica 2012. Ha obtenido reconocimientos de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en 2015 y a la excelencia por el uso de las TIC en la innovación en 2019. Ha recibido premios regionales, nacionales e internacionales por

proyectos de innovación y uso de las TIC. Autora de cuatro libros educativos y diversos artículos en revistas de Educación y monográficos sobre el mundo infantil, la innovación y las TIC. Colaboradora de la revista Escuela Infantil y de la editorial Edelvives como formadora y autora de recursos digitales. Formadora de maestros en el uso de las TIC desde el año 2006. Colaboradora en la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia en el grado de Infantil y Máster de Innovación desde el año 2008, y del ISEN en Cartagena.

Ha impartido ponencias, conferencias, etc en mesas redondas de jornadas y congresos de ámbito nacional e internacional. Blog de aula: <http://enmiauladeinfantil.blogspot.com/> Blog de recursos: <http://etapainfantil.blogspot.com/>



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

# **Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva**

## **Strategies for teaching computational thinking and effective use of technologies in childhood education: an inclusive proposal**

Carina Soledad González-González 

Universidad de La Laguna / Universidad Oberta de Catalunya (España)  
[carina.gonzalez@ieee.org](mailto:carina.gonzalez@ieee.org)

Recibido: 1/12/2019  
Aceptado: 9/12/2019  
Publicado: 26/12/2019

### **RESUMEN**

En los últimos años, ha habido un impulso para introducir la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional en la educación, y la robótica es una excelente herramienta para lograr esto. Sin embargo, la integración de estas habilidades fundamentales en los planes de estudio formales y oficiales sigue siendo un desafío y los educadores necesitan perspectivas pedagógicas para integrar adecuadamente los conceptos de robótica, programación y pensamiento computacional en sus aulas. Por lo tanto, en éste artículo se presenta una propuesta metodológica basada en los principios del marco de Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD), el movimiento Maker, el constructivismo, la educación inclusiva y el aprendizaje a través de juegos, especialmente diseñado para la educación infantil. Esta propuesta ha sido validada en diferentes contextos mostrando la efectividad de la misma.

### **PALABRAS CLAVE**

Ciencias tecnológicas; Método educativo; Enseñanza y formación.

### **ABSTRACT**

In recent years, there has been an impulse to introduce the teaching of programming and computational thinking in education, and robotics is an excellent tool to achieve this. However, the integration of these fundamental skills into formal and official curricula remains a challenge and educators need pedagogical perspectives to properly integrate the concepts of robotics, programming and computational thinking in their classrooms. Therefore, this article presents a methodological proposal based on the principles of the framework of Positive Technological Development (PTD), the Maker movement, constructivism, inclusive education and playful learning, specially designed for early childhood education. This proposal has been validated in different contexts showing its effectiveness.

### **KEYWORDS**

Technological sciences; Educational method; Teaching and training.

**CITA RECOMENDADA**

González-González, C. S. (2019). Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 85-97. Doi: <http://dx.doi.org/10.6018/riite.405171>

**Principales aportaciones del artículo y futuras líneas de investigación:**

- Método educativo inclusivo para la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional
- Conjunto de principios educativos para la enseñanza de la programación
- Propuesta de ideas poderosas y objetivos de aprendizaje a trabajar en la enseñanza de la programación y pensamiento computacional en la educación infantil

**1. INTRODUCCIÓN**

Los niños y niñas de todo el mundo están siendo criados en entornos saturados de dispositivos inteligentes. Al mismo tiempo, existe una creciente necesidad de una fuerza laboral futura que comprenda la tecnología, dada esta nueva realidad, los programas educativos nacionales y las iniciativas privadas se están centrando en la alfabetización STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), haciendo de la codificación/programación y el pensamiento computacional una prioridad para la educación (Manches y Plowman, 2015). Sin embargo, la investigación ha encontrado que las intervenciones educativas en la educación infantil están relacionadas con costos más bajos y efectos más duraderos que las intervenciones que comienzan más tarde (Cunha y Heckman, 2007). Además, algunos estudios demuestran estereotipos basados en el género que involucran carreras STEM (Metz, 2007; Steele, 1998) y menos obstáculos para ingresar a la fuerza laboral (Madill et al., 2007; Markert, 1996) cuando los niños/as están expuestos a STEM en la infancia (Metz, 2007; Steele, 1998).

Por otra parte, diferentes estudios han demostrado el potencial de la educación en robótica en los primeros años (Jung y Won, 2018). Algunos de ellos han presentado métodos para implementar un plan de estudios robótico (Bers, 2010), para evaluar las habilidades de pensamiento computacional (Roman-González, Moreno-León y Robles, 2019; Siu-Cheung, 2019; Chen et al., 2017), para desarrollar funciones ejecutivas (Di Lieto et al., 2017), actitudes hacia la sociedad y la ciencia (Kandlhofer y Steinbauer, 2016) y las características tecnológicas de los robots y las interacciones (Burlson et al., 2017; Serholt, 2018). Sin embargo, la investigación sobre robótica y pensamiento computacional en la educación infantil aún se encuentra en sus primeras etapas (Öztürk y Calingasan, 2018; Ching, Hsu y Baldwin, 2018; Chen et al., 2017; García-Peñalvo y Mendes, 2018). Varios estudios se han centrado en aspectos tecnológicos o de interacción con la tecnología o en currículos de robótica, en lugar de como el alumnado se involucra y aprende y cómo los docentes introducen las nuevas habilidades en sus aulas y currículos (Jung y Won, 2018; Serholt, 2018).

Por ello, a través de la realización de una estancia de investigación con un grupo experto en educación infantil y robótica liderado por la profesora Marina Umaschi Bers, se estudió el modelo pedagógico-tecnológico desarrollado por el grupo de investigación "DevTech". Concretamente, los objetivos que se persiguieron fueron: a) diseñar un programa formativo dirigido al profesorado de Educación Infantil que permita dotarles de la metodología y herramientas que puedan utilizar en el aula para el desarrollo de diferentes actividades que ayuden al aprendizaje, por parte del alumnado, de las diferentes materias que componen este nivel educativo; b) investigar las tecnologías, las metodologías, las estrategias y en las tendencias actuales de enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional y c) proponer mejoras y adaptaciones en las metodologías para una enseñanza inclusiva del pensamiento computacional. En este artículo se centrará en describir este último objetivo, realizando una

propuesta metodológica realizada para la enseñanza inclusiva de la programación y el pensamiento computacional para la educación infantil.

## 2. ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y LA PROGRAMACIÓN: UNA PROPUESTA INCLUSIVA

En esta sección se describirán los principios pedagógicos y las principales estrategias de una propuesta inclusiva de enseñanza del pensamiento computacional y la programación para la educación. Dicha propuesta ha sido validada en diferentes estudios realizados y descritos en (Bers, González y Armas, 2019; González-González et al., 2019; González, Cáceres y Violant, 2019).

### 2.1. Fundamentos y principios

Después de estudiar las infraestructuras tecnológicas y metodologías empleadas en laboratorios de robótica infantil, el diseño de entorno que se propone en éste trabajo se basa en el movimiento de Maker (Halverson y Sheridan, 2014) y los principios pedagógicos del Desarrollo Tecnológico Positivo (Bers, 2008), ambos basados en el Construccionismo (Papert, 1993), además de los principios de educación inclusiva y el aprendizaje a través de juegos. Además, sigue los principios pedagógicos establecidos para la educación infantil del Decreto 183/2008 (Consejería de Educación y Universidades, 2008):

1. *Actividad y experimentación*: los niños y niñas captan la información a través de los sentidos, actuando, manipulando objetos físicos y experimentando.
2. *Individualización*: supone la adaptación a diferentes niveles de desarrollo de los niños y niñas, y a sus intereses, necesidades, posibilidades cognitivas, sociales, afectivas y motrices.
3. *Enfoque globalizador*: supone partir de lo concreto, conocido y experimentado por los niños y niñas, plantear actividades adaptadas a sus intereses y capacidades y conectar lo conocido con la nueva información permitiendo el progreso de cada niño/a según su propio ritmo.

#### 2.1.1. Movimiento “MAKER”

El movimiento *maker*, iniciado hace una década, se ha extendido por todo el mundo con diferentes formatos, organizaciones y estructuras (hackerspaces, techshops, fablabs, espacios de talleres de clases, librerías, etc.) (Preddy, 2013; Hira, Hira y Hynes, 2014; Thompson, 2014). Los *makerspaces* se basan en una ideología constructivista integral para formar un enfoque construccionista de la educación (Kurti, Kurti y Fleming, 2014), siguiendo los principios de Piaget y Papert de aprender haciendo. Los principios constructivistas y construccionistas, a través de su énfasis en las oportunidades educativas activas, han llevado al desarrollo de la cultura creadora y enfoques enfocados en STEM para el aprendizaje y la participación de los estudiantes (Hamir, Maion, Tice y Wideman, 2015). Así, el conocimiento del aprendiz se construye creando e interactuando con objetos físicos. Por lo tanto, los espacios de construcción son una gran oportunidad para llevar la alfabetización mediática y las habilidades y competencias del siglo XXI a la gente (Ananiadou y Claro, 2010), como educación formal (en las escuelas) o informal (en las comunidades). Pero, el profesorado y las comunidades necesitan guías, herramientas y capacitación, y más investigación sobre cómo diseñar espacios para promover el aprendizaje basado en la realidad en diferentes contextos (escuelas, bibliotecas, comunidades, etc.) y los usuarios (niños/as, adolescentes y adultos).

Además, según los modelos construccionistas, los estudiantes aprenden mejor haciendo objetos tangibles. En este sentido, Papert argumentó que, debido a las propiedades particulares de los objetos físicos ofrecidos a los niños/as, limitan o mejoran lo que pueden construir, crear y aprender (Blikstein, 2018). La investigación ha demostrado que los objetos con *affordances* perceptuales y manipulativos afectan la imaginación de los niños/as pequeños (2-5 años de edad). Sin embargo, la mayoría de los estudios aceptan que "los objetos actúan como

herramientas de desarrollo psicológico que tienen efectos inmediatos en los comportamientos de los niños/as" (Chu, Quek, Bhangaonkar, Ging y Sridharamurthy, 2015). De este modo, para que un objeto sea eficaz en el apoyo a la imaginación, debe permitir pasar "de la acción en respuesta a la percepción de los objetos a la acción generada y controlada por las ideas" (Chu et al., 2015).

Teniendo en cuenta los principios *maker*, se realizó una propuesta de *makerspaces* para la educación infantil que puede verse en (González y Aller, 2019).

### 2.1.2. Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD)

En cuanto a la metodología que se propone seguir, se sustenta en los principios del Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD) (Bers, 2008). El marco del PTD guía el desarrollo, la implementación y la evaluación de programas educativos que utilizan las nuevas tecnologías para promover el aprendizaje como un aspecto del desarrollo positivo de los niños y niñas. El marco pedagógico PTD es una extensión natural de la alfabetización informática y los movimientos tecnológicos que han influido en el mundo de la educación, añadiendo a los elementos cognitivos componentes psicosociales y éticos. Desde un punto de vista teórico, el marco pedagógico PTD se basa en un enfoque interdisciplinario que integra ideas de los campos de la comunicación mediada por ordenador, el aprendizaje colaborativo apoyado por ordenadores y la teoría constructivista del aprendizaje desarrollada por Seymour Papert (1993).

Como marco teórico, PTD propone seis comportamientos positivos (seis C) que deben ser apoyados por actividades educativas que utilizan nuevas tecnologías, como, por ejemplo, la robótica. Estos seis comportamientos son: la creación, la creatividad, la comunicación, la colaboración, la construcción de la comunidad y las opciones de conducta. Por tanto, siguiendo el marco PTD, en una actividad educativa basada en tecnología se propone que los niños y niñas desarrollen los siguientes comportamientos:

1. *Creación de contenidos*, mediante el diseño del robot y la programación de sus comportamientos. El proceso de diseño de ingeniería de la construcción y el pensamiento computacional involucrados en la programación fomentan la competencia en la alfabetización informática y la fluidez tecnológica. El uso de los "Diarios de Diseño de Ingeniería" (Figura 1) permite que los propios niños y niñas, así como para los docentes y la familia, puedan documentar su propio pensamiento, sus trayectorias de aprendizaje y la evolución del proyecto desarrollado con el robot KIBO en el tiempo.

2. *Creatividad*, realizando y programando proyectos personalmente significativos, resolviendo problemas de forma creativa y lúdica, integrando diferentes medios como robótica, motores, sensores, materiales reciclables, creando arte a través de un lenguaje de programación tangible con el robot.

3. *Colaboración*, involucrando a las niñas y niños en un ambiente de aprendizaje que promueva el trabajo en equipo, compartir recursos y preocuparse unos de otros mientras trabajan con sus robots. Al principio de cada jornada de trabajo, cada niño/a recibe, junto con su diario de diseño, una impresión personalizada con su fotografía en el centro de la página y las fotografías y nombres de todos los demás niño/as de la clase dispuestos en un círculo. A lo largo del día, con el mensaje del docente, cada niño/a dibuja una línea de su propia foto hacia las fotos de los niño/as con los que ha colaborado. La colaboración se define aquí como obtener ayuda o ayudar con un proyecto, programar juntos, prestar o pedir prestados materiales o trabajar juntos en una tarea común. Al final de la semana, los niño/as deben escribir o dibujan "tarjetas de agradecimiento" a los niño/as con los que han colaborado más.

4. *Comunicación*, a través de mecanismos que promuevan un sentido de conexión entre pares o con adultos. Por ejemplo, a través del uso de los círculos tecnológicos, cuando los niños/as dejan de trabajar, ponen sus proyectos sobre la mesa o el piso y comparten su proceso de aprendizaje. Los círculos tecnológicos representan una buena oportunidad para resolver problemas como comunidad. Algunos docentes invitan a todos los niños y niñas a sentarse juntos en un círculo para resolver problemas entre todos. También puede ser útil hacer un "Estacionamiento Robot" para que todos los robots puedan ir mientras no se están trabajando, de modo que los niños/as tengan las manos vacías y puedan concentrarse en los círculos tecnológicos. Cada aula tendrá sus propias rutinas y expectativas en torno a discusiones de

grupo y tiempos dedicados al círculo, por lo que se anima a los docentes a adaptar lo que ya funciona en su clase para los círculos tecnológicos de esta propuesta didáctica.

5. *Construcción de la comunidad*, a través de promover la contribución de ideas en la comunidad de aprendizaje. Los proyectos finales realizados por los niños y niñas son compartidos con la comunidad a través de una demostración o una exposición abierta. Estas demostraciones o exposiciones brindan oportunidades para que los niños y niñas compartan y celebren el proceso y los productos tangibles de su aprendizaje con la familia y los amigos. A los niños y niñas se le da la oportunidad no sólo de ejecutar su robot, y al mismo tiempo, pueden desempeñar el papel de docente al explicar a su familia cómo lo construyeron, programaron y trabajaron a través de problemas.

6. *Opciones de conducta*, que proporcionan a los niños y niñas la oportunidad de experimentar con preguntas de "qué pasa si" y las consecuencias potenciales de cada opción. Estas preguntas permiten examinar los valores y explorar los rasgos de carácter de los niños y niñas al mismo tiempo que se trabaja con la robótica. El enfoque en aprender acerca de la robótica es tan importante como ayudar a los niños y niñas a desarrollar una brújula interior para guiar sus acciones de una manera justa y responsable. Una manera de alentar las opciones positivas es mediante el uso de "insignias de expertos/as". Los niños y niñas que dominan los conceptos rápidamente pueden ganar insignias expertas (una calcomanía para que se pongan). Un niño/a que lleva una insignia de experto/a utiliza el resto del período de clases ayudando a los estudiantes que tienen dificultades con los conceptos que han dominado.

### 2.1.3. Educación inclusiva

La educación es un derecho humano que debe ser asumido por las escuelas según la Declaración Mundial de los Derechos humanos, art. 26 (Naciones Unidas), y por tanto debe respetar la diversidad y asegurar que todas las personas tengan acceso a la misma. Desde este punto de vista, la UNESCO (2008), define a la educación inclusiva de la siguiente manera:

*"La educación inclusiva puede ser concebida como un proceso que permite abordar y responder a la diversidad de las necesidades de todos los educandos a través de una mayor participación en el aprendizaje, las actividades culturales y comunitarias y reducir la exclusión dentro y fuera del sistema educativo. Lo anterior implica cambios y modificaciones de contenidos, enfoques, estructuras y estrategias basados en una visión común que abarca a todos los niños en edad escolar y la convicción de que es responsabilidad del sistema educativo regular educar a todos los niños y niñas. El objetivo de la inclusión es brindar respuestas apropiadas al amplio espectro de necesidades de aprendizaje tanto en entornos formales como no formales de la educación. La educación inclusiva, más que un tema marginal que trata sobre cómo integrar a ciertos estudiantes a la enseñanza convencional, representa una perspectiva que debe servir para analizar cómo transformar los sistemas educativos y otros entornos de aprendizaje, con el fin de responder a la diversidad de los estudiantes. El propósito de la educación inclusiva es permitir que los maestros y estudiantes se sientan cómodos ante la diversidad y la perciban no como un problema, sino como un desafío y una oportunidad para enriquecer las formas de enseñar y aprender".*

La educación inclusiva puede ser vista como un principio y como derecho positivo, en donde se deben buscar las condiciones necesarias para que las personas puedan disfrutarlo efectivamente, eliminando las barreras y cualquier tipo de discriminación (Sarrionandía y Ainscow, 2011). Por tanto, nuestra propuesta educativa contempla como principio de educación inclusiva, atendiendo a la diversidad del alumnado y adaptando la práctica educativa a las características personales, intereses y necesidades de los niños y niñas. De esta forma, se contribuye a su desarrollo integral de los niños y niñas, dada la importancia que en estas edades adquieren el ritmo y el proceso de maduración. Nuestra propuesta promueve, además, la utilización de estrategias metodológicas para favorecer la atención a la diversidad (tutoría entre iguales, coevaluación, aprendizaje cooperativo, etc.). Asimismo, incluye principios de igualdad de género, promoviendo en las actividades la reflexión sobre roles y estereotipos en la ingeniería, y la utilización de lenguaje no sexista.

#### 2.1.4. Aprendizaje a través de juegos

Un elemento clave a tener en cuenta en la educación de los niños y niñas pequeños es el “aprendizaje a través del juego” o el “aprendizaje lúdico”. Jugar es una de las formas más importantes en que los niños/as pequeños adquieren conocimientos y habilidades esenciales. Por esta razón, se deben brindar oportunidades y entornos que promuevan el juego, la exploración y el aprendizaje práctico para crear un programa educativo efectivo en la educación infantil (UNICEF, 2018). Algunas de las características de las experiencias lúdicas definen que al juego como (Zosh et al., 2017):

- *Significativo*: Los niños y niñas juegan para dar sentido al mundo que los rodea, y encuentran significado en la experiencia al conectarla con algo ya conocido. A través del juego, niños y niñas expresan y expanden la comprensión de sus experiencias.
- *Alegría*: Si observamos a los niños/a (o incluso a los adultos), jugando, podemos ver que a menudo sonríen y se divierten. Aunque el juego puede tener momentos de frustración y presentar retos a superar, en general las emociones que se despiertan son de disfrute, motivación y placer.
- *Atracción*: Si observamos a los niños/as jugando, podemos ver que se participan activamente, con compromiso, y combinan diferentes estados, tanto físico como mental.
- *Iterativo*: Los niños/a juegan para practicar habilidades, intentando y probando diferentes posibilidades, revisando hipótesis y descubriendo nuevos desafíos que conducen a un aprendizaje más profundo.
- *Interacción social*: El juego les permite a los niños/as comunicar ideas, les ayuda a entender a los demás a través de interacción social, construyendo relaciones más fuertes a través de una mejor comprensión de las mismas.

Un aspecto importante del juego es el control que tienen los niños/as sobre la experiencia, en cuanto a su iniciativa, toma de decisiones y elecciones personales sobre el juego. Por otra parte, los niños/as aprenden habilidades críticas para su desarrollo mientras juegan, sin pensar que su objetivo es aprender algo. El juego crea poderosas oportunidades de aprendizaje en todas las áreas de desarrollo infantil, incluidos los motores, cognitivos y las habilidades sociales y emocionales (Zosh et al., 2017).

Los niños y niñas son aprendices "prácticos": adquieren conocimiento a través de la interacción lúdica con objetos y personas (Resnick y Robinson, 2017). Necesitan mucha práctica con objetos físicos para comprender conceptos abstractos. Por ejemplo, jugando con bloques geométricos entienden el concepto de que dos cuadrados pueden formar un rectángulo y dos triángulos pueden formar un cuadrado o en un baile, pueden aprender un patrón como dar un paso adelante, dar un paso atrás girar, aplaudir y repetir, y comienzan a comprender las características de los patrones, que son la base de las matemáticas. Asimismo, el juego simbólico es muy beneficioso, los niños/as pueden expresar sus ideas, pensamientos y sentimientos, aprenden a controlar sus emociones, interactuar con otros, resolver conflictos y adquirir un sentido de competencia.

Por otra parte, el juego sienta las bases para el desarrollo del pensamiento crítico, social y emocional. A través del juego, los niños aprenden a forjar conexiones con otros y a compartir y negociar. En general, el juego es una forma de expresión humana, y desarrolla la imaginación, la curiosidad y la creatividad, que son competencias clave para el siglo XXI (Honey y Kanter, 2013).

Por todo lo anterior, nuestra propuesta inclusiva de enseñanza-aprendizaje de pensamiento computacional y la programación para la educación infantil se sustenta en los principios del aprendizaje a través del juego.

## 2.2. Propuesta

Esta propuesta educativa inclusiva para la enseñanza-aprendizaje de la programación y el pensamiento computacional para la educación infantil, basada en los principios anteriormente

descritos, introduce “ideas poderosas” sobre éstos contenidos. Según Papert (1993), las ideas poderosas ofrecen nuevas formas de pensar, nuevas formas de poner en práctica el conocimiento y nuevas formas de hacer conexiones personales y epistemológicas con otros dominios de conocimiento (Bers, 2018, p.70). En este caso, las ideas poderosas a trabajar incluyen: el proceso de diseño de ingeniería, la robótica, la programación y los sensores (Tabla 1). Asimismo, se presentan de forma estructurada el conjunto de actividades a realizar (Figura 1).

Tabla 1. Ideas poderosas a desarrollar

Idea poderosa	Descripción	Objetivos
Idea 1	Proceso de diseño de ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprender que la gente tiene que planificar para hacer las cosas</li> <li>- Comprender que todas las personas pueden diseñar soluciones a un problema.</li> <li>- Comprender que el diseño es un proceso creativo (que conduce a productos y sistemas útiles).</li> <li>- Comprender que todos los diseños pueden ser mejorados.</li> <li>- Comprender que el proceso de diseño de ingeniería incluye identificar un problema, buscar ideas, desarrollar soluciones y compartir soluciones con otros.</li> <li>- Hacer preguntas y hacer observaciones ayuda a una persona a averiguar cómo funcionan las cosas.</li> <li>- Solucionar problemas es una manera de averiguar por qué algo no funciona para que pueda arreglarse.</li> </ul>
Idea 2	Robótica	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Construir un objeto utilizando el proceso de diseño.</li> <li>-Descubrir cómo funcionan las cosas.</li> <li>-Comprender que los sistemas tienen partes que trabajan juntas para lograr un objetivo.</li> <li>-Comprender que las herramientas, las máquinas, etc. utilizan la energía para poder hacer su trabajo.</li> </ul>
Idea 3	Programación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer y usar símbolos cotidianos</li> <li>- Comprender que las personas usan símbolos cuando se comunican a través de la tecnología.</li> <li>- Comprender que el estudio de la tecnología utiliza muchas de las mismas ideas y habilidades que otros temas.</li> </ul>
Idea 4	Sensores	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Comprender que el mundo natural y el mundo humano son diferentes.</li> </ul>



Figura 1. Estructura de la secuencia de actividades a realizar en las sesiones.

Por otra parte, además de los objetivos de aprendizajes que los niños y niñas relacionados con las ideas poderosas, pueden aprender otros contenidos del currículum forma transversal y conectar la programación y la resolución de problemas con el contexto.

En cuanto al pensamiento computacional (PC), las competencias que deben desarrollar son las siguientes (Bers, 2018, p.57): a) hardware / software (los objetos inteligentes no son mágicos, los objetos están diseñados por humanos); b) algoritmos (secuenciación / orden, organización lógica); c) modularidad (división de tareas más grandes en partes más pequeñas, instrucciones), estructuras de control (reconocimiento de patrones y repetición, causa y efecto); d) representación (representación simbólica, modelos); e) proceso de diseño (resolución de problemas, perseverancia, edición / revisión) y f) depuración (identificación de problemas, resolución de problemas, perseverancia).

### 2.1.1. Gestión del aula

La enseñanza de la robótica y de la programación en un aula para la primera infancia requiere una planificación cuidadosa y realizar ajustes para lograr una buena gestión de aula. Las actividades de robótica, debido a la novedad y el comportamiento de los materiales en sí, requerirán de una atención diferente. Se recomienda seguir una estructura de espacio “maker” para la educación infantil. Los docentes deben encontrar lo que funciona en sus circunstancias particulares. En general, se debe proporcionar y enseñar a los niños y niñas una estructura clara y conjunto de normas para el uso de materiales y para las rutinas de cada parte de las actividades y asegurarse de que los estudiantes comprendan los objetivos de cada actividad. Los carteles y las ayudas visuales pueden facilitar a los niños y niñas las respuestas a sus propias preguntas y recordar nueva información. De los diferentes espacios en el aula, podemos utilizar algunos de los rincones típicos (tales como: el rincón del encuentro y biblioteca, el rincón de construcciones para la construcción del robot, el rincón de plástica para la decoración del robot, etc.

### 2.1.2. Trabajo individual y grupal

El trabajo individual con los robots depende de la disponibilidad de los recursos, que, en la mayoría de los casos, suelen ser limitados. Sin embargo, se puede organizar el trabajo en pequeños grupos o también para algunas actividades, en el grupo de clase completo.

### 2.1.3. Recursos

Los materiales que se proponen utilizar son robots tangibles manipulativos sin necesidad de conexión (desenchufado) y materiales plástica y de reciclaje. Los materiales que nuestro alumnado explora y manipula tienen una importancia decisiva en sus procesos de aprendizaje. Por ello, se deben seleccionar, organizar y distribuir los mismos de forma que promuevan la autonomía, la relación-comunicación con sus pares (puesto que necesitan de los demás para

jugar, para realizar tareas en equipo, para comunicar sus descubrimientos), el desarrollo afectivo, el desarrollo motriz, el desarrollo de los lenguajes expresivos, el conocimiento físico de los objetos (al explorar y descubrir sus cualidades y establecer relaciones entre ellos), el contacto con materiales estructurados (puzles, bloques lógicos, construcciones, etc.) y el contacto con materiales no estructurados (agua, arena, piedras, semillas y otros materiales procedentes de la naturaleza y materiales de reciclaje).

Los proyectos de robótica de aula requieren una gran cantidad de piezas y materiales, y la cuestión de cómo manejarlos trae a colación varias cuestiones clave que pueden apoyar o dificultar el éxito de su desarrollo. La primera cuestión es la accesibilidad de los materiales. Algunos docentes pueden optar por dar un kit completo de materiales para cada niño/a, para una pareja o para una mesa con varios niños y niñas. Otros docentes pueden optar por desmontar los kits y ordenar los materiales por tipo y colocar todos los materiales en una ubicación central. Dado que diferentes proyectos requieren diferentes elementos de robótica y programación, esta configuración puede permitir que los niños y niñas tomen sólo lo que necesitan y dejan otras partes para los otros niños y niñas que los necesitan.

### 2.1.3. Evaluación

Es importante evaluar el proceso de aprendizaje del estudiante y los resultados de dicho aprendizaje. Esto se puede hacer documentando los proyectos de los estudiantes y las maneras de hablar y compartir sus proyectos con el resto de la clase. Evaluar el aprendizaje individual de los niños y niñas mientras trabajan en grupos, puede ser un desafío. Los criterios de evaluación de cada actividad se pueden organizar en una secuencia de logros concretos que conducen a una insignia relacionada con su nivel de habilidad. Los niños y niñas explorarán y aprenderán a diferentes ritmos. Por ello, el docente deberá ir regulando el ritmo de la clase, de forma que todos lleguen a obtener la insignia correspondiente en cada fase. Asimismo, se sugiere utilizar rúbricas para evaluar los diferentes niveles de competencia adquirida y llevar diarios de clase. Se podrá hacer uso además de herramientas específicas de evaluación de las habilidades de programación y de la lista de verificación de comportamientos positivos desarrollados por la tecnología, además de otros instrumentos específicos relacionados a la evaluación emocional.

## 3. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado un conjunto de principios y estrategias de enseñanza-aprendizaje de la programación y el pensamiento computacional en la educación infantil con un enfoque inclusivo. Los principales principios en los que se basa la propuesta son los siguientes: movimiento *maker*, desarrollo positivo de la tecnología (PTD), educación inclusiva y aprendizaje a través de juegos. Además, se siguen los principios pedagógicos establecidos para la educación infantil de actividad y experimentación, individualización y enfoque globalizador. De acuerdo a la revisión bibliográfica presentada en el trabajo, éstos principios siguen los enfoques constructivistas y construccionistas para la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional, además de estar de acuerdo a considerar a éstas nuevas competencias y habilidades como una nueva alfabetización, necesaria para todas las personas en la sociedad actual y futura.

En cuanto a la propuesta realizada se propone la enseñanza a través de “ideas poderosas” relacionadas con la informática, tales como el proceso de diseño de ingeniería, la robótica, la programación y los sensores. Estas ideas se relacionan con objetivos de aprendizaje específicos y se propone además su conexión con otras competencias de pensamiento computacional y con su relación con otros contenidos curriculares y competencias transversales. Asimismo, se proponen estrategias para la estructura de las actividades, la gestión de recursos y del aula, el trabajo individual y grupal y la evaluación.

Aunque la propuesta presentada en éste trabajo ha sido validada previamente con niños y niñas y sus educadores en diferentes centros educativos, así como en contextos especiales como aulas hospitalarias o con personas con síndrome de Down, mostrando resultados positivos, como limitaciones de la propuesta presentada, debemos mencionar que se debe ampliar la validación de la misma a otros contextos y entornos, así como con otros colectivos que presentan necesidades educativas y específicas. Además, como posibles mejoras de la propuesta se deben

incluir guías de actividades y secuencias didácticas que faciliten a los docentes la incorporación de la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en sus aulas.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ananiadou, K. y Claro, M. (2010). Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Recuperado de: [shorturl.at/cnrDP](http://shorturl.at/cnrDP).
- Bers, M. U. (2008). *Blocks, robots and computers: Learning about technology in early childhood*. Teacher's College Press, NY.
- Bers, M. U., González-González, C., y Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130-145. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>
- Bers, M.U. (2010). Beyond computer literacy: Supporting youth's positive development through technology. *New Directions for Youth Development*, 128, 13-23. doi: <https://doi.org/10.1002/yd.371>
- Bers, M.U. (2017). The Seymour test: Powerful ideas in early childhood education, *International Journal of Child-Computer Interaction*, 14,10-14. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.06.004>.
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.
- Blikstein, P. (2018). Maker Movement in Education: History and Prospects. *Handbook of Technology Education*, 419-437. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44687-5\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44687-5_33)
- Burlson, W., Harlow, D. B., Nilsen, K. J., Perlin, K., Freed, N., Jensen, C., Lahey, B., Lu, P., y Muldner, K. (2017). Active Learning Environments with Robotic Tangibles: Children's Physical and Virtual Spatial Programming Experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. doi: <https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2724031>
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., y Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Ching, Y. H., Hsu, Y. C., y Baldwin, S. (2018). Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners. *TechTrends*, 62, 563-573. doi: <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0292-7>
- Chu, S. L., Quek, F., Bhangaonkar, S., Ging, A. B., y Sridharamurthy, K. (2015). Making the Maker: A Means-to-an-Ends approach to nurturing the Maker mindset in elementary-aged children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5,11-19. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.08.002>
- Cunha, F., y Heckman, J. (2007). The technology of skill formation. *American Economic Review*, 97(2), 31-47. doi: <https://doi.org/10.3386/w12840>.
- Consejería de Educación y Universidades (2008). Decreto 183/2008, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación y el currículo del 2º ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Canarias. Recuperado de: [shorturl.at/bkmDY](http://shorturl.at/bkmDY)
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., Laschi, C., Pecini, C., Santerini, G., Sgandurra, G. y Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on

- Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in human behavior*, 71, 16-23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>
- García-Peñalvo, F. J., y Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005>.
- González-González, C. S., y Arias, L. G. A. (2019). Maker movement in education: maker mindset and makerspaces. En Libro *"Ingeniería colaborativa, aplicaciones y usos desde la perspectiva de la Interacción Humano-Computador"*. Jurado, J.L., Collazos, C.A. y Muñoz, L. F. (Eds.). Editorial: Universidad San Buenaventura de Cali. Colombia. (p. 297-307).
- González-González, C. S., Cáceres-García, L., y Violant-Holz, V. (2019). Bringing Computational Thinking to Hospital Classrooms. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (31-35). ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/3362789.3362908>.
- González-González, C. S., Herrera-González, E., Moreno-Ruiz, L., Reyes-Alonso, N., Hernández-Morales, S., Guzmán-Franco, M. D., y Infante-Moro, A. (2019). Computational Thinking and Down Syndrome: An Exploratory Study Using the KIBO Robot. *Informatics*, 6 (2), 25. doi: <https://doi.org/10.3390/informatics6020025>
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., y Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Halverson, E. R., y Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard educational review*, 84(4), 495-504. doi: <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Hamir, S., Maion, S., Tice, S., y Wideman, A. (2015). ETEC 512. Constructivism in Education. Recuperado de [shorturl.at/emuwG](http://shorturl.at/emuwG)
- Hira, A., Hira, J., y Hynes, M. M. (2014). Classroom makerspaces: Identifying the opportunities and challenges. In *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings* (1-5). IEEE. doi: 10.1109/FIE.2014.7044263
- Honey, M., y Kanter, D. E. (2013). *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. Routledge.
- Naciones Unidas (2015). Declaración Mundial de los Derechos Humanos. Recuperado de: [shorturl.at/lmxNO](http://shorturl.at/lmxNO).
- Jung, S., y Won, E. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905. doi: <https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Kandlhofer, M., y Steinbauer, G. (2016). Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical-and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 679-685. doi: <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.09.007>
- Kurti, R., Kurti, D., y Fleming, L. (2014). Practical implementation of an educational makerspace. *Teacher Librarian*, 42(2), 20. Recuperado de: [shorturl.at/cdpuF](http://shorturl.at/cdpuF)
- Madill, H. M., Campbell, R. G., Cullen, D. M., Armour, M. A., Einsiedel, A. A., Ciccocioppo, A. L., y Rothwell, C. J. (2007). Developing career commitment in STEM-related fields: myth versus reality. *Women and Minorities in Science, Technology, Engineering and Mathematics*, 210. doi: <https://doi.org/10.4337/9781847206879>

- Manches, A., y Plowman, L. (2015). Computing education in children's early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 191-201. doi: <https://doi.org/10.1111/bjet.12355>.
- Metz, S. S. (2007). Attracting the engineers of 2020 today. *Women and minorities in science, technology, engineering, and mathematics: Upping the numbers*, 184-209.
- Öztürk, H. T., y Calingasan, L. (2018). Robotics in Early Childhood Education: A Case Study for the Best Practices. In H. Ozcinar, G. Wong, y H. Ozturk (Eds.). *Teaching Computational Thinking in Primary Education* (182-200). Hershey, IGI Global. doi: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3200-2.ch010>.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks, 10 East 53rd St., New York, NY 10022-5299.
- Preddy, L. (2013). Creating school library "makerspace". *School Library Monthly*, 29(5), 41-42. Recuperado de: [shorturl.at/bnQT7](http://shorturl.at/bnQT7)
- Resnick, M. y Robinson, K. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT press.
- Román-González, M., Moreno-León, J., y Robles, G. (2019). Combining Assessment Tools for a Comprehensive Evaluation of Computational Thinking Interventions. In *Computational Thinking Education* (79-98). Springer, Singapore. doi: [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_6)
- Sarrionandía, G. E. y Ainscow, M. (2011). La educación inclusiva como derecho. Marco de referencia y pautas de acción para el desarrollo de una revolución pendiente. Tejuelo: didáctica de la lengua y la literatura. *Educación*, 12, 26-46. Recuperado de: [shorturl.at/adoQT](http://shorturl.at/adoQT)
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250-264. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.030>
- Siu-Cheung, K. (2019). Components and Methods of Evaluating Computational Thinking for Fostering Creative Problem-Solvers in Senior Primary School Education. *Computational thinking Education*. NY: Springer Berlin Heidelberg, 2019. doi: [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_8)
- Steele, C. M. (1998). Stereotyping and its threat are real. *American Psychologist*, 53, 680-681.
- Thompson, G. (2014). The maker movement connects to the classroom. *The Education Digest*, 80(3), 34. Recuperado de: [shorturl.at/bitKQ](http://shorturl.at/bitKQ)
- UNESCO (2008). Educación Inclusiva. Recuperado de: [shorturl.at/gmFX8](http://shorturl.at/gmFX8)
- UNICEF (2018). *Learning through play: Strengthening learning through play in early childhood education programmes*. New York: UNICEF. Recuperado de: [shorturl.at/fhjmU](http://shorturl.at/fhjmU)
- Zosh, J. N., Hopkins, E. J., Jensen, H., Liu, C., Neale, D., Hirsh-Pasek, K., Solis, S., y Whitebread, D. (2017). *Learning through play: a review of the evidence*. LEGO Fonden. Recuperado de: [shorturl.at/jlCT8](http://shorturl.at/jlCT8)

---

## INFORMACIÓN SOBRE LA AUTORA

**Carina Soledad González González**

Universidad de La Laguna

Profesora Catedrática de la Universidad de La Laguna (España) en el Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas. Sus áreas de especialización son la Informática Educativa y la Interacción Persona-Ordenador. Desde hace más de 20 años ha centrado su especialización en el campo de la Informática Educativa y la Interacción Persona-Ordenador (Sistemas Tutoriales Inteligentes, Interfaces adaptativas y personalizables, Videojuegos Educativos, Gamificación, e-learning, cultura digital). Ha publicado más de un centenar de artículos de investigación sobre esta temática.

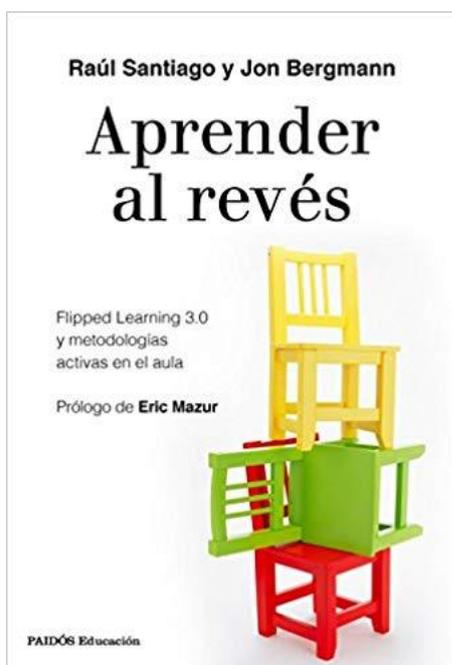


Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## Santiago, R. y Bergmann, J. (2018) Aprender al revés. Flipped Learning 3.0 y metodologías activas en el aula. Barcelona: Paidós Educación, pp. 240

Salvador Montaner-Villalba 

UNED (España)  
[smontaner@invi.uned.es](mailto:smontaner@invi.uned.es)



En el prólogo, Mazur invita al docente a reflexionar en torno a aquello que sucede dentro del aula mediante el aprendizaje invertido. Plantea las funciones que desempeñan tanto el profesor como el alumnado dentro del aula. Este libro contiene diez capítulos. En el primer capítulo, Santiago y Bergmann ofrecen algunas consideraciones básicas en torno al aprendizaje activo. En el capítulo 2, los autores primero definen el *flipped learning* para, a continuación, relacionar el modelo *flipped learning* con la taxonomía de Bloom (1956), revisada por Anderson y Krathwol (2001). En tercer lugar, distinguen diferentes modalidades del *flipped classroom* (*blended learning*, PLE) y, finalmente, exponen las características del *Flipped Learning 3.0* de forma bastante clara.

En el capítulo 3, los autores exponen los roles actuales del profesor *flipped*. Tras una concisa introducción en la que se invita al lector a reflexionar en torno a los nuevos roles que el docente del siglo XXI debe tener, Santiago y Bergmann asocian estos nuevos roles docentes con el modelo TPACK, desarrollado inicialmente por Koehler, Mishra y Cain (2015). Este modelo TPACK se resume en tres tipos de conocimientos: contenido, pedagógico y tecnológico, resultando la fusión de estos conocimientos en una gran diversidad de roles que el docente, según los autores del libro aquí reseñado, debe desempeñar. Algunas funciones son: el profesor debe ser experto en el contenido, eficiente planificador en cuanto al diseño de las unidades didácticas, el docente *flipped* debe ser un buen conferenciante, cercano y confiable, experto en el arte de preguntar, conocedor de la tecnología, debe ser un profesor creativo, etc. En segundo lugar, los autores reconocen tres tipos de profesores (creadores, neutrales y consumidores) para, por último, finalizar analizando primero algunas características generales sobre los docentes que ponen en práctica el modelo *flipped learning* en su trabajo diario y segundo como los docentes perciben el modelo *flipped*.

En el cuarto capítulo, los autores explican de forma concisa y clara las funciones que los alumnos del siglo XXI deben desempeñar. Para tal fin, los autores ofrecen aquí una doble perspectiva, es decir, determinan las funciones del alumnado *flipped* primero desde la propia experiencia de los propios docentes y segundo considerando las diversas opiniones que los alumnos han aportado mediante un cuestionario, dado que ellos son los protagonistas en el proceso de aprendizaje. Se presentan, a continuación, en este capítulo una serie de sugerencias que los docentes pueden ofrecer a los alumnos con respecto al modelo de clase inversa, a saber, estrategias para ver un video *flipped*, tomar notas, y mejorar la participación en clase.

En el capítulo cinco, los autores exponen una serie de pautas interesantes respecto a cómo diseñar las mejores prácticas para aplicar el *flipped learning* en el espacio individual, es decir, cuando los alumnos están trabajando de forma individual. En segundo lugar, se aborda la

tecnología para llevar a cabo el aprendizaje invertido en el espacio individual, explicando así unos principios fundamentales con el objetivo de diseñar un buen contenido digital y, finalmente, analizan las competencias digitales más apropiadas para implementar el modelo *flipped learning* siguiendo los criterios del Marco Común de Competencia Digital Docente.

Santiago y Bergmann, en el capítulo 6, analizan las mejores prácticas en el espacio grupal con el fin de realizar un uso eficiente del tiempo en el aula. El enfoque de este capítulo consiste en resaltar una variedad de estrategias, tendencias y actividades a realizar en el espacio grupal con el alumnado para, luego, finalizar describiendo las metodologías más utilizadas por los docentes, tales como el Aprendizaje Basado en Proyectos, el Aprendizaje para el Dominio (*Mastery Learning*, en lengua inglesa), Aprendizaje Cooperativo, Gamificación, etc.

En el séptimo capítulo, se aborda qué dice la investigación en torno al modelo *flipped learning*, marcando las líneas maestras de todo aquello que se está realizando a nivel global. A este respecto, los autores se plantean si existe suficiente investigación sobre el *flipped classroom*. Tras unas breves consideraciones, determinan que sí hay un incremento notable de publicaciones empíricas desde el año 2012. Finalmente, explican una serie de pautas en torno a cómo aplicar en el aula *flipped* el modelo educativo investigación-acción.

En el capítulo 8, los autores ofrecen unas pautas respecto a cómo el docente puede mejorar el *flipped classroom* utilizando la analítica de datos así como la evaluación continua. Primero determinan con exactitud qué son las “analíticas del aprendizaje” (Amo y Santiago, 2017) para, posteriormente, analizar qué tipo de métricas se pueden analizar y su relación con la evaluación formativa. Santiago y Bergmann finalizan este capítulo exponiendo diversos ejemplos de analíticas de aprendizaje tanto en el espacio individual como en el grupal del modelo *flipped*, relacionándolos con diversas estrategias didácticas y herramientas digitales que son habitualmente usadas por los profesores.

En el capítulo nueve, presentan los autores varios consejos realmente útiles para mejorar el *flipped classroom*. Para tal fin, se exponen consejos y orientaciones que ofrecen en primera persona diversos profesores *flipped* que llevan ya tiempo aplicando este modelo en el aula. Algunos ejemplos son Domingo Chica, Alicia Díez, Eli Gómez, etc.

Finalmente, en el capítulo 10, Santiago y Bergmann analizan los factores que pueden favorecer ese “cambio” que posibilite el modelo de clase inversa tanto al conjunto de institución educativa como al profesorado, con un especial foco en diversos factores organizativos e institucionales relacionados con esos cambios que, en coherencia, van surgiendo. El presente libro está dirigido a todo aquel docente que tenga interés en aplicar el modelo *flipped*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amo, D. y Santiago, R. (2017) Learning Analytics. La narración del aprendizaje a través de los datos. Barcelona: Editorial UOC, pp. 216
- Anderson, Lorin W.; Krathwohl, David R., (eds.) (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Allyn and Bacon.
- Koehler, M.J.; Mishra, P. y Cain, W. (2015) ¿Qué son los saberes tecnológicos y pedagógicos del contenido (TPACK)?, Virtualidad, Educación y Ciencia, 10(6), 9-23



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).