

Pensamiento Computacional en Iberoamérica

El Seminario Iberoamericano de Pensamiento Computacional surgió de la coincidencia de la experiencia previa del Seminario de Pensamiento Computacional en México (PENCOMX), organizado en 2020 por miembros de la Academia Mexicana de Computación, con el interés de la Sociedad Colombiana de Computación de ampliar la experiencia al ámbito iberoamericano, dada la importancia creciente del pensamiento computacional en nuestras sociedades como una manera de plantear problemas, buscar soluciones y construir éstas de modo que puedan ser operadas tanto por seres humanos como de manera automática usando tecnologías de información y comunicación.

Los capítulos que aquí se incluyen son una pequeña muestra de la enorme variedad de aproximaciones al tema del pensamiento computacional en Iberoamérica, incluso en el área específica de la formación en pensamiento computacional, con ejemplos que van desde la educación básica hasta la universitaria, desde el ámbito institucional al nacional, con enfoques teóricos, de investigación y de intervención social.

Esperamos que la integración y presentación de estos trabajos sirva de aliciente para que un futuro cercano podamos conocer más de lo mucho que se está haciendo en nuestra región en la investigación, promoción y formación en pensamiento computacional en todos los ámbitos de la sociedad iberoamericana.

ISBN 978-607-989411-7-7



9 786079 894177

SIPEC 



Pensamiento Computacional en México | Academia Mexicana de Computación

Pensamiento Computacional en Iberoamérica

Editado por

Johany Armando Carreño Gamboa

Karina Mariela Figueroa Mora

Maria Eugenia González Pérez

Rafael Morales Gamboa

Marcela Quiroz Castellanos



Academia Mexicana de Computación A.C.

Pensamiento Computacional en Iberoamérica

Seminario Iberoamericano de Pensamiento Computacional (SIPECO)
Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México
6 al 8 de julio de 2022

Comité organizador

Johany Armando Carreño Gamboa¹ (SCo2, Colombia)
Karina Mariela Figueroa Mora² (UMSNH, México)
María Eugenia González Pérez¹ (IUSH, Colombia)
Rafael Morales Gamboa² (UDG, México)
Alberto Pacheco González (TecNM Chihuahua, México)
Marcela Quiroz Castellanos² (UV, México)
Luis Enrique Sucar Succar² (INAOE, México)

Comité del programa

Javier Bilbao Landatxe (UPV/EHU, España)
Johany Armando Carreño Gamboa¹ (SCo2, Colombia)
Karina Mariela Figueroa Mora² (UMSNH, AMEXCOMP, México)
María Eugenia González Pérez¹ (IUSH, Colombia)
Victor Koleszar (CEIBAL, Uruguay)
Gabriel López Morteo (UABC, México)
Rafael Morales Gamboa² (UDG, México)
Eduardo Morales Manzanares² (INAOE, México)
Juana Julieta Noguez Monroy² (Tec, México)
Alberto Pacheco González (TecNM Chihuahua, México)
Marcela Quiroz Castellanos² (UV, México)
Luis Enrique Sucar Succar² (INAOE, México)
Milton de Jesús Vera C.¹ (UFPS)
Jorge Luis Zapotécatl² (INAOE, México)

¹ Miembro de la Sociedad Colombiana de Computación.

² Miembro de la Académica Mexicana de Computación.

Pensamiento Computacional en Iberoamérica

editado por

Johany Armando Carreño Gamboa

Karina Mariela Figueroa Mora

María Eugenia González Pérez

Rafael Morales Gamboa

Marcela Quiroz Castellanos



Academia Mexicana de Computación

© D.R. 2023. Academia Mexicana de Computación, A. C.
Todos los derechos reservados conforme a la ley.

ISBN: 978-607-98941-7-7

Diseño de portada: Mario Alberto Vélez Sánchez.

Esta edición y sus características son propiedad de la
Academia Mexicana de Computación, A. C.

Este libro se realizó con el apoyo del CONACyT, Proyecto N° 318672.

Queda prohibida la reproducción parcial o total, por cualquier medio, del contenido de esta obra, sin autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales, en términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y, en su caso, de los tratados internacionales aplicables.

Impreso en México.

Printed in Mexico.

Agradecimientos

Los autores y organizadores del 2° Seminario Iberoamericano de Pensamiento Computacional (SIPECO 2022) agradecemos a los demás miembros del Comité del Programa, por sus valiosas aportaciones a mejorar la calidad de lo que aquí se presenta; a la Sociedad Colombiana de Computación, por promover la idea de un seminario iberoamericano y hospedar el sitio web del seminario (sipeco.org); a la Universidad Veracruzana, por ser nuestros anfitriones y ofrecer los servicios de conexión por videoconferencia; a la Academia Mexicana de Computación, por publicar estas memorias y, finalmente, pero no por ello menos importante, a las instituciones que nos apoyaron para organizar y participar en el seminario.

Contenido

1	Análisis del pensamiento computacional y desempeño académico en estudiantes universitarios <i>Cinthia M. González-Segura, Lizzie E. Narváez-Díaz, Michel García-García y Neyfis V. Solís-Baas</i>	I
2	La importancia del Pensamiento Computacional en la Era Digital <i>Karina Mariela Figueroa Mora, Guillermo de Jesús Hoyos Rivera, María de Lourdes Martínez Villaseñor y Rafael Morales Gamboa</i>	21
3	Pensamiento Computacional: Reflexiones sobre la Formación Inicial Docente en Brasil <i>Almir de Oliveira Costa Junior y José Anglada Rivera</i>	39
4	Pensamiento Computacional en la Educación Primaria y Secundaria en Latinoamérica. Ideas a partir de un Documento de Posición <i>Alexander Castrillón-Yepes, Daniel Andrés Quiroz-Vallejo, Jaime Andrés Carmona-Mesa y Jhony Alexander Villa-Ochoa</i>	67
5	Estudio del efecto del programa Pensamiento Computacional en la brecha educativa/digital a partir de Bebras 2021 de Uruguay <i>Alar Urruticoechea, Andrés Oliveri, Victor Koleszar y Emiliano Pereiro</i>	85
6	Impulsando el Pensamiento Computacional sin computadoras <i>Karina Figueroa y Cuauhtémoc Rivera-Loaiza</i>	101

Lista de figuras

- 1.1 Ejemplo de reactivo del instrumento. Fuente: [30] 9
- 3.1 Plan con la idea de propuestas necesarias para insertar el PC en la formación inicial de profesores en Brasil. 46
- 6.1 Cartas que pueden emplear los participantes. 103
- 6.2 Actividad con letras estimulando la conversión de Binario a letras. 104
- 6.3 Actividad de conversión entre números e imágenes. 105
- 6.4 Lightbot Hour, robot programable. En la fila superior son todas las posibles instrucciones. En la fila inferior está el conjunto de instrucciones necesarias para completar esta tarea (prender el último mosaico). 106
- 6.5 Algunos de los Participantes del taller durante la realización de una de las actividades. 107

Lista de tablas

1.1	Resultados globales.	10
1.2	Distribución de participantes.	11
1.3	Puntajes de los estudiantes del 2° semestre.	12
1.4	Puntajes de los estudiantes de 4° semestre.	12
1.5	Puntajes de los estudiantes de 6° semestre.	12
3.1	Tesis identificadas sobre Pensamiento Computacional en la formación inicial de docentes.	56
5.1	Prueba <i>t</i> de Student por pertenencia o no al programa. . . .	89
5.2	Prueba <i>t</i> de Student por nivel sociocultural.	90
5.3	<i>Post hoc</i> ANOVA de dos vías pertenencia × nivel sociocultural en PC.	91
5.4	<i>Post hoc</i> ANOVA de dos vías pertenencia × nivel sociocultural en Evaluación.	91
5.5	Post hoc ANOVA de dos vías pertenencia × nivel sociocultural en Generalización.	92
5.6	Post hoc ANOVA de dos vías pertenencia*nivel sociocultural en pensamiento algorítmico.	93

Introducción

El Seminario Iberoamericano de Pensamiento Computacional surgió de la coincidencia de la experiencia previa del Seminario de Pensamiento Computacional en México (PENCOMX), organizado en 2020 por miembros de la Academia Mexicana de Computación, con el interés de la Sociedad Colombiana de Computación de ampliar la experiencia al ámbito iberoamericano, dada la importancia creciente del pensamiento computacional en nuestras sociedades como una manera de plantear problemas, buscar soluciones y construir éstas de modo que puedan ser operadas tanto por seres humanos como de manera automática usando tecnologías de información y comunicación.

Los capítulos que aquí se incluyen son una pequeña muestra de la enorme variedad de aproximaciones al tema del pensamiento computacional en Iberoamérica, incluso en el área específica de la formación en pensamiento computacional, con ejemplos que van desde la educación básica hasta la universitaria, desde el ámbito institucional al nacional, con enfoques teóricos, de investigación y de intervención social.

Esperamos que la integración y presentación de estos trabajos sirva de aliciente para que un futuro cercano podamos conocer más de lo mucho que se está haciendo en nuestra región en la investigación, promoción y formación en pensamiento computacional en todos los ámbitos de la sociedad iberoamericana.

Capítulo 1

Análisis del pensamiento computacional y desempeño académico en estudiantes universitarios

Cinthia M. González-Segura ¹, *Lizzie E. Narváez-Díaz* ¹, *Michel García-García* ¹, *Neyfis V. Solís-Baas*¹

¹ Universidad Autónoma de Yucatán. Tizimín, Yucatán, México.
{gsegura,lendiaz,michel.garcia,neyfis.solis}@correo.uady.mx

Resumen. El concepto de pensamiento computacional ha cobrado gran interés en los últimos años, diversos centros educativos han considerado su inclusión como asignatura debido a la importancia que éste tiene para el desarrollo de habilidades en los estudiantes de todos los niveles educativos. El objetivo de este trabajo es analizar si existe alguna relación entre el nivel de desarrollo del pensamiento computacional y el desempeño académico de un grupo de estudiantes universitarios matriculados en una unidad multidisciplinaria en el interior del estado de Yucatán, en la Ingeniería de Software. El estudio realizado es correlacional, con un diseño transeccional de una sola medición y un enfoque cuantitativo, aplicado a una muestra dirigida o no probabilística conformada por 35 estudiantes universitarios de diferentes semestres. Los resultados indican que en los semestres de 2° a 6° se encontró una relación directa y fuerte entre las variables de análisis. Este primer estudio con alcances limitados da lugar a la exploración de otros programas educativos y sedes con mayor

matrícula, así como la posibilidad de analizar otros factores relacionados con el pensamiento computacional y el desempeño académico.

Palabras clave. Desempeño académico, educación universitaria, ingeniería de software, pensamiento computacional.

I.I Introducción

Desde su fundación en 1922, la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) ha tenido la disposición de proveer a los jóvenes del estado de Yucatán una educación superior de calidad, con el afán de que la juventud yucateca se desarrolle en un ámbito con mejores condiciones de vida; sin embargo, la oferta educativa de la institución se había concentrado en la ciudad de Mérida, lo que obligaba a muchas familias del medio rural y de otras poblaciones del interior del estado a realizar grandes esfuerzos para brindar a los jóvenes la oportunidad de tener una buena preparación académica. Así, en el año 2000 la UADY decide crear la Unidad Multidisciplinaria Tizimín (UMT), como una alternativa de educación pública en el oriente del estado de Yucatán, misma que desde sus inicios permitió a los estudiantes de la región continuar sus estudios de nivel superior sin tener que trasladarse a la capital del estado [1, 2].

Inicialmente, la oferta educativa de la UMT estuvo conformada por tres licenciaturas: Educación, Enfermería y Ciencias de la Computación. En el año 2006, se incorporó la Licenciatura en Contador Público y en el 2016 las autoridades en turno decidieron cerrar la Licenciatura en Ciencias de la Computación en la UMT y ofertar en su lugar la Licenciatura en Ingeniería de Software (LIS) como estrategia para tratar de incrementar la matrícula, bajo el supuesto de que así se atenderían las necesidades específicas de la región. Sin embargo, la demanda de estudiantes en LIS sigue siendo baja, con un ingreso promedio aproximado de 20 estudiantes por año, en el mes de agosto.

Los estudiantes que ingresan a la LIS, con un alto porcentaje de origen maya, provienen en su mayoría de los siguientes bachilleratos [3]:

- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica plantel Tizimín (Conalep).
- Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) #14 de Tizimín.

- Colegios de Bachilleres de Yucatán (Cobay) como son el de Tizimín, Temozón, Sucilá, Calotmul, Colonia Yucatán, Buctzotz, entre otros.
- Preparatorias locales incorporadas al sistema UADY.
- Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Yucatán (CECyTEY) de los municipios de Panabá y Espita.

Como se puede observar, la gran variedad de sistemas educativos de procedencia implica una diversidad de perfiles al inicio de la formación universitaria, en función de los planes de estudio y perfiles de egreso de los bachilleratos de la región. Así, en los primeros semestres, los estudiantes de la LIS presentan serias dificultades con el aprendizaje de algunos temas, lo cual se ve reflejado en los índices de reprobación y deserción de cada asignatura, así como en la disminución de estudiantes por grupo en los semestres avanzados. Los mismos estudiantes han manifestado que encuentran difíciles ciertas materias, principalmente relacionadas con las matemáticas y la programación [4, 5].

Al respecto, se ha platicado con los estudiantes de manera informal y a través del programa de tutorías, encontrando que en muchos casos se inscriben a la LIS porque no tuvieron la oportunidad de cursar otra carrera, ya sea por motivos económicos o porque no lograron el promedio mínimo para alcanzar un cupo en la carrera que realmente les interesa.

Asimismo, se ha detectado que no todos los estudiantes que ingresan a la LIS poseen los conocimientos requeridos, expresados en el perfil de ingreso. Algunos de ellos desconocen tales requerimientos, aun cuando anualmente los docentes de la UMT imparten pláticas promocionales de las licenciaturas ofertadas. Por otro lado, los estudiantes han manifestado que no cuentan con el apoyo y guía de sus colegios para recibir una orientación vocacional que los ayude a elegir una carrera acorde con su perfil académico y sus características individuales.

En este sentido, es frecuente encontrar en el contexto de la UMT problemas como los mencionados en [6]:

- Desconocimiento de las materias.
- Carencia de habilidades para programar y de disciplina en programación.

- Falta de conciencia estudiantil, entendida como los ideales, actitudes y valores que apuntan hacia el logro de la meta académica.
- Desinterés por sus estudios en general y por la materia de programación, en particular.

Recientemente, en el semestre escolar enero-mayo 2023, se inició un programa de mediación educativa con apoyo de estudiantes avanzados de la licenciatura en educación, quienes en su proyecto identificaron que los estudiantes del 4to semestre de la LIS carecen de métodos y técnicas de estudio, por lo que próximamente se estará implementando el programa de intervención socioeducativa “Aprendiendo a estudiar”. Aunado a lo anterior, se planea socializar entre los docentes tutores las necesidades detectadas y las estrategias que se podrían implementar para mejorar el desempeño académico de sus tutorados.

Al respecto, en [7] se afirma que existe una relación directa entre la motivación académica y el aprendizaje de los estudiantes, además de que en [8] se encontró que ciertas estrategias didácticas son útiles para desarrollar el pensamiento computacional y al mismo tiempo aumentan la motivación de los estudiantes al lograr una mejor comprensión. Esto invita a tomar en cuenta las habilidades del pensamiento computacional y la motivación, como elementos que podrían contribuir a mejorar el desempeño académico de los estudiantes. Asimismo, diversos autores han subrayado la importancia que tiene desarrollar, desde edades tempranas, ciertas habilidades relacionadas con el pensamiento computacional (PC), como mecanismo para contar con herramientas que permitan hacer frente a los desafíos de la sociedad digital actual [9, 10]. Algunas de estas habilidades son el razonamiento, la creatividad, el análisis crítico, la toma de decisiones y la resolución de problemas [11, 12].

En este sentido, determinar el nivel de desarrollo que tienen los estudiantes con respecto al pensamiento computacional podría ser útil para identificar sus fortalezas y debilidades, atenderlas y contribuir a mejorar su desempeño académico, además de favorecer la retención del alumnado [13].

Considerando lo anterior, en el perfil de egreso de la LIS se menciona que entre las actitudes que se promueven en los estudiantes se encuentra la perseverancia en la solución de problemas [14]. Del mismo modo, en el desglose de saberes de las competencias de egreso de la LIS [15] se menciona lo siguiente:

- Manifiesta un pensamiento crítico en su quehacer profesional con atención y respeto a las ideas de otros.
- Incorpora la creatividad en su práctica profesional de manera continua y permanente, así como enfrenta situaciones innovadoras en su ámbito profesional responsablemente.
- Mantiene una actitud perseverante en la resolución de problemas propios de su disciplina. De manera específica, en la LIS se fomentan ciertas habilidades relacionadas con el pensamiento computacional, tales como el razonamiento, la creatividad, el análisis crítico, la toma de decisiones y resolución de problemas, mediante:
- Asignaturas obligatorias del área de matemáticas y computación, ubicadas en los primeros semestres[14].
- Asignaturas libres [16], como parte de la formación integral.
- Participación en escenarios reales de aprendizaje, mediante proyectos sociales con incidencia en temas de ciencia y tecnología [17, 18].
- Realización de prácticas profesionales y servicio social en proyectos que implican la resolución de problemas en diversos contextos.

Considerando lo anterior, surge la idea de analizar si existe alguna relación entre el desarrollo del pensamiento computacional y el desempeño académico observado en estudiantes de la LIS en la UMT, así como el tipo de relación, en caso de existir. Esto permitirá conocer el nivel de desarrollo del pensamiento computacional en los grupos de estudiantes universitarios que cursan la LIS, lo cual servirá como un punto de partida, para posteriormente explorar sus fortalezas y debilidades en función del perfil del estudiante.

1.2 Objetivos

El objetivo general del capítulo es presentar el conocimiento generado al realizar una evaluación de habilidades específicas del pensamiento computacional a los alumnos de la LIS, inscritos durante el semestre escolar de enero a mayo de 2022. Lo anterior para determinar el estado inicial de los estudiantes y poder plantear a futuro estrategias adecuadas que permitan mejorar sus habilidades.

1.2.1 *Objetivos específicos*

- Analizar la relación entre el desarrollo del pensamiento computacional y el desempeño académico.
- Describir los resultados encontrados con respecto al nivel de desarrollo del PC por semestre, mediante la estadística descriptiva.

1.3 Marco teórico

Los orígenes del pensamiento computacional se remontan al período entre 1960 y 1970, cuando Seymour Papert [19] introdujo el concepto de pensamiento procedimental, basado en el desarrollo, representación, testeo y depuración, para abordar y resolver un problema. Papert también introdujo LOGO, uno de los primeros lenguajes de programación de alto nivel, con fines educativos [20]; en este lenguaje, las instrucciones permitían a una tortuga moverse sobre la pantalla realizando dibujos basados en su trayectoria. Inicialmente, LOGO fue diseñado para introducir conceptos lógico-matemáticos en los niños, utilizando de manera constructiva un entorno de programación [21], posteriormente se orientó a la enseñanza de conceptos básicos relacionados con la programación, así como para presentar retos intelectuales a los estudiantes, para ser resueltos mediante un lenguaje de programación de tipo procedimental y recursivo, potenciador de la creatividad y la heurística [22]. La arquitectura de LOGO está basada en el enfoque constructor del propio autor y a la vez esta herramienta es la antecesora de tecnologías como micromundos, Lego Mindstorms y Scratch [23].

Posteriormente, Wing [24] retoma este concepto usando el término pensamiento computacional, el cual se ha popularizado en las últimas décadas con la idea de ser una habilidad fundamental para todos y no solo para los científicos de la computación. En este sentido, el pensamiento computacional involucra resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, entre otros, basándose en los conceptos fundamentales de ciencias de la computación, lo cual incluye una amplia variedad de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la computación.

Actualmente, aún no existe un consenso a nivel mundial entre los expertos sobre un marco conceptual que defina con precisión los principales componentes del pensamiento computacional [9]. Por ejemplo, en [13] se presentan 30 definiciones encontradas en la literatura global, tras lo cual

se afirma que se trata de un proceso cognitivo que permite resolver problemas mediante el uso de ciertas habilidades específicas, denominadas: abstracción, descomposición, generalización, diseño algorítmico y evaluación [25]. Una de las definiciones presentada por la Royal Society citada en [13] dice que el pensamiento computacional es el proceso de reconocer aspectos de la computación en el mundo que nos rodea, además de aplicar herramientas y técnicas de las ciencias de la computación para entender procesos naturales y artificiales.

Por otro lado, en los últimos años se observa que el pensamiento computacional ha irrumpido con fuerza en los sistemas educativos de un creciente número de países alrededor del mundo, ya que en muchos casos ha sido incluido en el currículo de la educación obligatoria y en otros casos se está considerando su inclusión [9]. Asimismo, diversas instituciones europeas y de otros países que son punteros en tecnología se han inclinado por la introducción de las habilidades propias del pensamiento computacional en la enseñanza. A partir de esto se han venido desarrollando esfuerzos ingentes en este sentido, postura que está siendo apoyada también por el sector empresarial [26, 27].

En la última década, la inserción de la programación como disciplina curricular ha sido una tendencia educativa [28], dentro de la cual se encuentra en desarrollo la robótica y el pensamiento computacional, entre otros [29]. Sin embargo, es importante observar que el hecho de incluir la programación en las aulas no implica que se tendrá a futuro todo un ejército de programadores expertos -no es el objetivo-, pero sí es deseable lograr el desarrollo del pensamiento lógico, la creatividad, la afinidad hacia la tecnología y algunas de las competencias digitales y habilidades blandas, necesarias en el siglo XXI [29].

Partiendo de lo anterior y teniendo en consideración que el pensamiento computacional ha llegado con fuerza a un gran número de escuelas en todo el mundo, se vuelve de suma importancia que cada institución sepa en dónde está ubicada en este contexto, por lo tanto, surge la iniciativa de evaluar las habilidades de pensamiento computacional de los estudiantes en la UMT, institución en la que se contextualiza la presente investigación, como se mencionó previamente.

En la literatura actual se han encontrado diversas estrategias e instrumentos utilizados para medir habilidades relacionadas con el pensamiento computacional, una de ellas es el instrumento propuesto por Román-

González en [30], que ha sido validado y permite obtener datos cuantitativos directamente relacionados con la medición del nivel de desarrollo del Pensamiento Computacional en los participantes, razón que condujo a considerar su aplicación en la comunidad estudiantil que se describe en este trabajo.

1.4 Metodología

En el semestre escolar enero-mayo 2022, la UMT de la UADY contaba con una matrícula de 454 alumnos, distribuidos en 4 licenciaturas, de los cuales, 75 son de ingeniería de software (LIS), 105 de educación (LE), 131 de enfermería (LEnf) y 143 de contador público (LCP). El grupo de enfoque sobre el que se llevó a cabo la investigación está compuesto por alumnos de la LIS. Cabe mencionar que también se consideró incluir a las otras tres licenciaturas, pero no fue posible hacerlo en este trabajo porque cada programa de estudio cuenta con su propio calendario de actividades, de modo que no fue posible contar con la presencia de todos los estudiantes en la universidad durante el período de aplicación del instrumento para esta investigación.

El estudio realizado es correlacional, con un diseño transeccional de una sola medición y un enfoque cuantitativo aplicado a una muestra no probabilística conformada por 35 estudiantes matriculados en la LIS. Las variables de interés son el nivel de desarrollo del pensamiento computacional y la calificación promedio obtenida por los estudiantes en su desempeño académico. Estas variables fueron elegidas con el fin de analizar si existe alguna relación entre ellas, considerando que los resultados aportarán información útil para implementar estrategias que conduzcan a mejorar el desempeño académico de futuras generaciones, lo cual sería benéfico para reducir las tasas de rezago y deserción.

La recopilación de datos se realizó mediante un instrumento digitalizado que fue proporcionado a los estudiantes a través de los profesores de grupo, quienes distribuyeron el enlace y las indicaciones para responder el instrumento. El período de recolección de datos fue de casi un mes. La mayoría de los estudiantes (77%) respondieron en el aula, durante la primera semana de abril. Quienes por diversas razones no pudieron hacerlo en ese momento, fueron invitados a responder por su cuenta, aunque fueron pocas las respuestas obtenidas posteriormente.

El instrumento aplicado, modificado a partir de [30], consta de 28 reactivos de opción múltiple enfocados en la resolución de ejercicios directamente

Pregunta 14. ¿Qué instrucciones llevan a "Pac-man" hasta el fantasma por el camino señalado?

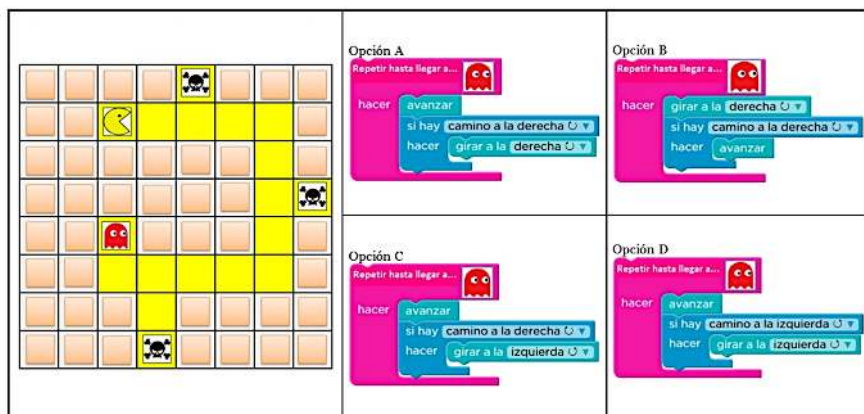


Figura 1.1: Ejemplo de reactivo del instrumento. Fuente: [30]

relacionados con el pensamiento computacional y 2 reactivos con escala de Likert de 10 puntos para la autoevaluación del estudiante. El instrumento aplicado fue digitalizado mediante los Formularios de Google y está disponible en <https://forms.gle/aYHYRysZm6AXkxAh7>. Los reactivos de opción múltiple son ejercicios que requieren resolver un problema poniendo en práctica habilidades como la abstracción, descomposición, detección de patrones y pensamiento algorítmico, considerados los principales componentes o pilares del pensamiento computacional [8, 31]. Los últimos dos reactivos son de autoevaluación, el primero está enfocado en la propia percepción del desempeño en la prueba y el segundo en la comprensión de los temas de computación e informática. La Figura 1.1 muestra un ejemplo de los ejercicios incluidos en el instrumento aplicado.

Como se observa, los ejercicios están basados en instrucciones gráficas representadas por bloques, de manera similar a las instrucciones de los lenguajes computacionales como Scratch o Appinventor. Antes de aplicar el instrumento se decidió realizar algunas modificaciones para una mejor legibilidad y claridad en el contexto de aplicación, conservando íntegros los contenidos evaluados en el test original [30]. El tiempo máximo establecido para responder la prueba fue de 45 minutos, aunque en algunos casos, debido a las dificultades técnicas con la red, los participantes respondieron de manera libre, en la universidad o en algún otro sitio de su preferencia, indi-

cando en el formulario el tiempo que les había tomado responder la prueba.

1.5 Resultados

La prueba de Pensamiento Computacional fue respondida voluntariamente por 35 estudiantes de la LIS, lo cual representa el 46% del total de 75 estudiantes inscritos en el período semestral enero-mayo 2022. En cuanto a la distribución por género, 9 son mujeres, 25 son hombres y 1 prefirió no especificar. Las edades oscilan entre los 17 a 22 años.

Las medidas de la estadística descriptiva obtenidas de forma global, considerando a los 35 participantes, se presentan en la [Tabla 1.1](#), donde la primera fila (PC) corresponde al valor obtenido en la prueba del Pensamiento Computacional con 28 reactivos; los puntajes fueron escalados proporcionalmente a un puntaje sobre 100, para manejar el mismo rango que en las calificaciones escolares. En la segunda fila (PE) se muestra el promedio escolar del estudiante. Los valores de la tercera y cuarta filas corresponden a los 2 últimos reactivos (de autoevaluación) del instrumento: A1 es la calificación autoasignada por los estudiantes considerando su desempeño en la prueba y A2 es el puntaje autoasignado con respecto a la comprensión de los temas de computación e informática. Estos dos últimos valores fueron trasladados a una escala de 1-100 para coincidir con la escala de los dos primeros valores. T es el tiempo empleado para realizar la prueba, en minutos.

Tabla 1.1: Resultados globales.

	Media	Desv. std.	Mediana	Max	Min
PC	85.41	10.7273	85.71	100	61
PE	85.48	9.5302	88.25	98	59
A1	83.71	10.5957	80	100	50
A2	83.14	9.6319	80	100	60
T	33.34	10.6907	31	66	11

El coeficiente de correlación entre los puntajes obtenidos en la prueba de pensamiento computacional (PC) y el promedio escolar (PE) del estudiante fue de 0.59, lo cual indica una relación directa y un grado moderado de asociación. La relación entre el resultado de la prueba (PC) y la autoevaluación

del estudiante (A1) es directa pero débil (0.187), al igual que entre el promedio escolar (PE) y la autoevaluación de los conocimientos en computación e informática (A2), con un coeficiente de 0.07. Algo similar ocurre entre el tiempo invertido (T) y el puntaje obtenido en la prueba (PC), siendo 0.03 este índice de correlación.

En vista de que se esperaba un índice de correlación más elevado, considerando que el perfil de la LIS tiene un fuerte componente computacional, se decidió realizar un análisis más detallado por semestre. En el instrumento se solicitó a los estudiantes indicar el semestre en el que se encuentran y ellos lo hicieron de acuerdo con el año de ingreso, pero debido a que el plan es flexible y no semestral, se optó por considerar el semestre que corresponde a cada estudiante de acuerdo con el número de créditos aprobados al momento, agrupando en el semestre 2 a aquellos estudiantes cuyos créditos aprobados los ubican en alguno de los dos primeros semestres, en el semestre 4 a los estudiantes del 3° y 4°, en el semestre 6 a los estudiantes de 5° y 6°. El número de participantes por grupo se muestra en la [Tabla 1.2](#).

Tabla 1.2: Distribución de participantes.

Semestre	2°	4°	6°	Total
Población	18	24	17	59
Muestra	10	13	12	35

Las tablas [1.3](#) a [1.5](#) muestran los puntajes obtenidos por semestre, con la misma organización de datos presentada en la [Tabla 1.1](#). Los resultados del 2° semestre se presentan en la [Tabla 1.3](#). A partir de los puntajes obtenidos individualmente por los estudiantes en el PC y el PE, se calculó el índice de correlación obteniendo un valor de 0.785, lo cual indica que el nivel de desarrollo del pensamiento computacional y el nivel de desempeño académico de los estudiantes están relacionados en sentido directo y el grado de la asociación es fuerte [32].

La información del 4° semestre se muestra en la [Tabla 1.4](#). Con este grupo de estudiantes, el índice de correlación ente el PC y el PE es de 0.625, lo cual indica nuevamente que las variables del análisis se correlacionan directamente, con un grado de asociación fuerte.

En la [Tabla 1.5](#) se muestran los resultados del 6° semestre. El índice de correlación en este caso es 0.676, lo cual indica reiteradamente que existe una

Tabla 1.3: Puntajes de los estudiantes del 2° semestre.

	Media	Desv. std.	Mediana	Max	Min
PC	79.29	9.4940	82.14	89	70
PE	85.85	8.2564	88.33	94	70
A1	82.00	13.9841	85	100	50
A2	81.00	7.3786	80	90	70
T	28.20	7.6274	28.50	43	17

Tabla 1.4: Puntajes de los estudiantes de 4° semestre.

	Media	Desv. std.	Mediana	Max	Min
PC	88.46	11.6782	92.86	100	68
PE	88.44	12.1577	91.23	98	59
A1	85.38	8.7706	80	100	70
A2	84.62	8.7706	80	100	70
T	32.38	12.4669	30	66	11

relación directa entre el nivel de desarrollo del pensamiento computacional y el nivel de desempeño académico de los estudiantes, con un grado de asociación fuerte.

Tabla 1.5: Puntajes de los estudiantes de 6° semestre.

	Media	Desv. std.	Mediana	Max	Min
PC	87.20	9.1952	85.71	100	71
PE	81.95	6.2950	83.69	91	71
A1	83.33	9.8473	85	100	70
A2	83.33	12.3091	80	100	60
T	38.67	8.9477	41.50	51	22

Cabe señalar que, aun cuando también se aplicó el instrumento a estudiantes del 8° semestre, no se incluyen como parte de los resultados debido a que se observaron datos anómalos y condiciones de participación muy diferentes al resto de la muestra, así que se optó por omitir esos valores atípicos para no sesgar la información.

En síntesis, los datos obtenidos por semestre indican que sí existe una correlación lineal directa entre el desempeño académico de los estudiantes de LIS y el nivel de desarrollo del pensamiento computacional, con un grado de asociación fuerte. Esta información coincide con los resultados esperados, debido al perfil profesional de los estudiantes de la LIS, sobre todo en los primeros semestres donde se fortalece su razonamiento lógico, analítico y computacional, con asignaturas del área de matemáticas y algoritmia. Cabe recordar que uno de los propósitos del Pensamiento Computacional es proporcionar a los alumnos una caja de herramientas mentales para solucionar problemas, tal como se indica en [8], por lo que resulta lógico esperar que aquellos estudiantes cuyo Pensamiento Computacional tenga un nivel de desarrollo alto, es decir, que sepan aplicar metodologías y razonamientos eficientes para resolver un problema complejo de forma analítica, certera y eficiente, también evidencien un alto desempeño académico.

Por otro lado, se observa que durante los primeros semestres la correlación entre las variables de interés es más fuerte entre los participantes. Lo anterior podría significar que la habilidad del pensamiento computacional se practica con menor énfasis en los semestres más avanzados que en los iniciales, siendo un área de oportunidad para discutir y atender con los profesores a cargo de la LIS. Desde luego, sin ignorar que cada grupo de estudiantes tiene características particulares que lo hacen único.

Al respecto, en la malla curricular del programa académico de la LIS se observa que en los primeros dos semestres los estudiantes de esta carrera cursan asignaturas disciplinares del área de matemáticas o afines a la programación; en el tercer semestre se cursan dos asignaturas disciplinares de matemáticas y a partir del cuarto semestre toda su carga académica está relacionada con el perfil de la especialidad, es decir, las asignaturas son del área de diseño, desarrollo, documentación y mantenimiento de software, entre otras. Por lo anterior, se considera importante analizar los métodos de estudio y el tipo de actividades que se realiza con los estudiantes en los primeros y en los últimos semestres, a lo largo de su formación universitaria; sin perder de vista la importancia que tiene el rol del docente como guía del aprendizaje.

1.6 Conclusiones y trabajos futuros

El estudio presentado es un primer acercamiento al análisis del pensamiento computacional en la LIS que se oferta en la UMT. El diagnóstico realizado

de la situación actual permite conocer algunas fortalezas y debilidades que tiene el programa educativo, reflejado en la formación de los estudiantes de la LIS, en función de las habilidades del pensamiento computacional.

En los resultados encontrados se observa que, en los semestres de 2° a 6°, existe una relación directa y fuerte entre el desempeño académico y el nivel de desarrollo del pensamiento computacional, tal como se esperaba por el perfil académico de la LIS. Sin embargo, se observa una mayor intensidad en la correlación hallada con los datos del 2° semestre, que es justamente la etapa en la que los estudiantes de LIS cursan asignaturas obligatorias del área de matemáticas y programación, mismas que fortalecen el pensamiento lógico, algorítmico y el razonamiento matemático, además de que ciertas asignaturas libres que también son cursadas en los primeros semestres fomentan la creatividad, el análisis crítico y la resolución de problemas, entre otras habilidades. En este punto, cabe recordar que una habilidad requiere ser practicada con regularidad para no perderla, por lo que resulta de interés analizar esta situación observada con relación a las habilidades del pensamiento computacional; por ejemplo, valdría revisar los métodos de estudio que aplican los estudiantes durante su formación, así como el rol del docente universitario al respecto.

Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio también invitan a que la planta docente analice en conjunto las estrategias de enseñanza y aprendizaje planteadas en las asignaturas de especialidad, las cuales empiezan a presentarse de manera significativa a partir del tercer semestre, con el fin de proponer actividades que permitan continuar desarrollando y favorezcan las habilidades del pensamiento computacional, que a su vez inciden en un buen desempeño académico.

Al respecto, cabe recordar el rol del docente como guía del aprendizaje; se considera necesario analizar las técnicas de estudio de los estudiantes, así como evaluar las estrategias y actividades que se realizan con los grupos en las asignaturas de los semestres iniciales y avanzados de la LIS, con el fin de atender las necesidades detectadas en el estudio realizado. Como bien menciona Stanislas Dehaene [33], las clases donde el alumno no es más que un ente pasivo han pasado a la historia, se ha demostrado el éxito del compromiso activo de los estudiantes, el efecto es evidente en todas las áreas y en ellas quedan incluidas las que se imparten en la LIS de la UMT. Para lograr ese compromiso activo por parte del estudiantado, el rol del docente es fundamental y es posible emplear una gran variedad de actividades guiadas que

inviten al alumno a reflexionar sobre sí mismo, tales como discusiones, actividades prácticas, trabajos grupales, entre otras.

Una de las limitaciones del estudio realizado es el reducido tamaño de la muestra, por lo que, como trabajo futuro, se considera extender el análisis a las otras licenciaturas de la UMT y sedes de la LIS. Cabe señalar que esto no se hizo debido a que, en las fechas en las que se aplicó el instrumento, los estudiantes estaban fuera de clases por tener un calendario diferente en cada programa de estudios, algunos de los estudiantes realizan sus prácticas profesionales y servicio social en otras comunidades de la región. Asimismo, se considera como trabajo futuro el análisis de la motivación académica y personal que tienen los estudiantes de la LIS, especialmente por considerar su relación con el pensamiento computacional, como se ha mencionado previamente, y por haber observado que algunos datos omitidos (8° semestre) no fueron recogidos en circunstancias óptimas (quizás fueron respuestas rápidas, cansancio, desmotivación, otras actividades y compromisos, o falta de interés de los que responden, etc.), lo cual no solo puede sesgar la información recabada sino también puede dar indicios de situaciones importantes que requieren atención, más aún en la época actual enmarcada por una pandemia.

De lo anterior, se sugiere que a la par con el desarrollo del pensamiento computacional podrían entrar en juego diversas habilidades blandas, por lo que resulta de interés ahondar en las características de los estudiantes, tales como sus métodos de estudio, el nivel de motivación, responsabilidad, compromiso y actitud ante diversas situaciones, en general.

Finalmente, se planea seguir trabajando en la línea de investigación del pensamiento computacional, con relevancia internacional, para conocerla con mayor detalle e incluir actividades que promuevan en mayor medida su desarrollo a partir de las habilidades requeridas en los estudiantes universitarios, buscando un mejor desempeño e inclusión exitosa en el ámbito laboral.

Referencias

- [1] Víctor Chi et al. Nuestra Historia. En: *InforFMATe* 1.1 (oct. de 2010), págs. 3-6.
- [2] Universidad Autónoma de Yucatán. *Historia de La Unidad Tizimin*. Universidad Autónoma de Yucatán. 2022. URL:

- <https://www.tizimin.uady.mx/lkcabezera/historia.php> (visitado 18-07-2023).
- [3] Lizzie Edmea Narváz Díaz. Metodología de aprendizaje usando Scratch para mejorar el rendimiento académico de los alumnos de la asignatura de algoritmia. Tesis de Doctorado. Querétaro, Qro., México: Universidad Autónoma de Querétaro, 14 de jun. de 2021. 138 págs. URL: <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/3395> (visitado 18-07-2023).
 - [4] M. Colorado. *Compendio y Desarrollo de Herramientas Digitales Para Apoyar La Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación En Ingeniería de Software*. 2020.
 - [5] Cinhtia González-Segura et al. Analysis of Subjects with Greater Difficulty for University Students in the Area of Computer Science. En: *International Journal of Computer Science and Network Security* 12.10 (2012), págs. 62-67. URL: http://search.ijcsns.org/02_search/02_search_03.php?number=201210010 (visitado 18-07-2023).
 - [6] Ricardo Humberto Alanía Vera, Carlos Antonio Díez Arenas y Julio César Pinglo Puertas. Estrategias de enseñanza y estilos de aprendizaje en los alumnos del curso Introducción a la Algoritmia: caso Cibertec. Tesis de Maestría. Chile: Universidad Andrés Bello, 1 de ene. de 2012. 70 págs. DOI: 10.13140/RG.2.1.3183.0480. URL: <http://hdl.handle.net/10757/274492>.
 - [7] Raul William Paredes Morales. Motivación académica y compromiso con los estudios en una Institución de Enseñanza Universitaria. Tesis de Maestría. Lima, Perú: Universidad Nacional de Educación, 26 de jul. de 2021. 95 págs. URL: <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/5587> (visitado 18-07-2023).
 - [8] Lilia Odeth Casanova Estrada. Desarrollo de Pensamiento Computacional: una perspectiva taxonómica. Tesis de Maestría. Ciudad de México: Tecnológico de Monterrey, 25 de oct. de 2021. 88 págs. URL: <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/642806> (visitado 18-07-2023).

- [9] Jordi Adell Segura et al. El debate sobre el pensamiento computacional en educación. En: *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia* 22.1 (2019), págs. 171-186. ISSN: 1138-2783 (papel). DOI: 10.5944/ried.22.1.22303. URL: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/190674> (visitado 18-07-2023).
- [10] Eduardo Coronel Díaz y Graciela Lima Silvain. El pensamiento computacional. Nuevos retos para la educación del siglo XXI. En: *Virtualidad, Educación y Ciencia* 11.20 (2020), págs. 115-137. ISSN: 1853-6530. URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7869092> (visitado 18-07-2023).
- [11] Verónica Jacqueline Guamán Gómez, Brígida Amalin Daquilema Cuásquer y Eimy Eliana Espinoza Guamán. El pensamiento computacional en el ámbito educativo. En: *Sociedad & Tecnología* 2.1 (11 de ene. de 2019), págs. 59-67. ISSN: 2773-7349. DOI: 10.51247/st.v2i1.69. URL: <https://institutojubones.edu.ec/ojs/index.php/societec/article/view/69> (visitado 19-07-2023).
- [12] Enrique Arturo Vázquez Uscanga, Johanna Bottamedi y María Luz Brizuela. Pensamiento computacional en el aula: el desafío en los sistemas educativos de Latinoamérica. En: *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa* 7 (23 de dic. de 2019), págs. 36-47. ISSN: 2529-9638. DOI: 10.6018/riite.397901. URL: <https://revistas.um.es/riite/article/view/397901> (visitado 19-07-2023).
- [13] Arturo Rojas-López y Francisco José García-Peñalvo. Evaluación del pensamiento computacional para el aprendizaje de programación de computadoras en educación superior. En: *Revista de Educación a Distancia (RED)* 20.63 (63 30 de abr. de 2020). ISSN: 1578-7680. DOI: 10.6018/red.409991. URL: <https://revistas.um.es/red/article/view/409991> (visitado 19-07-2023).
- [14] Universidad Autónoma de Yucatán. *Plan de Estudios de La Licenciatura En Ingeniería de Software*. 12 de ago. de 2016. URL:

- https://www.matematicas.uady.mx/files/documents/programas/lis/LIS_Aprobado_12-ago-2016.pdf.
- [15] Universidad Autónoma de Yucatán. *Perfil de Egreso - Licenciatura En Ingeniería de Software*. Facultad de Matemáticas. 2023. URL: <https://www.matematicas.uady.mx/10-facultad/76-perfil-de-egreso-licenciatura-en-ingenieria-de-software> (visitado 25-07-2023).
- [16] Universidad Autónoma de Yucatán. *Catálogo Institucional de Asignaturas Libres*. URL: <https://asignaturas.uady.mx> (visitado 25-07-2023).
- [17] Michel García García, Cinhtia González Segura y Lizzie Narváez Díaz. Robótica Educativa En Comunidades Mayas Del Oriente Del Estado de Yucatán. En: *Innovation and Practice in Education (2019)*. XI Conferencia Conjunta Internacional Sobre Tecnologías y Aprendizaje. CIATA.org, 2019, págs. 187-197. ISBN: 978-84-09-09792-0.
- [18] Cinhtia Maribel González Segura, Michel García García y Víctor Hugo Menéndez Domínguez. Experiencias de Una Feria Itinerante de Ciencia y Tecnología En Comunidades Urbanas y Rurales Del Estado de Yucatán. En: *Reducción de Brecha Digital e Inclusión Educativa: Experiencias En El Norte, Centro y Sur de México*. Ed. por Sonia Verónica Mortis Lozoya, Jaime Muñoz Arteaga y Alfredo Zapata González. Rosa Ma. Porrúa Ediciones, 2017, págs. 65-84. ISBN: 978-607-9239-96-1.
- [19] Seymour Papert. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980. 230 págs. ISBN: 0-465-04627-4.
- [20] Noirailith Daniela Polanco Padrón, Sonia Clementina Ferrer Planchart y Mariana Fernández Reina. Aproximación a Una Definición de Pensamiento Computacional. En: *Revista iberoamericana de educación a distancia* (2021). ISSN: 1138-2783 (papel). DOI: 10.5944/ried.24.1.27419. URL: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/231706> (visitado 23-08-2023).

- [21] Cynthia Solomon et al. History of Logo. En: *Proceedings of the ACM on Programming Languages* 4 (HOPL 12 de jun. de 2020), 79:1-79:66. DOI: [10.1145/3386329](https://doi.org/10.1145/3386329). URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3386329> (visitado 25-07-2023).
- [22] Oscar Yecid Aparicio Gómez y Olga Lucía Ostos Ortiz. El constructivismo y el construccionismo. En: *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP* 11.2 (21 de jul. de 2018), págs. 115-120. ISSN: 2500-5421. DOI: [10.15332/s1657-107X.2018.0002.05](https://doi.org/10.15332/s1657-107X.2018.0002.05). URL: <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/riiep/article/view/4777> (visitado 25-07-2023).
- [23] Claudia Marina Vicario Solórzano. Construccinismo. Referente Sociotecnopedagógico Para La Era Digital. En: *Innovación Educativa* 9.47 (2009), págs. 45-50. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/1794/179414895005.pdf>.
- [24] Jeannette M. Wing. Computational Thinking. En: *Communications of the ACM* 49.3 (2006), págs. 33-35.
- [25] Cynthia Selby y John Woollard. *Computational Thinking: The Developing Definition*. Col. de Cynthia Selby y John Woollard. 2013. URL: <http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/356481> (visitado 23-08-2023). preprint.
- [26] Stefania Bocconi et al. *Developing Computational Thinking in Compulsory Education - Implications for Policy and Practice*. JRC104188. Unión Europea: Joint Research Centre, dic. de 2016. URL: <https://ideas.repec.org/p/ipt/iptwpa/jrc104188.html> (visitado 24-08-2023).
- [27] Sandra Patricia Motoa. Pensamiento Computacional. En: *Revista Educación y Pensamiento* 26.26 (2019), págs. 107-111. ISSN: 2590-8340. URL: <http://educacionypensamiento.colegiohispano.edu.co/index.php/revistaeyep/article/view/104> (visitado 24-08-2023).
- [28] J. Muñoz y X Suñé. *Informe Odite Sobre Tendencias Educativas*. Observatorio de Innovación Tecnológica Educativa, 2019.

- [29] Marcelo Sotaminga y Diego Apolo. Pensamiento Computacional, Scratch y Educación: Una Experiencia Colaborativa En Ecuador. En: *Pensamiento Computacional, Programación Creativa y Ciencias de La Computación Para La Educación: Reflexiones y Experiencias Desde América Latina*. Ed. por Francisco Silva Garcés e Iván Terceros. Quito, Ecuador: Ediciones Ceispal, 2021, págs. 43-59. ISBN: 978-9978-55-203-2.
- [30] Marcos Román González. Códigoalfabetización y pensamiento computacional en Educación Primaria y Secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas. Doctorado en Educación. Universidad Nacional de Educación a Distancia, 5 de mayo de 2016. URL: <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Mroman> (visitado 24-08-2023).
- [31] Fernando Raúl Alfredo Bordignon y Alejandro Adrián Iglesias. *Introducción al Pensamiento Computacional*. Universidad Pedagógica Nacional y Educar S. E., 2020. ISBN: 978-987-3805-49-3. URL: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/89089> (visitado 24-08-2023).
- [32] Douglas A. Lind, William G. Marchal y Samuel A. Wathen. *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. McGraw Hill, 2015. ISBN: 978-607-15-1303-8.
- [33] Stanislas Dehaene. *¿Cómo aprendemos?: Los cuatro pilares con los que la educación puede potenciar los talentos de nuestro cerebro*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI Editores, 20 de nov. de 2019. 424 págs. ISBN: 978-987-629-974-9. Google Books: [9m7ADwAAQBAJ](https://books.google.com/books?id=9m7ADwAAQBAJ).

Capítulo 2

La importancia del Pensamiento Computacional en la Era Digital

Karina Mariela Figueroa Mora ¹, *Guillermo de Jesús Hoyos Rivera* ²,
María de Lourdes Martínez Villaseñor ³, *Rafael Morales Gamboa* ⁴

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia,
Michoacán, México.

karina.figueroa@umich.mx

² Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

ghoyos@uv.mx

³ Universidad Panamericana. Naucalpan, Estado de México, México.

lmartine@up.edu.mx

⁴ Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

rmorales@suv.udg.mx

Resumen. En el presente trabajo hacemos una reflexión sobre la importancia del Pensamiento Computacional como un recurso intelectual que permite la formación y adquisición de habilidades deseables para la resolución de problemas de la vida en general, particularmente en un entorno de creciente digitalización. Partiendo de la definición de los conceptos generales, tras un breve abordaje de su evolución y su tratamiento en el ámbito educativo desde diversas perspectivas, así como la variedad de contenidos y herramientas disponibles hoy en día para desarrollar-

lo y tendencias en su desarrollo, cerramos con una reflexión sobre su situación en nuestro país.

Palabras clave. Pensamiento computacional, programación, resolución de problemas, alfabetismo digital, K-12.

2.1 Introducción

En años recientes el Pensamiento Computacional (PC) ha atraído la atención de muchos formadores, quienes lo han llegado a considerar una habilidad esencial en la era digital. Lejos de lo que pudiera suponerse, el concepto de PC no necesariamente está ligado al uso de una computadora, aunque surge con la popularización de éstas; PC es un concepto que abarca aspectos más allá del ámbito del uso de las computadoras, pudiendo aplicarse a la vida cotidiana, con o sin ellas.

En México, la Secretaría de Educación Pública (SEP) planteó en 2017 el perfil de egreso de los alumnos de educación básica organizado en once ámbitos, entre ellos dos estrechamente relacionados con el PC: por un lado, pensamiento matemático y, por otro, pensamiento crítico y solución de problemas [1].

A lo largo de los años, el concepto de PC se ha transformado y la lista de habilidades que se han propuesto para conformarlo ha crecido considerablemente [2]. Sin embargo, como punto de partida asumimos el PC como una capacidad de resolver problemas con una metodología propia, que incorpora creatividad, abstracción, razonamiento y pensamiento crítico, entre otros. Extendiendo el PC de acuerdo a [3], se le puede interpretar como un proceso para la resolución de problemas que incluye (pero no está limitado a) las siguientes características:

- Formulación de problemas de manera que se habilite el uso de una computadora para resolverlos;
- Organización lógica y análisis de datos;
- Representación de los datos mediante abstracciones, tales como modelos y simulaciones;
- Automatización de soluciones (serie de pasos bien definidos y ordenados);

- Identificación, análisis e implementación de posibles soluciones con la meta de alcanzar eficiente y eficazmente la combinación de pasos y recursos;
- Generalización y transferencia de este proceso de solución de problemas a una amplia variedad de problemas.

De hecho nos sentimos en la capacidad de afirmar que, dada la importancia de las habilidades relacionadas con el PC, pruebas relacionadas con éste serán integradas en las evaluaciones internacionales estandarizadas en el transcurso de los próximos diez años.

2.2 Evolución

Cuando hablamos de PC definitivamente se debe mencionar, en primera instancia, a Seymour Papert [4], quien fue el precursor por excelencia de este concepto, y promovió la necesidad de éste como una habilidad altamente deseable de adquirir. En segundo lugar es inevitable mencionar a Jeannette Wing [5] quien realizó un trabajo seminal sobre este tema y consideraba al PC como una habilidad esencial para todos. Su argumento era que los procesos del pensamiento humano implicados en la formulación de problemas y su resolución deben aplicar un agente de procesamiento de información, sea humano o mecánico [6].

El término de ‘Pensamiento Computacional’ nació con el libro *Mindstorms* de Papert [4], el cual ha evolucionado y se ha enriquecido por diferentes autores a través del tiempo. Ya en este trabajo, Papert aclaraba que el pensamiento procedimental computacional es diferente del conocimiento necesario para programar y para usar herramientas computacionales. Más adelante, Jeannette Wing [5] refuerza la idea de que el PC implica una serie de habilidades específicas relacionadas con el procesamiento de abstracciones. Resalta la idea de que la habilidad de abstracción es necesaria en general para automatizar ciertas tareas por medio de un algoritmo. Siguiendo con la evolución, Bundy [7] asegura que la investigación en el PC influye a todas las disciplinas, en ciencias y en las humanidades, ya que permite plantear nuevos tipos de preguntas y aceptar diferentes tipos de respuestas apoyados por el procesamiento de grandes cantidades de datos. Cerramos con Bell [8] y su propuesta de desconectar el PC de las computadoras y la tecnología digital,

para convertirlo en una forma de pensar aplicable en cualquier contexto de la vida.

2.3 Pensamiento Computacional

Como se pudo apreciar en la sección anterior, el concepto de PC ha evolucionado en el tiempo y hoy tiene un sinnúmero de aristas e intersecciones con otras formas de pensamiento reconocidas en la actualidad, como es el caso del Pensamiento Matemático, el Pensamiento Lógico, el Pensamiento Crítico y el Pensamiento Creativo. En todo caso, existen algunos elementos que podríamos considerar como invariantes para el caso del PC y que vale mucho la pena abordar para contextualizar el planteamiento que se pretende describir. Es el caso del pensamiento en múltiples niveles de abstracción, la resolución de problemas, el diseño de sistemas (automatización) y el entendimiento del comportamiento humano, que Wing [5] considera como habilidades clave para quienes, en mayor o menor medida, nos dedicamos a las ciencias de la computación.

A partir del estudio de este tema por diferentes autores, se han logrado identificar, adicionalmente, un conjunto de competencias deseables para efecto de llegar a ejercer el PC exitosamente, entre las que se encuentran: descomposición del problema, reconocimiento e identificación de patrones, abstracción de las características del problema, construcción de algoritmos (secuencias de pasos bien definidos a seguir para lograr un objetivo) y evaluación de soluciones. Procedemos a describir, brevemente, cada uno de éstos. La descomposición del problema consiste en la aplicación del principio “divide y vencerás”. Toda tarea de un mínimo nivel de complejidad puede ser dividida en subtareas de menor tamaño y complejidad y, en ese sentido, ser resuelta sin necesidad de entrar en los detalles de cada una de las subtareas, lo cual demanda pensar en múltiples niveles de abstracción. Toda división de una tarea grande en tareas de menor tamaño implica, necesariamente, que los objetivos de cada una de las subtareas sean congruentes con el objetivo general, contribuyendo cada una de éstas al logro de la solución general. A pesar de que inconscientemente solemos aplicar este principio en nuestra vida cotidiana, no solemos estar habituados a pensarlo como principio operacional formal, por lo que es necesario ejercitarlo. En lo concerniente al reconocimiento de patrones, consiste en la identificación de los aspectos comunes entre varios problemas, de modo que sea posible plantear una solución ge-

neral que pueda ser fácilmente instanciada para resolver cada problema en particular, así como otros problemas en la misma familia. Esto es posible solamente mediante un proceso de abstracción, que consiste en identificar los componentes que es importante, o indispensable, incluir en el patrón, y cuáles son prescindibles. La capacidad de abstracción, junto con la capacidad de reconocimiento de patrones, permiten el reuso de características y soluciones generales o parciales previas, para plantearlas como parte de una nueva solución.

Teniendo ya los elementos anteriormente mencionados, la consecuencia lógica es la construcción de los algoritmos, asumiendo éstos como secuencias de instrucciones precisas que plantean la forma en que se puede dar solución a un problema. Existen diversos recursos para efecto de dar forma a los algoritmos, como los diagramas de flujo, los diagramas de caja, y el español estructurado. De estas alternativas, nosotros creemos que la mejor alternativa es con la que el usuario se sienta más cómodo y facilite la expresión de sus algoritmos.

Contando ya con la propuesta de solución bajo la forma de un algoritmo, la evaluación del mismo es parte fundamental dentro del proceso de construcción de la solución, pues se busca que lo planteado resuelva el problema. Adicionalmente, a la verificación de si una propuesta algorítmica es correcta se debe incluir también la validación en términos de eficiencia, pues evitar un exceso de pasos innecesarios para llegar a la solución de un problema es muy importante en términos de la calidad de la solución. Como ya se mencionó anteriormente, si bien es cierto que la disponibilidad de este tipo de dispositivos, así como su uso, ayudan a incorporar en la mente de sus usuarios varios de los conceptos y modelos mentales asociados al PC, éste no tiene que estar estrictamente relacionado con el uso de computadoras u otras formas de tecnología digital.

2.4 Atención del PC desde distintas comunidades

Dada la importancia del PC, éste ha sido atendido, cuestionado y promovido por diversos sectores del ámbito educativo, por lo que ofrecemos una muestra de las distintas perspectivas o comunidades desde las que se ha abordado y contribuido a su construcción y difusión.

2.4.1 *Evaluaciones y competencias en estudiantes*

Diversos autores han discutido sobre qué tipo de competencias necesitan los jóvenes para participar realmente en una sociedad digital y estar preparados para trabajar en la vida, y cuáles de ellas, relacionadas al PC, deberían ser estimuladas (i.e., [3, 9, 10]). Las conclusiones suelen ir en la línea de aquellas descritas en las secciones anteriores, aunque aún no es un tema cerrado precisamente por la evolución que ha tenido el concepto de PC y sus distintas ramificaciones, que seguramente continuarán.

Por otro lado, también se discute sobre qué competencias deben tener qué estudiantes respecto a PC y, consecuentemente, quién estaría en condiciones de enseñarlas. Aquí se pueden identificar tres grandes corrientes. La primera, sugerida por Wing [5, 11], opina que el PC debería ser parte de la currícula escolar, como un área de conocimiento general para toda la población y todas las profesiones. Una segunda corriente opina que debería ser parte esencial de materias relacionadas a computación [12], en tanto que la tercera corriente opina que debería estudiarse como una área de conocimiento en sí misma [12].

2.4.2 *PC en la educación para K-12*

El concepto de PC para K-12 (población menor de 12 años) fue presentado en 2011 por la Sociedad Internacional de Tecnología en Educación (ISTE: International Society for Technology in Education) y la Asociación de Maestros en Ciencias Computacionales (CSTA: Computer Science Teachers Association) [3]. La enseñanza del PC en este segmento poblacional se sostiene considerando que el desarrollo temprano del PC no solamente es útil como parte de los estudios, sino que puede ser recompensado a lo largo de su vida, ya que permite desarrollar formas de pensamiento para la realización de tareas cotidianas, especialmente en una sociedad cada vez más digitalizada. De acuerdo con Seymour Papert [4] el constructivismo (una técnica muy acorde con la enseñanza del PC) da a los jóvenes la libertad de explorar sus propios intereses a través de la tecnología mientras indagan en dominios específicos y también ejercitan procesos metacognitivos, resolución de problemas, así como habilidades de razonamiento. Los que trabajan en esta línea son una comunidad que ha producido mucho material para la enseñanza del PC [13, 14].

2.4.3 *PC en Educación e Implementación*

En otra línea de los trabajos relacionados con PC que incluimos aquí es el desarrollo e implementación de modelos de enseñanza del PC en la educación, ya que se requieren políticas y métodos que han sido identificados como guías y prácticas efectivas para la formación adecuada en PC. Una práctica común, particularmente relacionada con la práctica de la programación, consiste en comprender un problema a resolver, plantear una abstracción del mismo, diseñar un proceso para resolver el problema, y analizar posibles automatizaciones del mismo (ej. codificación del algoritmo en un lenguaje de programación). Recientemente, Xu y Zhang presentaron un libro como material base para la enseñanza del PC en cualquier disciplina [13]. Otro material muy útil para comunidades sin acceso a la tecnología es el relacionado con el concepto Computer Science Unplugged (Ciencias Computacionales Desconectadas) [14]. Finalmente, la Academia Mexicana de Computación ha publicado un par de libros sobre el tema [15, 16] y donde se pueden consultar algunos trabajos relacionados con PC en México.

2.5 Herramientas para la enseñanza del PC

Como se comentó en la sección tres, la esencia del PC es la obtención de habilidades para poder crear artefactos lógicos que puedan ser interpretados sin lugar a dudas por elementos de procesamiento, biológicos o artificiales, para la resolución de problemas [17]. Con el fin de fomentar el aprendizaje del proceso de resolución de problemas, que incluye la formulación de problemas, representación y organización de datos, diseño de los artefactos lógicos (ej. algoritmos y análisis de diferentes soluciones, se han creado diferentes herramientas desde hace varias décadas.

En los años setenta y ochenta del siglo pasado comenzó el interés por enseñar a los niños a programar. Seymour Papert y su grupo desarrollaron Logo [18], un lenguaje de programación para un robot personificado como una tortuga inmerso un ambiente concebido como un plano, cuyo propósito es facilitar el aprendizaje de geometría y que a la vez permitía la solución de problemas con los principios de programación y algoritmia. Se puede decir que Logo fue la piedra angular que redefinió la manera de educar mediante la programación.

Más recientemente, los ambientes de programación con base en bloques

se han usado también para enseñar programación a niños y adolescentes. Dos de los ejemplos más representativos son Scratch [19] y Google Blockly [20]. Scratch fue publicado por un grupo del MIT en 2007, y es un desarrollo que facilitaba el aprendizaje de programación a personas de todas las edades y con cualquier tipo de antecedentes. Con Scratch se busca promover el PC, la creatividad y las habilidades de resolución de problemas. Un caso muy exitoso son las comunidades especiales de niños y niñas que desarrollan historias digitales, juegos y animaciones. Google Blockly [20], por otra parte, es una biblioteca de código abierto que representa conceptos de codificación como bloques interconectados y que produce código sintácticamente correcto en el lenguaje de programación seleccionado. Puede ser usado para animar caracteres en pantalla, controlar robots, crear guiones de historia entre otras posibilidades.

La visualización es utilizada también para enseñar habilidades básicas de programación. Ejemplos de estas aplicaciones son Karel the Robot [21] y Alice [22]. Éste último, en particular, es un ambiente de programación gráfica interactivo desarrollado por un grupo de investigadores de la Universidad de Carnegie Mellon que busca facilitar a los programadores novatos el desarrollo de pequeños scripts y visualizar programas animados en un entorno tridimensional.

La robótica también es una herramienta excelente para introducir a los alumnos a la programación y al PC. Yang et al. [23] identifican seis tipos de robots usados para enseñar habilidades de PC: LEGO Robotic, KIBO Robotic, Bee-bot Robotic, robots virtuales y robots físicos en general. El robot más utilizado por alumnos de diferentes edades es LEGO Robotic [24], ya que contiene un conjunto de modelos diferentes que pueden ser apropiados para estudiantes de un amplio espectro de edades.

La “gamificación” (del término en inglés gamification), también llamada ‘ludificación’, es la característica que busca motivar la participación de los usuarios con elementos y estímulos usados en los juegos [25]. Por ejemplo, EasyLogic es una herramienta presentada por Zatarain [26] dirigida a enseñar lógica aritmética y programación con un ambiente de aprendizaje utilizando técnicas de reconocimiento afectivo y ludificación. La interfaz del sistema fue desarrollada utilizando Google Blockly [20]. Lee et al [27] presentan un ejemplo del uso de la ludificación para aprender habilidades del PC en cualquier lado y en cualquier momento. Ellos desarrollaron un ambiente basado en web visual para programar robots virtuales para que

completen tareas específicas como preparar comida, moverse, recoger objetos entre otros objetivos. Las acciones del robot virtual se programan con bloques de acción de arrastrar-soltar. Es interesante que este ambiente incluye aprendizaje colaborativo en el que varios estudiantes pueden cooperar para resolver un problema.

La herramienta MIT App Inventor es una plataforma para desarrollo en línea con el propósito de enseñar PC y democratizar la tecnología [28]. Esta iniciativa nació de la inquietud de que los jóvenes aprendan a aprovechar las capacidades de los teléfonos celulares para resolver problemas de la vida real. MIT App Inventor, básicamente es un editor para desarrollar aplicaciones para teléfonos móviles basados en los sistemas operativos Android e iOS.

2.6 Alfabetismo Digital

Otro concepto directamente relacionado con el desarrollo de las tecnologías digitales y que ha recibido mucha atención es el de Alfabetismo Digital [29, 30], producto de la mezcla de la noción clásica de alfabetismo como capacidad de leer y escribir [29], condición necesaria para una vida de calidad, con la idea más reciente de que, en esta época de digitalización acelerada del entorno de vida, la calidad de la misma depende también de la capacidad de hacer uso de la tecnología digital.

En [31] se propuso observar al PC desde la perspectiva del alfabetismo digital, llegando a la conclusión de que el PC puede ser considerado como parte de una tríada de alfabetismos digitales:

- Alfabetismo de dispositivos y redes: asociado directamente con la capacidad de operación de los dispositivos y su interconexión en red, así como de las aplicaciones que pueden ser ejecutadas en ellos;
- Alfabetismo informacional y mediacional, asociado con la capacidad de uso de la tecnología digital para comunicarse y para buscar, acceder, organizar, procesar y generar información en distintas modalidades;
- Alfabetismo de pensamiento computacional, asociado con la automatización de procesos mediante la creación, operación y procesamiento de abstracciones, como objeto de estudio, soporte y mecanismo para la resolución de problemas de tipos diversos.

Así, mientras el alfabetismo de dispositivos y redes habilita a una persona para operar los dispositivos electrónicos y sus aplicaciones, y el alfabetismo informacional y mediacional la habilita para hacer uso de las tecnologías de información y comunicación digital para realizar, precisamente, dichas funciones, el (alfabetismo de) pensamiento computacional la habilita para hacer uso de la capacidad de las tecnologías digitales de procesar información de manera autónoma para resolver una variedad de problemas.

2.7 Discusión

En este capítulo se ha dado un panorama de cómo el pensamiento computacional (PC) ha evolucionado y ampliado su definición, así como establecido vínculos con otros tipos de pensamiento; de las distintas áreas desde la que se aborda para hacerlo parte de las habilidades que deberíamos tener en la era digital. También se presentaron algunas herramientas clásicas para la enseñanza del mismo, y terminamos argumentando cómo el PC podría integrarse a la noción de Alfabetismo Digital.

El concepto de PC ha ido transformándose desde ciertas habilidades abstractas deseables de adquirir como mencionaba Wing [5], hasta habilidades de resolución de problemas de la vida real como mencionan Labusch et al. [32]. Es indudable que existe un gran interés en el mundo por la enseñanza del PC como parte de los conocimientos básicos de cualquier persona. En este capítulo se han descrito tres perspectivas, tres comunidades vinculadas por su interés por el desarrollo del PC. El esfuerzo ha permeado desde ámbitos como el K-12 hasta niveles superiores y por supuesto, no solo en disciplinas relacionadas con el área de ciencias de la computación.

El breve resumen de herramientas más utilizadas para enseñar el PC nos muestra que, a través de varias décadas, éstas han dado soporte al proceso de aprendizaje teniendo un rol preponderante para promover el PC en estudiantes de todas las edades. Vemos cómo los ambientes basados en mundos de bloques, visualización, robots y ludificación buscan hacer más práctica y atractiva la enseñanza de habilidades de resolución de problemas. Finalmente, se observa una tendencia de que estas herramientas ayudan a los estudiantes a aprender a resolver problemas de la vida real.

Nos resulta evidente que existe mucho interés en el mundo por enfocar el PC a la vida real, digitalizada o no, y también es de notarse que muchos de los esfuerzos se enfocan en lograr que el PC sea parte del conocimiento

universal.

Lo anteriormente expuesto sugiere una cierta madurez en la concepción y enseñanza del PC, que están en condiciones de ser incluido en todos los ámbitos educativos de nuestro país, incluyendo aquellos que carecen del acceso a la tecnología digital. En concordancia, la experiencia del Seminario de Pensamiento Computacional en México, en 2022 [16], nos dice que existe en nuestro país una comunidad creciente de interesados en el pensamiento computacional. Sin embargo, los esfuerzos están en su mayoría desconectados y muchos de ellos vinculados con el desarrollo de vocaciones y competencias tecnológicas, muy necesitadas, más que con la formación general en pensamiento computacional para toda la población. Si bien existen hoy en día muchas escuelas de educación básica donde se introduce a los niños y adolescentes a la programación y la robótica, en la gran mayoría de las escuelas la alfabetización digital se enfoca en el uso de dispositivos y aplicaciones. La formación de adultos en pensamiento computacional, más allá de la enseñanza de la programación y el uso de herramientas de oficina como hojas de cálculo y bases de datos, parece ser todavía un área inexplorada en nuestro país.

El acelerado desarrollo tecnológico se observa hoy en día en fenómenos como la creciente presencia de las tecnologías digitales en los diversos ámbitos de la sociedad, desde el entretenimiento y la vida privada hasta el trabajo y el sistema educativo; la producción y acumulación de gigantescas cantidades de información que nutren a sistemas cada vez más inteligentes que amenazan irrumpir disruptivamente en todas las actividades sociales; la creciente acumulación de poder entre quienes tienen los accesos a esa información y los recursos para procesarla; la generación (semi)automática de noticias falsas, de mercadotecnia y propaganda personalizada y la reconstrucción de la realidad con base en ello; la creciente pérdida de la privacidad ante la exposición cada vez mayor a través de la exploración del ciberespacio, la participación en redes sociales y el consumo de contenidos digitales en los nuevos medios; la obsolescencia de los dispositivos que urge a la renovación continua de los equipos y periféricos y la generación de enormes cantidades de basura electrónica.

En medio de la vorágine del cambio, tal vez hoy más que nunca es urgente mantener una actitud crítica ante lo que sucede alrededor, particularmente en relación a posturas extremistas como el conservadurismo antitecnológico (luddismo) y el hiperentusiasmo tecnológico (promovido muchas veces con

motivos puramente comerciales de las empresas generadoras de tecnología); el uso responsable del pensamiento computacional en nuestro hacer social tiene que estar acompañado de una actitud crítica ante los efectos de nuestras acciones. Por otra parte, es difícil cuestionar la importancia de una actitud crítica tanto en la gestión de la información (alfabetismo informacional y mediacional) como en la resolución de problemas en general y particularmente mediante la generación de soluciones automatizables. Se puede decir, en consecuencia, que existe una estrecha relación entre lo que se ha dado en llamar pensamiento crítico y el pensamiento computacional [33], lo que no implica, sin embargo, que uno de ellos subsuma al otro.

Referencias

- [1] Secretaría de Educación Pública. *Aprendizajes clave para la educación integral: plan y programas de estudio para la educación básica*. 1ª ed. Ciudad de México: Secretaría de Educación Pública, 2017. 676 págs. ISBN: 978-607-97644-0-1. URL: <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/>.
- [2] Miguel Zapata-Ros. Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. En: *Revista de Educación a Distancia (RED)* 46 (46 23 de oct. de 2015). ISSN: 1578-7680. URL: <https://revistas.um.es/red/article/view/240321> (visitado 14-06-2022).
- [3] Computer Science Teachers Association e International Society for Technology in Education. *Computational Thinking in K-12 Education: Leadership Toolkit*. 2011. URL: https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Leadership_Toolkit_booklet.pdf (visitado 15-08-2023).
- [4] Seymour Papert. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980. 230 págs. ISBN: 0-465-04627-4.
- [5] Jeannette M. Wing. Computational Thinking. En: *Communications of the ACM* 49.3 (2006), págs. 33-35.

- [6] Jeannette M. Wing. Computational Thinking and Thinking about Computing. En: *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 366.1881 (2008), págs. 3717-3725. ISSN: 1471-2962. DOI: [10.1098/rsta.2008.0118](https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsta.2008.0118). URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsta.2008.0118>.
- [7] Alan Bundy. Computational Thinking Is Pervasive. En: *Journal of Scientific and Practical Computing* 1.2 (2007), págs. 67-69. ISSN: 1936-5020.
- [8] Tim Bell et al. Computer Science Unplugged: School Students Doing Real Computing without Computers. En: *New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology* 13.1 (), págs. 20-29.
- [9] John Ainley, Wolfram Schulz y Julian Fraillon. *A Global Measure of Digital and ICT Literacy Skills*. UNESCO, 2016. URL: https://research.acer.edu.au/ict_literacy/12.
- [10] Fazilat Siddiq et al. Taking a Future Perspective by Learning from the Past – A Systematic Review of Assessment Instruments That Aim to Measure Primary and Secondary School Students' ICT Literacy. En: *Educational Research Review* 19 (1 de nov. de 2016), págs. 58-84. ISSN: 1747-938X. DOI: [10.1016/j.edurev.2016.05.002](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X16300252). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X16300252> (visitado 16-08-2023).
- [11] Jeannette M. Wing. *Computational Thinking Benefits Society*. Social Issues in Computing. 10 de ene. de 2014. URL: <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html?p=279.htm> (visitado 19-07-2017).
- [12] Siu-Cheung Kong y Harold Abelson, eds. *Computational Thinking Education*. Springer Nature, 2019. ISBN: 978-981-13-6528-7. DOI: [10.1007/978-981-13-6528-7](https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/23182). URL: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/23182> (visitado 06-03-2021).

- [13] Zhiwei Xu y Jialin Zhang. *Computational Thinking: A Perspective on Computer Science*. Singapore: Springer, 2021. ISBN: 978-981-16-3848-0. DOI: 10.1007/978-981-16-3848-0. URL: <https://link.springer.com/10.1007/978-981-16-3848-0> (visitado 16-08-2023).
- [14] *Computer Science without a Computer*. CS Unplugged. 3 de nov. de 2022. URL: <https://www.csunplugged.org/en/> (visitado 16-08-2023).
- [15] Jorge Luis Zapotecatl López. *Introducción al Pensamiento Computacional: Conceptos Básicos Para Todos*. Ciudad de México: Academia Mexicana de Computación, 2018. 197 págs. ISBN: 978-607-97357-2-2. URL: <http://www.amexcomp.mx/files/libro/LibroPC.pdf>.
- [16] Rafael Morales Gamboa et al., eds. *Pensamiento Computacional En México*. 1. Ciudad de México: Academia Mexicana de Computación, 2021. 181 págs. ISBN: 978-607-98941-4-6. URL: <http://amexcomp.mx/files/libro/libro-pensamiento-comp-ortada-2021.pdf>.
- [17] H. Ulrich Hoppe y Sören Werneburg. Computational Thinking—More Than a Variant of Scientific Inquiry! En: *Computational Thinking Education*. Ed. por Siu-Cheung Kong y Harold Abelson. Springer Nature, 2019, págs. 13-30. ISBN: 978-981-13-6528-7. DOI: 10.1007/978-981-13-6528-7. URL: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/23182> (visitado 06-03-2021).
- [18] Seymour Papert. What Is Logo? Who Needs It? En: *Logo Philosophy and Implementation*. Logo Computer Systems, 1999, págs. IV-XVI. ISBN: 2-89371-494-3. URL: <http://www.microworlds.com/company/philosophy.pdf>.
- [19] Mitchel Resnick et al. Scratch: Programming for All. En: *Communications of the ACM* 52.11 (1 de nov. de 2009), págs. 60-67. ISSN: 0001-0782. DOI: 10.1145/1592761.1592779. URL: <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779> (visitado 16-08-2023).

- [20] Google. *Blockly*. Google for Developers. URL: <https://developers.google.com/blockly> (visitado 16-08-2023).
- [21] Richard E. Pattis, Jim Roberts y Mark Stehlik. *Karel The Robot: A Gentle Introduction to the Art of Programming*. 2nd edition. New York: Wiley, 11 de jul. de 1995. 160 págs. ISBN: 978-0-471-59725-4.
- [22] Stephen Cooper, Wanda Dann y Randy Pausch. Alice: A 3-D Tool for Introductory Programming Concepts. En: *Journal of Computing Sciences in Colleges* 15.5 (28 de abr. de 2000), págs. 107-116. ISSN: 1937-4771.
- [23] Kaiqin Yang, Xin Liu y Guang Chen. The Influence of Robots on Students' Computational Thinking: A Literature Review. En: *International Journal of Information and Education Technology* 10.8 (2020), págs. 627-631. ISSN: 20103689. DOI: 10.18178/ijiet.2020.10.8.1435. URL: <http://www.ijiet.org/show-143-1671-1.html> (visitado 14-06-2022).
- [24] Isabelle M. L. Souza et al. A Systematic Review on the Use of LEGO® Robotics in Education. En: *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Oct. de 2018, págs. 1-9. DOI: 10.1109/FIE.2018.8658751.
- [25] Sebastian Deterding et al. Gamification. Using Game-Design Elements in Non-Gaming Contexts. En: *CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. CHI EA '11. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 7 de mayo de 2011, págs. 2425-2428. ISBN: 978-1-4503-0268-5. DOI: 10.1145/1979742.1979575. URL: <https://doi.org/10.1145/1979742.1979575> (visitado 15-08-2023).
- [26] Ramón Zatarain Cabada. Reconocimiento Afectivo y Gamificación Aplicados al Aprendizaje de Lógica Algorítmica y Programación. En: *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 20.3 (2018). ISSN: 1607-4041. DOI: 10.24320/redie.2018.20.3.1636. URL: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412018000300115.

- [27] Lap-Kei Lee et al. Learning Computational Thinking Through Gamification and Collaborative Learning. En: *Blended Learning: Educational Innovation for Personalized Learning*. Ed. por Simon K. S. Cheung et al. Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2019, págs. 339-349. ISBN: 978-3-030-21562-0. DOI: [10.1007/978-3-030-21562-0_28](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21562-0_28).
- [28] Evan W. Patton, Michael Tissenbaum y Farzeen Harunani. MIT App Inventor: Objectives, Design, and Development. En: *Computational Thinking Education*. Ed. por Siu-Cheung Kong y Harold Abelson. Singapore: Springer, 2019, págs. 31-49. ISBN: 9789811365287. DOI: [10.1007/978-981-13-6528-7_3](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_3). URL: https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_3 (visitado 14-06-2022).
- [29] Real Academia Española. *Alfabetismo*. En: *Diccionario de La Lengua Española*. 23ª ed. 2014. URL: <https://dle.rae.es/alfabetismo?m=form>.
- [30] Paul Gilster. *Digital Literacy*. USA: John Wiley & Sons, Inc., 1997. 276 págs. ISBN: 978-0-471-16520-0.
- [31] Rafael Morales Gamboa y Alberto Pacheco-González. Alfabetismos Digitales y Pensamiento Computacional. En: *Pensamiento Computacional En México*. Ed. por Rafael Morales Gamboa et al. 1. Ciudad de México: Academia Mexicana de Computación, 2021, págs. 31-49. ISBN: 978-607-98941-4-6. URL: <http://amexcomp.mx/files/libro/libro-pensamiento-conportada-2021.pdf>.
- [32] A. Labusch, B. Eickelmann y M. Vennemann. Computational Thinking Processes and Their Congruence with Problem-Solving and Information Processing. En: *Computational Thinking Education*. Ed. por Siu-Cheung Kong y Harold Abelson. Singapore: Springer, 2019, págs. 65-78. ISBN: 9789811365287. DOI: [10.1007/978-981-13-6528-7_5](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_5). URL: https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_5 (visitado 14-06-2022).
- [33] Bill Kules. Computational Thinking Is Critical Thinking: Connecting to University Discourse, Goals, and Learning Outcomes. En: *Proceedings of the Association for Information Science and Technology* 53.1 (27 de dic. de 2016), págs. 1-6. ISSN:

2373-9231. DOI: 10.1002/pra2.2016.14505301092. URL:
<https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pra2.2016.14505301092> (visitado 15-06-2023).

Capítulo 3

Pensamiento Computacional: Reflexiones sobre la Formación Inicial Docente en Brasil

Almir de Oliveira Costa Junior ^{1,2}, *José Anglada Rivera* ²

¹ Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil.
adjunior@uea.edu.br

² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas.
Manaus, Amazonas, Brasil
jose.anglada@ifam.edu.br

Resumen. En los últimos años, varios estudios que involucran las habilidades del Pensamiento Computacional (PC) se han desarrollado con estudiantes de la Educación Básica y la formación de profesores en Brasil. A pesar de los avances, se observa que todavía hay muchas preguntas por responder cuando se trata de la formación inicial docente, con el objetivo de prepararlos para hacer uso de las habilidades del PC en sus futuras prácticas docentes en la Educación Básica brasileña. En este sentido, este trabajo representa un capítulo de posición, con algunas reflexiones relacionadas con las competencias de PC en la formación inicial docente. Tales reflexiones fueron consideradas a partir del análisis de la Resolución CNE N° 2, de 20 de diciembre de 2019, que define las Directrices Curriculares Nacionales para la Forma-

ción Inicial de Profesores de Educación Básica en Brasil y establece la Base Nacional Común para la Formación Inicial de Profesores de Educación Básica (BNC-Formación).

Palabras clave. Formación inicial de profesores, Pensamiento Computacional, Educación brasileña.

3.1 Introducción

Desde que las habilidades de Pensamiento Computacional (PC) ganaron notoriedad a través de los trabajos de Jeannette Wing [1], han sido consideradas habilidades esenciales en la formación de estudiantes del siglo XXI [2, 3]. Diversos estudios han señalado que tales habilidades permitirían desarrollar, en los estudiantes, mecanismos para incentivar la resolución de problemas en diferentes áreas del conocimiento, utilizando técnicas computacionales y caracterizadas por el uso de actividades conectadas y desconectadas [4-6]. Trabajos como los de Cuny, Snyder y Wing (2010), Barr y Stephenson (2011) y Brennan y Resnick (2012), refuerzan la efectividad de adoptar el PC como método de sistematización del pensamiento en la formulación de soluciones, de forma incremental y recursiva [7-9].

Ante este contexto, es importante destacar que en Brasil, en la Base Nacional del Currículo Común (BNCC) está el Pensamiento Computacional, vinculado al pensamiento algebraico en la asignatura de Matemática y asociado a la lógica algorítmica en aplicaciones en el área de ciencias exactas [10]. Se incluyó en la BNCC como una forma de resaltar la importancia del uso de algoritmos para resolver problemas matemáticos y usarlos de manera complementaria y transversal en varias áreas del conocimiento.

Así, la búsqueda de soluciones a problemas a través del Pensamiento Computacional puede contribuir a las prácticas educativas, conduciendo al desarrollo de los estudiantes y especialmente en el cambio de la práctica pedagógica tradicional llevada a cabo por las escuelas y los docentes [3]. Sin embargo, cabe señalar que los estudiantes de licenciatura y los profesores ya formados en Brasil deberán estar mejor preparados. Además de su formación clásica, deben tener una formación científica sólida y actualizada [11].

Considerando el contexto de la formación de profesores para actuar en la educación básica en Brasil, se debe tener en cuenta que la Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional (LDB - Ley 9.394 de 1996), establece que ella debe ser realizada en un nivel superior, en la carrera de licenciatura.

Esto es exigido como formación mínima para el ejercicio de la docencia en la educación infantil, en los primeros cinco años de la enseñanza fundamental, y en el nivel secundario, en la modalidad normal [12]. En esta ley, también se destaca que el acceso de los docentes de las redes públicas de educación básica a los cursos de enseñanza superior en pedagogía y carreras de licenciatura se realizará a través de un proceso selectivo diferenciado [12].

Con miras a establecer la uniformidad en la formación inicial de profesores en Brasil, el Consejo Nacional de Educación estableció un conjunto de Directrices Curriculares Nacionales para la Formación Inicial de Profesores de Educación Básica, e instituyó la Base Nacional Común para la Formación Inicial de Profesores de Educación Básica (BNC-Formación) [13]. En esta Base se especifican todas las habilidades y competencias comunes que deben desarrollarse a lo largo del proceso de formación inicial de docentes en Brasil. Además, se establece que todas las carreras de licenciatura, destinados a la Formación Inicial de Profesores de Educación Básica, se organicen en tres grupos, con una carga horaria total de al menos 3.200 (tres mil doscientas) horas [13]. También se debe considerar los lineamientos curriculares nacionales específicos para cada una de las áreas de conocimiento de las licenciaturas, esto es, las competencias de Matemática, Física, Biología, etc.

Frente a este conjunto común de habilidades y competencias necesarias para la formación inicial de docentes en Brasil, cabe destacar que las directrices recomiendan que los estudiantes de todas las carreras de licenciatura desarrollen una “Comprensión básica de los fenómenos digitales y el Pensamiento Computacional, así como de sus implicaciones para los procesos de enseñanza-aprendizaje en la contemporaneidad” [13]. Esta es la única mención del PC en este documento, que está previsto como parte del tema “La didáctica y sus fundamentos”.

Considerando este nuevo escenario que se presenta, ya que todas las carreras de licenciatura en Brasil deben tener en cuenta las competencias del PC en la formación inicial de profesores, este capítulo presenta un conjunto de opiniones (*position paper*) que abordan algunas reflexiones relacionadas con el desarrollo de estas competencias en estudiantes de licenciatura en Brasil.

El capítulo está organizado de la siguiente manera: la revisión de la literatura se presenta en la Sección 2; las proposiciones y discusiones se llevan a cabo en la Sección 3; y finalmente, consideraciones finales y sugerencias para trabajos futuros en la Sección 4.

3.2 Revisión de la literatura

Actualmente, existen varias iniciativas alrededor del mundo con la propuesta de insertar la Computación en los currículos de las escuelas. La mayoría de estos planes de estudio defienden el Pensamiento Computacional como elemento fundamental en el desarrollo de habilidades y competencias computacionales [14-18].

Popularizado por Jeannette Wing, el término “Pensamiento Computacional” ganó notoriedad a través de un artículo de la autora, que fue publicado en una revista influyente en el campo académico de la Computación (*Communications of the ACM*). En el texto, se argumentó y discutió la forma en que los informáticos pensaban sobre el mundo y que esto podría ser útil en otros contextos [1].

En general, el Pensamiento Computacional (PC) se refiere a los procesos de pensamiento involucrados en la creación de soluciones algorítmicas, o paso a paso, que pueden ser ejecutadas por una computadora [1]. Aunque no existe un consenso unificado sobre el concepto operativo del PC [19-21], así como un conjunto único de habilidades, investigaciones dirigidas por instituciones como Code.Org (2016), BBC *Learning* (2015) y *Computer At School* (2015) [22-24], así como la investigación de Liukas (2015) [25] y Brackmann (2017) [26], defienden que el PC puede consistir esencialmente en cuatro “pilares”: 1 – abstracción, 2 – reconocimiento de patrones, 3 – descomposición y 4 – algoritmos.

Es importante señalar que el término no debe caracterizarse como sinónimo de la capacidad de manejar aplicaciones en dispositivos electrónicos (Alfabetización digital) o una forma mecánica de pensar, limitando la creatividad humana [26]. Además, aunque el término se popularizó a través de las publicaciones de Jeannette Wing, se puede apreciar que las ideas del PC fueron evidenciadas por Seymour Papert en el artículo “*Twenty things to do with a computer*”, sin embargo, no habían sido descritas con este término [27]. Posteriormente, Papert también usaría el término “pensamiento computacional” en su libro “*Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*” [28].

Cuando analizamos el escenario brasileño, se identifican algunas propuestas curriculares que abogan por las competencias en PC, tales como: las Directrices para la Enseñanza de la Computación en la Educación Básica [29] y el Currículo de Referencia en Tecnología e Informática del Centro de Innovación para la Educación Brasileña (CIEB) [30]. Sin embargo, tales

direcciones se presentan sólo como caminos posibles, ya que no están oficialmente incorporadas en los currículos de Educación Básica de Brasil.

En esa perspectiva normativa, también vale la pena señalar que la Base Común Curricular Nacional (BNCC), enfatiza superficialmente la adopción del PC para ayudar en el desarrollo de habilidades y competencias matemáticas. De manera general, al establecer las competencias específicas de esta área, la BNCC destaca que: “El área de Matemáticas, en la Enseñanza Básica, se enfoca en la comprensión de conceptos y procedimientos en sus diferentes campos y en el desarrollo del PC, con el objetivo de la resolución y formulación de problemas en diferentes contextos.” [10].

Consideramos, además, que recientemente el Consejo Nacional de Educación (CNE), aprobó en febrero de 2022, las “Normas sobre Computación en la Educación Básica (NCEB)” (Complemento a la BNCC). Así, la enseñanza de la Computación será considerada como una ciencia básica que debe desarrollarse en las escuelas de todo el país. En general, dichas orientaciones ubican el PC como uno de los protagonistas de los tres ejes temáticos a abordar [31].

En ese contexto, al considerar la incorporación del PC en la Educación Básica, la BNCC y la NCEB apuntan nuevas oportunidades y desafíos que deberán ser superados, con vistas a operacionalizar y movilizar el desarrollo de esas competencias en el contexto de la educación brasileña. Por lo tanto, se necesitan desarrollar nuevas estrategias y recursos educativos que puedan ser utilizados en las más diversas realidades escolares brasileñas.

Antes de eso, algunas preguntas deberán ser respondidas, para que las habilidades del PC puedan integrarse efectivamente con lo que actualmente se enseña en las escuelas brasileñas, tales como: i - ¿estas nuevas habilidades y competencias podrían apoyar un aprendizaje más efectivo de áreas “críticas”, como Matemáticas, Portugués, etc.?; ii - ¿Sería posible transferir competencias entre diferentes dominios?; iii - ¿Qué recursos didáctico-tecnológicos podrían ayudar significativamente en el desarrollo de estas habilidades y competencias? y iv - ¿qué profesional de la educación debe estar capacitado para desarrollar habilidades y competencias del PC en los estudiantes de la Educación Básica?

Respecto a este último aspecto, se cree que el estudiante de Licenciatura en Computación sería el profesional más calificado, ya que presenta en su currículo de formación una base sólida sobre los conocimientos inherentes a la informática y computación [32, 33]. Sin embargo, algunos estudios

apuntan que este profesional todavía tiene dificultades para insertarse en los espacios escolares en Brasil [32-34].

Así, mientras este profesional consolida su identidad, es evidente que será necesario plantear acciones de formación continua para los docentes que ya actúan en la Educación Básica [32, 33]. Además, también será necesario repensar el proceso de formación inicial de los docentes brasileños, dado que la Resolución N° 2 del CNE, del 20 de diciembre de 2019, que define los Lineamientos Curriculares Nacionales para la Formación Inicial Docente, establece que los nuevos docentes de las diferentes áreas del conocimiento deben estar capacitados para hacer uso de las competencias del PC en sus futuras prácticas docentes.

3.3 Proposiciones y Discusiones

Las reflexiones presentadas en este artículo fueron consideradas a partir del análisis del párrafo único del art. 12, inciso f, de la Resolución CNE N° 2, de 20 de diciembre de 2019, por la cual se definen los Lineamientos Curriculares Nacionales para la Formación Inicial Docente y se establece la Base Nacional Común para la Formación Inicial de Docentes de Educación Básica (BNC-Formación).

En general, el artículo 12 establece un conjunto de competencias docentes que integran tres dimensiones: conocimiento, práctica y compromiso profesional. En ese sentido, el párrafo establece los principales temas que deben ser abordados en todas las carreras de Licenciatura en Brasil, entre los cuales realizamos nuestras reflexiones a partir del ítem II (La Didáctica y sus fundamentos), párrafo f, que establece que los futuros profesores deben tener la “Comprensión básica de los fenómenos digitales y el Pensamiento Computacional, así como sus implicaciones para los procesos de enseñanza-aprendizaje contemporáneos”.

A partir de estas reflexiones, definimos 5 proposiciones que nos ayudaron a conducir las discusiones propuestas en este capítulo:

- Los planes de estudio de las carreras de licenciatura, en las diferentes áreas del conocimiento, deben ser repensados.
- Se debe tener en cuenta el contexto de la inserción de competencias del PC en los planes de estudio de carreras de licenciatura.

- Será necesario desarrollar recursos y estrategias didácticas para ser utilizados en la formación inicial de los profesores.
- Se debe tener en cuenta el contexto de la Educación Básica brasileña para el desarrollo del PC.
- Desarrollar más investigaciones involucrando habilidades del PC en la formación inicial de profesores.

En general, no pretendemos ser pragmáticos en la perspectiva de responder a estas proposiciones de manera enfática, sino ampliar las discusiones sobre el tema, considerando que ese fenómeno se presenta como eminente en el campo de las discusiones educativas en Brasil. Por lo tanto, la Figura 1 presenta un plan con la síntesis de las ideas que proponemos como punto de partida para la profundización de las discusiones y la implementación de habilidades de Pensamiento Computacional en la formación inicial de profesores en Brasil.

Finalmente, destacamos que nuestras reflexiones se basaron en trabajos de la literatura relacionada, que presentan una discusión sobre la importancia de incluir el desarrollo del PC en la formación de profesores y en la Educación Básica brasileña.

3.3.1 Repensando los currículos de las carreras de licenciatura en Brasil

Con la publicación de la Resolución N° 2 de lo CNE, de 20 de diciembre de 2019, todas las carreras de licenciatura en Instituciones de Educación Superior (IES) en Brasil deben cumplir con las Directrices Curriculares Nacionales para la Formación Inicial de Profesores de Educación Básica. Inicialmente, el plazo para estos ajustes era de hasta dos años a partir de la publicación de esta resolución. Sin embargo, ante los problemas institucionales inherentes a las necesarias medidas de reclusión forzosa determinadas por la pandemia del COVID-19, el dictamen CNE/CP N° 10/2021 pasó a considerar el plazo de 3 años como límite para la implementación de los referidos lineamientos [35].

En general, estos lineamientos ratifican varias direcciones ya enfatizadas por la Resolución CNE/CP N° 2, de 1 de julio de 2015, además de proponer nuevas habilidades y competencias requeridas para la formación inicial docente. En cierto modo, estos nuevos requisitos se proponen con el fin de

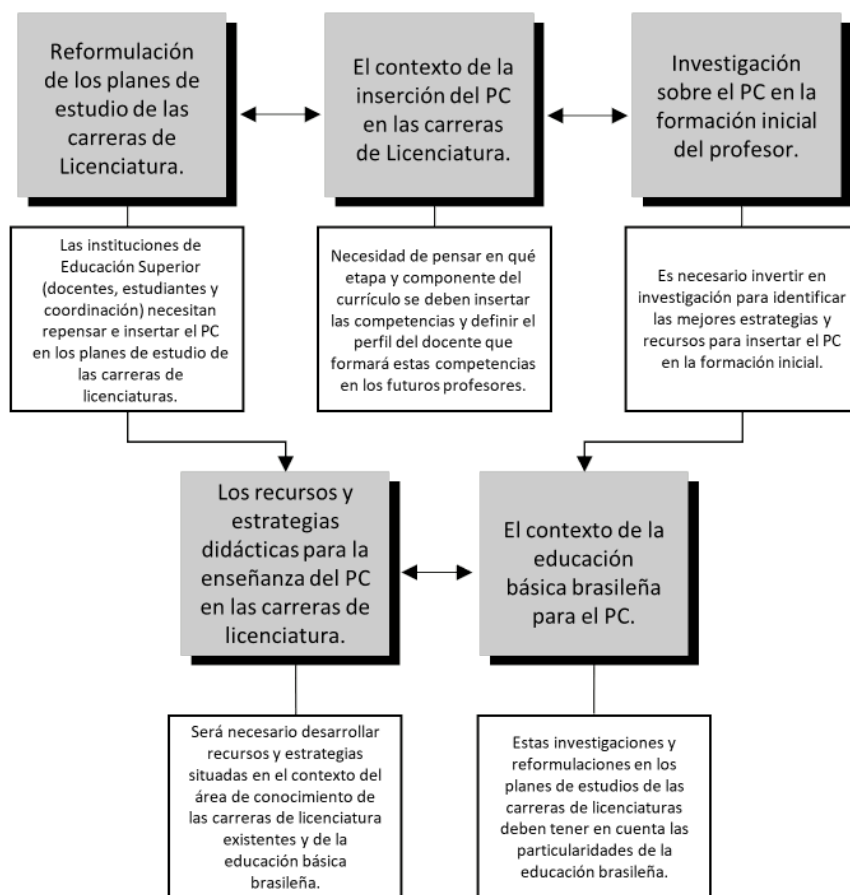


Figura 3.1: Plan con la idea de propuestas necesarias para insertar el PC en la formación inicial de profesores en Brasil.

preparar al futuro docente para actuar en la educación contemporánea y en la perspectiva de que sea capaz de desarrollar en sus futuros alumnos las habilidades y competencias recomendadas por la BNCC.

En relación a esas competencias, destacamos que el documento final de la BNCC publicado en 2017 ya enfatizaba que el Pensamiento Computacional debe ser desarrollado en los estudiantes de Educación Básica, principalmente a través de las asignaturas de matemáticas en la Enseñanza Básica y Media o a través de itinerarios formativos. A lo largo del texto, el término se menciona 9 veces, siempre en referencia al proceso de resolución de problemas y al pensamiento algebraico [10].

Si bien el término se refiere claramente a las habilidades y competencias de las matemáticas definidas por la BNCC, se observa que la nueva resolución del CNE abre el camino para que las habilidades del PC se inserten como requisito obligatorio en diferentes áreas del conocimiento de las carreras de licenciatura en Brasil. De esta forma, los planes de estudio de las carreras de formación inicial docente tendrían la necesidad de cumplir con estas disposiciones en la perspectiva de brindar a los futuros docentes, conocimientos teóricos y prácticos de cómo el PC puede ayudar en el desarrollo de competencias específicas en su área de conocimiento.

Además, refrendamos que tales reformulaciones serán necesarias, a fin de atender las exigencias indicadas por las "Normas de Computación en la Educación Básica - Complemento a la BNCC", aprobada por el Consejo Nacional de Educación (CNE) el 17 de febrero de 2022. En general, tales direcciones consolidan la computación como una ciencia básica, que debe enseñarse desde el preescolar hasta la enseñanza media [14]. Es un documento que ratifica algunas ideas ya discutidas y propuestas por las Directrices para la Enseñanza de la Computación en la Educación Básica [29], elaboradas por la Sociedad Brasileña de Computación (SBC) y el Currículo de Referencia en Tecnología y Computación del Centro de Innovación para la Educación Brasileña (CIEB) [30].

En este sentido, se observa el papel que juega el Pensamiento Computacional en estas directrices, ya que se destaca entre los tres ejes temáticos a ser enfatizados en la formación de los individuos en cada una de las series de la Educación Básica brasileña. Además, parece que tales regulaciones están enfocadas en el contenido, lo que en cierto modo presupone que los docentes tengan las habilidades para poner en práctica estos currículos [33].

Por lo anteriormente expresado, como ya ocurre en otros países, como

Alemania, Argentina, Canadá, Estados Unidos e Inglaterra [26], Brasil también deberá repensar los currículos de formación inicial docente, desde la perspectiva de proporcionarles una comprensión básica de las habilidades del PC, así como, planificar actividades que promuevan estas habilidades de manera integrada con los contenidos de su área de conocimiento.

Según algunos estudios, existe la necesidad de incentivar y crear oportunidades para acciones sobre el PC en la formación de docentes en sus áreas de actuación [32, 33, 36-38]. A pesar de que la programación de computadoras es uno de los elementos que se encuentran en algunos proyectos políticos de las carreras de licenciatura, se observa que la preocupación, en la mayoría de las veces se centra en aprender a programar y no necesariamente en el desarrollo de habilidades del Pensamiento Computacional [39].

3.3.2 *El contexto de la formación inicial docente en Brasil*

Cuando pensamos en reformular el Proyecto Pedagógico de Carreras (PPC), o actualizar los componentes curriculares de las carreras, la mayoría de estas actualizaciones son necesarias para cumplir con las nuevas Directrices Curriculares Nacionales de Brasil (DCN) y adaptar los procesos de formación de los estudiantes a las habilidades y competencias requeridas por la sociedad y el mundo del trabajo contemporáneo.

En este contexto, cuando surge la necesidad de repensar la formación inicial de los docentes, se debe considerar que existen numerosos factores y condiciones a considerar en estas reformulaciones. De alguna manera, se debe prestar atención al cumplimiento de los requisitos básicos que imponen las DCN en el área de conocimiento de la carrera, los Lineamientos Nacionales de Formación Inicial Docente (BNC-Formación) para trabajar en Educación Básica y Base Curricular Nacional Común (BNCC).

En general, esta no es una tarea simple y fácil. Debe exigir la participación efectiva del profesorado, ya que serán ellos quienes deberán poner en práctica todos los cambios a realizar en el proceso de formación de los futuros docentes. De esta forma, estos docentes necesitan tener conocimiento de lo que establece la legislación vigente para los cursos de formación inicial docente y deben ser capaces de propiciar el desarrollo de nuevas habilidades y competencias en estos individuos.

Por ello, cuando pensamos en incluir las habilidades del Pensamiento Computacional en la formación inicial de los docentes, podemos encontrarnos con algunas preguntas, como por ejemplo: “¿En qué asignatura y/o

áreas del currículo se deben desarrollar las habilidades de PC en la formación inicial de los docentes? y “¿Quiénes son y cuál es la formación de los docentes que deben formar en los nuevos docentes, las competencias específicas del PC?”.

En cuanto a la primera pregunta, se debe considerar que el Pensamiento Computacional figura como uno de los temas del Grupo I de la Resolución N° 2 de 2019 del CNE, que “comprende el conocimiento científico, educativo y pedagógico y sustenta la educación y sus articulaciones con los sistemas, escuelas y prácticas educativas” [13]. En el caso específico del PC, se observa que los lineamientos del CNE sugieren que estas habilidades sean abordadas en el contexto de la didáctica y sus fundamentos. Así, creemos que la inclusión de estas competencias en los currículos de las carreras de licenciatura, debe tener en cuenta los saberes disciplinares y los saberes pedagógicos involucrados en esta temática [40, 41]. Sin embargo, poco se sabe sobre cómo articular los saberes relacionados con el PC, con los saberes específicos de cada área de conocimiento, o incluso cómo involucrar a los futuros docentes en el estudio de las Ciencias de la Computación y el PC [38].

Otro aspecto importante a considerar, tiene que ver con la disposición de estos contenidos en la estructura curricular de las carreras de licenciatura. Considerando que la mayoría de las carreras ya cuentan con materias que abordan la didáctica en la formación docente, ya sea en un enfoque más general o específico, con énfasis en las áreas de conocimiento de la carrera en cuestión, se cree que lo más natural sería incorporar estas nuevas competencias en las asignaturas existentes. En muchos casos, las carreras tienen dificultades para agregar nuevos componentes específicos a su estructura curricular, sin que esto afecte la duración mínima de la carrera.

En cuanto a la segunda pregunta, antes de que sea posible desarrollar con eficacia acciones específicas para la formación inicial de los futuros docentes, seguramente será necesario pensar en estrategias que tengan como perspectiva la formación continua de los docentes que imparten docencia en carreras de licenciatura. Se debe considerar que los planes de estudio de las carreras de formación de profesores en Brasil aún prestan poca atención a las tecnologías educativas y casi ningún contenido relacionado con el Pensamiento Computacional es abordado en estos procesos de formación [33]. Así, serán necesarias iniciativas de este tipo para dotar a estos docentes, ya que es común encontrar carreras sin un profesional de la computación o similar, con las condiciones mínimas para poder desarrollar en sus alumnos,

las competencias que implica el PC.

En este sentido, algunos estudios corroboran la idea de que, primero será necesario que estos profesores se apropien del PC, para que luego puedan brindar experiencias de aprendizaje comprometidas con esas habilidades, a los estudiantes de licenciatura [32, 33, 38]. De alguna manera, estas acciones de educación continua también deben ser tenidas en cuenta por los departamentos de educación y las políticas públicas, ya que los profesores que actúan en la Educación Básica brasileña también necesitarán perfeccionamiento para poner en práctica las Normas sobre Computación en la Educación Básica – Complemento a la BNCC.

Sobre estos aspectos de la formación continua de los docentes que laboran en formación inicial (y de los egresados que laboran en la educación básica) y sobre la efectividad de la Computación como Ciencia que debe ser impartida en la Educación Básica, creemos que el egresado de la Licenciatura en Computación supuestamente podría ser el profesional más capacitado para esta tarea [32, 33]. Sin embargo, será necesario ampliar las posibilidades de acceso al mercado laboral de este profesional, dado que aún le resulta difícil acceder a espacios educativos y su identidad aún se encuentra en un proceso de maduración [33, 34].

3.3.3 *Recursos y estrategias para la formación inicial docente*

Al dirigir nuestra atención específicamente a la formación inicial de los futuros docentes en Brasil, ciertamente nos encontraremos con la necesidad de pensar en la definición de estrategias y recursos educativos específicos para ser utilizados en este proceso de desarrollo de competencias del PC.

En cierto modo, aunque todavía son casos aislados y puntuales, ya podemos encontrar algunas iniciativas que promueven la formación de profesores en Brasil, en el contexto de estas nuevas competencias, como el AVA MEC (Ambiente virtual colaborativo de aprendizaje del Ministerio de Educación de Brasil). Esta plataforma ya ofrece 3 cursos online sobre Pensamiento Computacional, donde se presentan de manera introductoria los 4 pilares y cómo se podrían aplicar en los años inicial y final de la Enseñanza Primaria [42].

A nivel internacional, la iniciativa de la *Computer Science Teachers Association – CSTA*, que presenta algunas propuestas de planes de estudio y acciones de formación para docentes [43], los cursos online *Introduction to Computational Thinking for Every Educator* y *Computational Thinking*

Competencies Standards for Educators, ambos propuestos por la *International Society for Technology in Education - ISTE* [44, 45]. Si bien tales iniciativas son oportunidades concretas, la gran mayoría de estos materiales y recursos aún se concentran en experiencias que hacen uso del idioma inglés y, en su mayoría, se basan en procesos de autoformación, lo cual termina restringiendo y limitando el acceso efectivamente.

En su mayoría, estas experiencias apuntan a satisfacer las demandas de formación de docentes ya graduados que deseen apropiarse de estas competencias en sus prácticas educativas. En otras palabras, se trata de un público de adultos, quienes esencialmente ya cuentan con una base sólida sobre los aspectos teóricos y prácticos de la docencia y las habilidades y competencias específicas del área de conocimiento de su carrera. De esta forma, se entiende que las estrategias de estas iniciativas están diseñadas para un público diferente al que se encuentra dentro de los espacios académicos de las carreras de licenciatura en Brasil. Un público que aún no tiene experiencia docente y que aún se encuentra en un proceso de formación para convertirse efectivamente en docente.

A la hora de pensar en la formación inicial habrá que tener en cuenta que los futuros docentes necesitarán una formación más amplia, más allá de la simple puesta en marcha de actividades que impliquen competencias del PC. Será necesario desarrollar acciones más efectivas y de largo plazo, que busquen ir más allá de los objetivos de los minicursos y talleres de capacitación que tratan este tema y que, de alguna manera, discutan estas habilidades de manera superficial, sin contexto de aplicación y con una corta duración. Por lo tanto, la mera disponibilidad de recursos digitales y talleres de capacitación no será suficiente para desarrollar conocimientos y habilidades del PC en los profesores [33, 46]. Necesitaremos formar al docente para que sea capaz de incluir conceptos de computación en sus prácticas, trabajando el PC con sus alumnos, junto con los contenidos de su área específica [37].

De esa manera, se cree que será necesario desarrollar: i - acciones de formación que fomenten inicialmente un proceso de apropiación de los conceptos que permean el PC por parte de los académicos, ii - situaciones de aprendizaje que involucren los aspectos teóricos y prácticos de la educación, planificación contextualizada e integrada con las habilidades y competencias del área de conocimiento de la carrera y, finalmente, iii – instrumentos evaluativos que sean efectivos para verificar la progresividad del aprendizaje de esas nuevas habilidades en estos individuos.

Estas proposiciones se presentan como un desafío emergente, considerando que será necesario desarrollar diferentes estrategias y recursos educativos que puedan atender a los diferentes contextos de formación, ya que en Brasil existen carreras de licenciatura en las áreas de Matemáticas, Historia, Geografía, Pedagogía, etc. Así, estas nuevas experiencias deberían poder trasponer didácticamente las habilidades del PC [36], ya sea conectadas o desconectadas, observando las singularidades del área de conocimiento de la carrera, además de las posibilidades y desafíos en la replicación de esas habilidades en el contexto de la Educación Básica brasileña.

Finalmente, desde esta perspectiva, se cree que tales estrategias deben basarse en un proceso de discusión y planificación, que tenga en cuenta el contexto social, cultural y económico de cada realidad que se presenta en la formación inicial de los docentes y el espacio educativo donde estos deben trabajar profesionalmente. Así, del mismo modo que ya se discute la necesidad de producir materiales didácticos sobre el PC situados en el contexto de la formación de estudiantes de Educación Básica [47], será necesario diseñar acciones de formación para docentes que contemplen el uso de ejemplos concretos de aplicación, considerando las particularidades y la región donde se insertan estos profesionales.

3.3.4 *El contexto de la educación brasileña para el Pensamiento Computacional*

Si bien la mayor parte del tiempo requerido para la formación inicial de docentes está directamente relacionado con las actividades desarrolladas dentro de los espacios educativos de las universidades brasileñas, con excepción de las prácticas docentes obligatorias, se debe considerar que estos futuros docentes deberán ejercer sus prácticas profesionales en diferentes contextos de la Educación Básica brasileña [48].

Ante esto, no hay forma de pensar estrategias y recursos formativos en competencias del PC, sin tener en cuenta la realidad de la estructura física, tecnológica y pedagógica de las escuelas. Después de todo, ¿de qué serviría recibir una formación consistente, basada en el uso de las estrategias y tecnologías más actuales, si su funcionamiento efectivo en las escuelas se viera comprometido por la falta de un ambiente preparado tecnológicamente y pedagógicamente?

Cuando analizamos específicamente el contexto de la educación básica

pública en Brasil, es posible identificar grandes desafíos a ser superados, en lo que refiere a la enseñanza de la informática/computación. A través de los datos del Censo Escolar 2021 (año de referencia 2020), que fueron tabulados y puestos a disposición por QEdu (Portal Brasileño de Datos Educativos), al parecer sólo el 34% de las escuelas públicas en Brasil tienen laboratorios de computación. También es de destacar que sólo el 74% de estas escuelas tienen acceso a internet, y 61% de ellas son consideradas internet de banda ancha [49].

En cierto modo, estos datos reflejan una contradicción con lo establecido por algunas políticas públicas, como la Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional (LDB 9.394/96). En él se recomienda la informática como un recurso que debe ser utilizado como herramienta complementaria para desarrollar actividades interdisciplinarias en la escuela [12]. Por otra parte, también agregamos que el Plan Nacional de Educación (PNE - 2014-2024), ratifica la necesidad de informatizar la escuela, cuando sugiere aumentar el número de laboratorios de informática (Estrategia 6.2) [13].

Con la reciente definición de las Normas sobre Computación en la Educación Básica (Complemento a la BNCC) y la necesidad de desarrollar competencias del PC en los futuros docentes, se deben proponer nuevas políticas públicas para que ese escenario pueda revertirse en la Educación Básica brasileña. No se puede ignorar que estas nuevas directrices sólo pueden ser implementadas efectivamente si hay una contrapartida en relación con las inversiones necesarias para: i - la adquisición de recursos tecnológicos, ya que la gran mayoría de las escuelas no tienen equipos electrónicos disponibles o están obsoletos y sin uso [36], ii - la estructuración de los laboratorios de computación [50] y iii - la calificación profesional, dado que muchos de estos docentes tienen un bajo nivel de alfabetización digital [33, 51]. Además, se debe considerar que en el contexto brasileño, los docentes suelen estar sobrecargados con horas de trabajo excesivas, con salarios bajos y sin apoyo didáctico-tecnológico. De lo contrario, estaremos reforzando aún más la disparidad entre la calidad de la educación pública y privada en Brasil.

Desde un punto de vista práctico, se debe considerar que las habilidades del PC se pueden desarrollar a través de actividades desconectadas, es decir, sin necesidad de usar computadoras [52, 53]. Si bien este tipo de actividades es una estrategia eficaz en la consolidación de dichas habilidades, no profundizaremos en los recursos digitales que potencian el desarrollo del PC, como la robótica educativa y los entornos de programación, de manera integrada

con otras habilidades y competencias de diferentes áreas de conocimiento.

3.3.5 *Investigación sobre el PC en la formación inicial de docentes*

En cierto modo, todas estas discusiones planteadas hasta ahora, deben convertirse en objetos de investigación, con el fin de llegar de alguna manera a un consenso sobre las mejores (o más efectivas) estrategias y recursos tecnológicos para desarrollar el PC en la formación inicial de profesores en Brasil y consecuentemente en los individuos de la Educación Básica brasileña.

En su trabajo, Falcão (2021) realiza una búsqueda en los anales del Simposio Brasileño de Informática en la Educación (SBIE), Workshop de Informática en la Escuela (WIE), Workshop de Educación en Informática (WEI) y Workshop de Enseñanza del Pensamiento Computacional, Algoritmos y Programación (WAlgProg), de los cuales 151 artículos fueron identificados con la expresión “pensamiento computacional” en su título, de 2006 a 2019. Sin embargo, la gran mayoría de las investigaciones encontradas involucran a estudiantes de primaria y secundaria [54]. Después de filtrar, Falcão (2021) afirma que de las 151 obras recuperadas en la búsqueda, solo 14 contenían palabras relacionadas con los docentes en su título, y finalmente, considera que en relación con las Instituciones de Educación Superior (IES), los cursos de licenciatura en Brasil han sido indiferentes a la “ola” del Pensamiento Computacional [33].

En cuanto a las investigaciones de doctorado en Brasil, que utilizan el PC como objeto de estudio en la formación inicial de profesores, es posible verificar un reducido número de trabajos en este sentido. Después de una búsqueda en los bancos de datos (Conjuntos de datos - 2006-2021) del Portal Brasileño de Datos Abiertos, que proporciona informaciones del catálogo de tesis y disertaciones de la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior (CAPES), fue posible identificar sólo 36 tesis que tenían la expresión “Pensamiento *and* Computacional” en su texto. Luego de un análisis del resumen y el objetivo de cada uno de ellos, fue posible verificar que solo 3 tesis tuvieron como sujetos de investigación, académicos de las carreras de licenciatura (Tabla 3.1).

A pesar de que el término ganó notoriedad a partir de 2006 con las primeras publicaciones de Jeannette Wing y, de las innumerables experiencias prácticas ya realizadas en torno a las habilidades del PC con estudiantes bra-

sileños de Educación Básica, es evidente que necesitamos ampliar las discusiones y desarrollar acciones más efectivas en lo que respecta a la formación inicial de docentes, ya que hay poca evidencia de iniciativas en esta perspectiva [55-58]. Después de todo, debemos ser responsables de brindar oportunidades para experiencias interesantes con estas habilidades. Es decir, alguien debe ser capaz de enseñar a los estudiantes de forma sistemática y con conocimientos fundamentados [33].

Este es un tema actual y relevante, ya que los docentes necesitarán de estas nuevas habilidades y competencias para poner en práctica lo que establecen las Directrices Nacionales para la Formación Inicial de Profesores (BNC-Formación), la Base Curricular Común Nacional (BNCC) y las Normas sobre Computación en la Educación Básica (Complemento de la BNCC). Así, creemos que la investigación a nivel de posgrado se presenta como un espacio oportuno y adecuado para proponer y ensayar nuevas propuestas de currículos de formación, con miras a identificar las particularidades y posibilidades de utilizar nuevas estrategias y recursos educativos, en el desarrollo de habilidades del PC en futuros profesores de Brasil.

3.4 Consideraciones finales

Aunque las habilidades del Pensamiento Computacional ya están siendo enfatizadas en varias iniciativas de la Educación Básica en Brasil, es posible observar que es una área que aún necesita madurar, tanto desde la perspectiva del desarrollo de nuevos materiales adaptados al contexto de la educación brasileña, así como, desde la perspectiva de la formación docente en servicio y de aquellos que aún se encuentran en su proceso de formación inicial.

Con base en los lineamientos de formación de las carreras de licenciatura, en las Normas de Computación en la Educación Básica (Complemento de la BNCC) y en los resultados de los estudios analizados en este trabajo, presentamos un conjunto de proposiciones que pueden orientar investigaciones relacionadas con las habilidades del PC en la formación inicial docente. Se destaca como trabajo futuro, continuar una discusión entre los investigadores del área, con miras a promover nuevos desafíos, así como presentar propuestas de acciones de formación del PC que puedan ayudar en la formación inicial de profesores brasileños.

Tabla 3.1: Tesis identificadas sobre Pensamiento Computacional en la formación inicial de docentes.

Año	Programa	Institución	Título de tesis	Público
2018	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	A Robótica Educacional como Recurso de Mobilização e Explicitação de Invariantes Operatórios na Resolução de Problemas	Acadêmicos de Licenciatura em Matemática
2020	Programa de Pós-Graduação em Educação PPGE	Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI	Desafios e Possibilidades do Pensamento Computacional na Licenciatura em Pedagogia: Um Estudo de Caso	Acadêmicos de Licenciatura em Pedagogia
2021	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	Universidade Franciscana	Pensamento Computacional Articulado à Resolução de Problemas no Ensino para Formação Inicial de Professores de Matemática: Uma Abordagem a Partir da Teoria de Robbie Case	Acadêmicos de Licenciatura em Matemática

Referencias

- [1] Jeannette M. Wing. Computational Thinking. En: *Communications of the ACM* 49.3 (2006), págs. 33-35.
- [2] Julia dos Santos Bathke Ortiz, Carolina Moreira y Roberto Pereira. Aspectos do contexto sociocultural dos alunos estão presentes nas pesquisas para ensinar pensamento computacional? En: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. Congresso Brasileiro de Informática na Educação. Fortaleza, Estado de Ceará, Brasil: UFSCar, 2018, págs. 520-529. URL: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/44136> (visitado 19-08-2023).
- [3] Claudia Werlich, Avani de Kemczinski e Isabela Gasparini. Pensamento Computacional No Ensino Fundamental: Um Mapeamento Sistemático. En: *Nuevas Ideas En Informática Educativa*. XXIII Congresso Internacional de Informática Educativa. Vol. 14. 2018, págs. 375-384.
- [4] Humberto Augusto Piovesana Zanetti, Marcos Augusto Francisco Borges e Ivan Luiz Marques Ricarte. Pensamento Computacional No Ensino de Programação: Uma Revisão Sistemática Da Literatura Brasileira. En: *Anais Do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática Na Educação (SBIE 2016) V*. V Congresso Brasileiro de Informática Na Educação (CBIE 2016). 2016, págs. 21-30. DOI: [10.5753/cbie.sbie.2016.21](https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.21).
- [5] Amanda Maria D. de Oliveira, Gabriel Vieira Barreto y Flávia Roldan Roldan Viana. A Formação Docente acerca do Pensamento Computacional na Perspectiva da Educação Inclusiva: Um Estudo sobre os Espaços de Discussão no Brasil. En: *Anais do Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*. XXIX Workshop sobre Educação em Computação. Porto Alegre, Brasil: Sociedade Brasileira de Computação, 20 de jul. de 2021, págs. 198-207. DOI: [10.5753/wei.2021.15911](https://doi.org/10.5753/wei.2021.15911). URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/15911> (visitado 19-08-2023).
- [6] Ângelo Magno de Jesus, Ismar Frango Silveira y Wagner Barbosa de Lima Palanch. Desenvolvimento Do Pensamento Computacional Por Meio Da Colaboração: Uma

- Revisão Sistemática Da Literatura. En: *Revista Brasileira de Informática na Educação* 27.2 (2019), págs. 69-90. ISSN: 1414-5685.
- [7] Jan Cuny, Larry Snyder y Jeannette M. Wing. *Demystifying Computational Thinking for Non-Computer Scientists*. 2010.
- [8] Valerie Barr y Chris Stephenson. Bringing Computational Thinking to K-12: What Is Involved and What Is the Role of the Computer Science Education Community? En: *ACM Inroads* 2.1 (25 de feb. de 2011), págs. 48-54. ISSN: 2153-2184. DOI: [10.1145/1929887.1929905](https://doi.org/10.1145/1929887.1929905). URL: <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905> (visitado 22-08-2023).
- [9] Karen Brennan y Mitchel Resnick. New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. En: *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*. 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association. Vancouver, Canada: American Educational Research Association, 2012, págs. 1-25. URL: http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf.
- [10] Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base*. Brasil, abr. de 2022. URL: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf (visitado 22-08-2023).
- [11] José Luís Ramos y Rui Espadeiro. Os futuros professores e os professores do futuro. Os desafios da introdução ao pensamento computacional na escola, no currículo e na aprendizagem. En: *EDUCAÇÃO, FORMAÇÃO E TECNOLOGIAS* 7.2 (2 2014), págs. 4-25. ISSN: 1646-933X. URL: <http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/167> (visitado 22-08-2023).
- [12] Ministério da Educação e do Desporto. *Lei de Diretrizes e Bases Da Educação Nacional*. 23 de dic. de 1996. URL: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm (visitado 22-08-2023).

- [13] Ministério da Educação. *Planejando a Próxima Década: Conhecendo as 20 Metas Do Plano Nacional de Educação*. Brasil, 2014. URL: http://pne.mec.gov.br/images/pdf/pne_conhecendo_20_metas.pdf.
- [14] Thiago Schumacher Barcelos e Ismar Frango Silveira. Pensamento Computacional e Educação Matemática: Relações Para o Ensino de Computação Na Educação Básica. En: *XX Workshop Sobre Educação Em Computação - Anais Do XXXII CSBC*. XX Workshop Sobre Educação Em Computação. Vol. 2. Curitiba, Paraná, Brasil, 2012, pág. 23.
- [15] Rozelma Soares de França, Waldir Cosmo da Silva y Haroldo José Costa do Amaral. Despertando o Interesse Pela Ciência Da Computação: Práticas Na Educação Básica. En: *Proceedings of International Conference on Engineering and Computer Education*. VIII International Conference on Engineering and Computer Education. Vol. 8. 2013, págs. 282-286.
- [16] Daiane Andrade et al. Proposta de Atividades para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental. En: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. Anais do XIX Workshop de Informática na Escola. SBC, 25 de nov. de 2013, págs. 169-178. DOI: 10.5753/cbie.wie.2013.169. URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16658> (visitado 22-08-2023).
- [17] Felipe Viel, André Raabe y Cesar Zeferino. Introdução à Programação e à Implementação de Processadores por Estudantes do Ensino Médio. En: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. Anais do XX Workshop de Informática na Escola. SBC, 3 de nov. de 2014, págs. 248-257. DOI: 10.5753/cbie.wie.2014.248. URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16588> (visitado 22-08-2023).
- [18] Anelise Lemke Kologeski et al. Desenvolvendo o Raciocínio Lógico e o Pensamento Computacional: Experiências no Contexto do Projeto Logicando. En: *Revista Novas Tecnologias na Educação* 14.2 (29 de dic. de 2016). ISSN: 1679-1916. DOI: 10.22456/1679-1916.70686. URL: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/70686> (visitado 22-08-2023).

- [19] Cynthia Selby y John Woollard. *Computational Thinking: The Developing Definition*. Col. de Cynthia Selby y John Woollard. 2013. URL: <http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/356481> (visitado 23-08-2023). preprint.
- [20] Maria Cutumisu, Cathy Adams y Chang Lu. A Scoping Review of Empirical Research on Recent Computational Thinking Assessments. En: *Journal of Science Education and Technology* 28.6 (1 de dic. de 2019), págs. 651-676. ISSN: 1573-1839. DOI: 10.1007/s10956-019-09799-3. URL: <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09799-3> (visitado 23-08-2023).
- [21] Bianca Leite Santana, Christina von Flach García Chavez y Roberto Almeida Bittencourt. Uma Definição Operacional para Pensamento Computacional. En: *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)*. Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação. SBC, 26 de abr. de 2021, págs. 93-103. DOI: 10.5753/educomp.2021.14475. URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp/article/view/14475> (visitado 23-08-2023).
- [22] Code.org. *Computational Thinking*. Learn today, build a brighter tomorrow. | Code.org. 2023. URL: <https://code.org/curriculum/course3/1/Teacher> (visitado 23-08-2023).
- [23] BBC. *What Is Computational Thinking? - Introduction to Computational Thinking - KS3 Computer Science Revision*. BBC Bitesize. 2023. URL: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1> (visitado 23-08-2023).
- [24] Andrew Csizmadia et al. *Computational Thinking – a Guide for Teachers*. Col. de Andrew Csizmadia et al. 2015. URL: <http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/424545> (visitado 23-08-2023). preprint.
- [25] Linda Liukas. *Hello Ruby: Adventures in Coding*. New York: Feiwel & Friends, 6 de oct. de 2015. 112 págs. ISBN: 978-1-250-06500-1.

- [26] Christian Puhlmann Brackmann. Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica. Tese de Doutorado em Informática na Educação. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017. URL: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172208> (visitado 23-08-2023).
- [27] Seymour Papert y Cynthia Solomon. Twenty Things to Do with a Computer. En: *Studying the Novice Programmer*. Ed. por Elliot Soloway y James C. Spohrer. Psychology Press, 1989. ISBN: 978-1-315-80832-1.
- [28] Seymour Papert. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980. 230 págs. ISBN: 0-465-04627-4.
- [29] Sociedade Brasileira de Computação. *Diretrizes Para Ensino de Computação Na Educação Básica*. 15 de ene. de 2019. URL: <https://www.sbc.org.br/educacao/diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica> (visitado 23-08-2023).
- [30] Centro de Inovação para a Educação Brasileira. *Referências Para Construção Do Seu Currículo Em Tecnologia e Computação Da Educação Básica*. Currículo de Referência em Tecnologia e Computação. URL: <https://curriculo.cieb.net.br/> (visitado 23-08-2023).
- [31] Conselho Nacional de Educação. *Normas Sobre Computação Na Educação Básica – Complemento à BNCC*. URL: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2021-pdf/182481-texto-referencia-normas-sobre-computacao-na-educacao-basica/file>.
- [32] Luciana Leal da Silva Barbosa y Marcus Vinícius Maltempi. Matemática, Pensamento Computacional e BNCC: desafios e potencialidades dos projetos de ensino e das tecnologias na formação inicial de professores. En: *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática* 3,3 (12 de nov. de 2020). ISSN: 2595-7376. DOI: 10.5335/rbecm.v3i3.11841. URL: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/11841> (visitado 23-08-2023).

- [33] Taciana Pontual Falcão. Computational Thinking for All: What Does It Mean for Teacher Education in Brazil? En: *Anais Do Simpósio Brasileiro de Educação Em Computação (EDUCOMP)*. Anais Do Simpósio Brasileiro de Educação Em Computação. SBC, 26 de abr. de 2021, págs. 371-379. DOI: [10.5753/educomp.2021.14505](https://doi.org/10.5753/educomp.2021.14505). URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp/article/view/14505> (visitado 23-08-2023).
- [34] Wilk Oliveira dos Santos, Célia Silva y Lucas Hinterholz. Licenciatura em Computação: Desafios e Oportunidades na Perspectiva do Estudante. En: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola. SBC, 27 de oct. de 2017, págs. 885-894. DOI: [10.5753/cbie.wie.2017.885](https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2017.885). URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16324> (visitado 23-08-2023).
- [35] Conselho Nacional de Educação. *Alteração Do Prazo Previsto No Artigo 27 Da Resolução CNE/CP Nº 2, de 20 de Dezembro de 2019, Que Define as Diretrizes Curriculares Nacionais Para a Formação Inicial de Professores Para a Educação Básica e Institui a Base Nacional Comum Para a Formação Inicial de Professores Da Educação Básica (BNC-Formação)*. Oct. de 2021. URL: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=208241-pcp010-21&category_slug=a-gosto-2021-pdf&Itemid=30192.
- [36] Wilk Oliveira, Adão Caron Cambraia y Lucas Tadeu Hinterholz. Pensamento Computacional por meio da Computação Desplugada: Desafios e Possibilidades. En: *Anais do Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*. Anais do XXIX Workshop sobre Educação em Computação. SBC, 20 de jul. de 2021, págs. 468-477. DOI: [10.5753/wei.2021.15938](https://doi.org/10.5753/wei.2021.15938). URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/15938> (visitado 23-08-2023).
- [37] Ana Paula Canal, Vanilde Bisognin y Silvia Maria de Aguiar Isaia. Pensamento Computacional na Formação Inicial de Professores de Matemática: um Estudo de Caso Sob a Perspectiva da Teoria de Robbie Case. En: *Revista Contexto & Educação* 36.114 (114 6 de jul. de 2021), págs. 179-200. ISSN: 2179-1309. DOI:

- 10.21527/2179-1309.2021.114.179-200. URL:
<https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/11727> (visitado 23-08-2023).
- [38] Aman Yadav, Chris Stephenson y Hai Hong. Computational Thinking for Teacher Education. En: *Communications of the ACM* 60.4 (24 de mar. de 2017), págs. 55-62. ISSN: 0001-0782, 1557-7317. DOI: 10.1145/2994591. URL:
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/2994591> (visitado 23-08-2023).
- [39] Marcell Behm Goulart, Priscila Kabaz Alves da Costa y Ana Lúcia Pereira. A Integração Das TDIC Na Formação Inicial de Professores de Matemática No Brasil: Uma Análise a Partir Dos Projetos Pedagógicos. En: *Olhar de Professor* 21.2 (2018), págs. 351-367. ISSN: 1984-0187. DOI: 10.5212/OlharProfr.v.21i2.0013. URL:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68460852015>.
- [40] José Carlos Libâneo. Formação de Professores e Didática para Desenvolvimento Humano. En: *Educação & Realidade* 40 (2015), págs. 629-650. ISSN: 0100-3143, 2175-6236. DOI: 10.1590/2175-623646132. URL: <https://www.scielo.br/j/educacao/a/GB5XHxPcm79MNV5vvLqcwfm/?l=pt> (visitado 23-08-2023).
- [41] Doris Pires Vargas Bolzan, Silvia Maria de Aguiar Isaia y Adriana Moreira da Rocha Maciel. Formação de professores: a construção da docência e da atividade pedagógica na Educação Superior. En: *Revista Diálogo Educacional* 13.38 (abr. de 2013), págs. 49-68. ISSN: 1981-416X. URL:
http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1981-416x2013000100003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt (visitado 23-08-2023).
- [42] Ministério da Educação. *Cursos*. AVEMEC. URL:
<http://avamec.mec.gov.br> (visitado 23-08-2023).
- [43] Computer Science Teachers Association. *Connect, Grow, & Share With CS Teachers*. Computer Science Teachers Association. 2023. URL: <https://csteachers.org/> (visitado 23-08-2023).

- [44] International Society for Technology in Education. *The ISTE Standards*. ISTE. 2023. URL: <https://www.iste.org/iste-standards> (visitado 23-08-2023).
- [45] International Society for Technology in Education. *Introduction to Computational Thinking for Every Educator*. ISTE. 2023. URL: <https://www.iste.org/professional-development/iste-u/computational-thinking> (visitado 23-08-2023).
- [46] Tel Amiel y Tatiana Plens Oliveira. *A Formação Docente Em Serviço Para e Sobre Tecnologia: Uma Revisão Sistemática*. Rede de Inovação para a Educação Brasileira, oct. de 2018, pág. 19.
- [47] Rozelma França y Patrícia Tedesco. Sertão.Bit: Um livro-jogo de difusão do pensamento computacional. En: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. Vol. 8. 1. 21 de nov. de 2019, pág. 278. DOI: 10.5753/cbie.wcbie.2019.278. URL: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wcbie/article/view/8969> (visitado 23-08-2023).
- [48] Bernardete Angelina Gatti. Formação de professores, complexidade e trabalho docente. En: *Revista Diálogo Educacional* 17.53 (abr. de 2017), págs. 721-737. ISSN: 1981-416x. DOI: 10.7213/1981-416x.17.053.ao01. URL: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1981-416x2017000300721&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt (visitado 23-08-2023).
- [49] QEdu. *Dados Educacionais do Brasil*. QEdu: Aprendizado em foco. 2023. URL: <https://qedu.org.br/brasil/> (visitado 23-08-2023).
- [50] Vladimir Silva, Klebson Silva y Rozelma França. Pensamento computacional na formação de professores: experiências e desafios encontrados no ensino da computação em escolas públicas. En: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola. SBC, 27 de oct. de 2017, págs. 805-814. DOI: 10.5753/cbie.wie.2017.805. URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16316> (visitado 23-08-2023).

- [51] Taiser Barros et al. Análise de Discurso e de Conteúdo de uma Formação em Pensamento Computacional para Professores. En: *Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2018)*. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE). Vol. 29. 1. 28 de oct. de 2018, pág. 1733. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2018.1733. URL: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/view/8140> (visitado 23-08-2023).
- [52] Rozelma França et al. A disseminação do pensamento computacional na educação básica: lições aprendidas com experiências de licenciandos em computação. En: *Anais do Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*. Anais do XXII Workshop sobre Educação em Computação. SBC, 28 de jul. de 2014, págs. 219-228. URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/10976> (visitado 23-08-2023).
- [53] Paulo Blikstein. *O Pensamento Computacional e a Reinvenção Do Computador Na Educação*. 22 de dic. de 2008. URL: http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html (visitado 23-08-2023).
- [54] Fabiula Souza et al. O desenvolvimento do Pensamento Computacional além do ensino em ciências exatas: uma revisão da literatura. En: *Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019)*. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE). Vol. 30. 1. 11 de nov. de 2019, pág. 528. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2019.528. URL: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/view/8757> (visitado 23-08-2023).
- [55] Thiago Schumacher Barcelos, Rodrigo Bartoletto y Mary Grace Andrioli. Formação Online Para o Desenvolvimento Do Pensamento Computacional Em Professores de Matemática. En: *Anais Dos Workshops Do V Congresso Brasileiro de Informática Na Educação (WCBIE)*. V Congresso Brasileiro de Informática Na Educação. 2016, págs. 1228-1237. URL: <https://walgprog.gp.utfpr.edu.br/2016/assets/arquivos/artigos/S4A5.pdf>.

- [56] Conceição A. Tavares, Lais N. Salvador y Denise Viola. O Raciocínio Computacional para a Educação Básica: considerações sobre o ensino de Análise Combinatória e Probabilidade. En: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. Anais do XXIII Workshop de Informática na Escola. SBC, 27 de oct. de 2017, págs. 558-567. DOI: 10.5753/cbie.wie.2017.558. URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16291> (visitado 23-08-2023).
- [57] Adriana Bordoni et al. Desdobramentos Do Pensamento Computacional No Brasil. En: *Anais Do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática Na Educação (SBIE 2016)*. V Congresso Brasileiro de Informática Na Educação (CBIE 2016). 2016, págs. 200-209.
- [58] Gustavo Pinho et al. Pensamento Computacional no Ensino Fundamental: Relato de Atividade de Introdução a Algoritmos. En: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. Anais do XXII Workshop de Informática na Escola. SBC, 24 de oct. de 2016, págs. 261-270. DOI: 10.5753/cbie.wie.2016.261. URL: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16422> (visitado 23-08-2023).

Capítulo 4

Pensamiento Computacional en la Educación Primaria y Secundaria en Latinoamérica. Ideas a partir de un Documento de Posición

Alexander Castrillón-Yepes ¹, *Daniel Andrés Quiroz-Vallejo* ¹, *Jaime Andrés Carmona-Mesa* ¹, *Jhony Alexander Villa-Ochoa* ¹

¹ Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

{alexander.castrillony,daniel.quirozv,jandres.carmona,jhony.villa}@udea.edu.co

Resumen. En este trabajo se presentan diferentes posicionamientos y perspectivas frente a la integración del Pensamiento Computacional (PC) en educación primaria y secundaria. En especial, se promueve la discusión académica y un panorama relacionado con los desarrollos educativos en Latinoamérica en dichos niveles educativos. Para esto, se consolidó un documento de posición a partir de la participación de 10 expertos en una serie de actividades que incluyeron: una encuesta, reconocimiento de oportunidades y desafíos, un análisis de tendencias y un panel de discusión frente a la integración del PC en Latinoamérica. El panel se desarrolló en dos sesiones de discusión, de tres horas cada una. Los resultados permiten recono-

cer diferentes perspectivas, retos y posibilidades de la educación para la integración del PC en la Región a partir de a cinco elementos: las nociones del PC y tendencias en su implementación, la evaluación del PC, la formación de profesores en PC, el currículo y, finalmente, la política pública.

Palabras clave. Pensamiento computacional, educación primaria, educación secundaria.

4.1 Introducción

Las discusiones frente a la efectiva integración de la tecnología y el Pensamiento Computacional (PC) son diversas en áreas STEAM y en los diferentes niveles escolares. En la literatura internacional se encuentran trabajos que discuten su conceptualización y necesidad tanto en los contextos escolares como universitarios [1-3], experiencias que brindan “ejemplos” o estrategias con potencial para su integración en diferentes niveles educativos [4, 5], discusiones frente a los desafíos de su evaluación [6, 7], la formación de profesores tanto de tecnología como de las demás asignaturas [8, 9] y su integración en los currículos o sus vínculos con diferentes disciplinas [10, 11], entre otros.

La mayoría de los autores se aventuran hacia una definición del PC afín a una forma de pensar enfocada en la resolución de problemas, en donde su formulación y solución logran ser comprendidas por agentes procesadores de información [12]. A pesar de ello, se reconocen en la literatura internacional al menos 16 definiciones diferentes de este tipo de pensamiento, estas diferentes comprensiones pueden clasificarse en cuatro categorías: los procesos mentales usados a la hora de resolver problemas; los métodos o enfoques operativos usados (típicamente retomados de la forma de proceder de los científicos de la computación); las prácticas usadas en la implementación de las soluciones diseñadas y las habilidades transversales que promueve la integración del PC [12]. Si bien estos elementos se presentan en mayor o en menor medida en las diferentes experiencias relacionadas con el PC, este tipo de pensamiento puede asumirse como un vehículo para alcanzar fines en distintas disciplinas [13] o como un objeto de estudio específico de la informática [14].

Con respecto a las conceptualizaciones, en el caso concreto de Latinoamérica, Quiroz-Vallejo y sus colegas [15] desarrollan una revisión de literatura en la que plantean diferentes estrategias para la integración del PC en la

educación primaria y secundaria en la Región. Estos autores también reconocen, de forma implícita, dos tipos de conceptualizaciones para esta temática: la primera de ellas tiene que ver con la comprensión del PC como un recurso metodológico, en la cual este sirve como vehículo para obtener fines propios de distintas disciplinas, al tiempo que posibilita el desarrollo de procesos multi e interdisciplinarios. Por otro lado, la segunda conceptualización parte de reconocimiento del PC como un componente de las ciencias de la computación, en la cual predominan elementos como la ejecución de métodos computacionales para resolver problemas y la reformulación de problemas para aplicar estrategias computacionales a sus soluciones. Bien sea como recurso/herramienta o como componente de las ciencias de la computación, una integración del PC en la Educación primaria y secundaria debe atender a los desafíos de las dimensiones teórica-práctica y social-educativa de los currículos [16]; es decir, moverse entre la enunciación conceptual y la realidad educativa, al tiempo que debe atender a las demandas provenientes de los sectores de la sociedad o del Estado.

De forma paralela a las discusiones frente a las conceptualizaciones del PC en la región latinoamericana, se reconocen algunas limitaciones y necesidades por ser exploradas en esta Región. Por ejemplo, desarrollos que fomenten la integración de estrategias desenchufadas (*unplugged* en inglés), es decir, aquellas que no requieren el uso de dispositivos digitales o internet, con la finalidad de fomentar el PC en lugares donde no hay acceso a estos recursos [15].

Hasta este punto, la literatura reporta una serie de discusiones teóricas frente al PC y a la necesidad de diseñar tanto metodologías, como leyes o lineamientos para su integración en la educación primaria y secundaria. Sin embargo, es importante que estos aportes sean considerados con base en las limitaciones declaradas, además de que se tengan en cuenta los elementos que no se incluyen en las publicaciones escritas y que aportan en materia de elementos prácticos, emergentes y de política pública que pueden condicionar la efectiva integración del PC.

En consecuencia, se hace visible la necesidad de conocer las visiones que los expertos tienen sobre PC y debatirlas con sensibilidad por las necesidades educativas de la región. De esta manera, se busca intercambiar ideas, argumentos y experiencias; que se generen posiciones frente a las perspectivas existentes, las posibilidades y limitaciones del PC en las regiones; y que se consoliden y prioricen retos y líneas de acción concretas para su efectiva in-

tegración. Para ello, este documento se propone ampliar la discusión sobre los resultados de un debate académico entre expertos de Latinoamérica en PC a partir del cual se constituyó un documento de posición [17] y, en particular, se busca derivar de este documento reflexiones sobre los desarrollos educativos en la región frente a la integración del PC en los niveles educativos de primaria y secundaria. Para ello, en el siguiente apartado se presentan las consideraciones metodológicas con respecto a la manera en que se desarrolló el panel y el documento de posición; luego resultados del Documento con reflexiones y discusiones que motiven la puesta en marcha de acciones por parte de profesores e investigadores; finalmente, se plantean ideas de cierre con respecto a la integración del PC en los sistemas educativos.

4.2 Consideraciones metodológicas

En el marco de un proyecto denominado “Fomento de la educación STEM a partir del Pensamiento Computacional”, el cual contó con la financiación de Siemens Stiftung y Siemens Caring Hands, enmarcado en la iniciativa Educación STEM para la innovación en América, se realizaron diferentes iniciativas. Entre ellas, se destaca la construcción de recursos para el aula, webinars, una revisión de literatura y el documento de posición¹.

Para la elaboración del documento de posición se consideraron diferentes dimensiones relacionadas con la integración del PC en educación primaria y secundaria, tales como: delimitaciones metodológicas para su efectiva integración en los sistemas escolares, elementos teóricos reconocidos en la literatura, experiencias e iniciativas regionales e internacionales y desarrollos en política pública que propendan por un escenario favorable en términos educativos. De esta manera, se requirieron diferentes fases. Conforme se describió en [17], la primera fase estuvo relacionada con la planeación del documento de posición. En esta fase, se consideró la elaboración de un cronograma, la preselección de expertos, la configuración de los materiales para movilizar discusiones y reflexiones frente a la integración del PC en la región. Además, esta fase incluyó el diseño de una encuesta para abordar comprensiones iniciales del PC en los participantes, el diseño de dos formatos para determinar tendencias en la integración del PC en educación primaria y se-

¹En el sitio web del Centro de Recursos Educativos Abiertos (CREA) se encuentran algunos de estos trabajos: <https://crea-portaldemedios.siemens-stiftung.org/home>

cundaria y el reconocimiento de retos y oportunidades. De esta primera fase se logró consolidar un grupo de diez panelistas, dos mujeres y ocho hombres que contribuyeron con sus ideas, investigaciones, reflexiones y propuestas a la consolidación del documento.

La segunda fase se enfocó en la identificación de percepciones y generalidades frente al PC por parte de los panelistas. Se incluyó en esta fase el desarrollo de la encuesta y de las dos plantillas diseñadas en la primera fase. Estas iniciativas fueron importantes para delimitar las preguntas y focos de interés en el panel que se realizaría posteriormente con los invitados. En la siguiente fase se consolidaron discusiones y consensos en el panel de discusión. Este panel contó con la participación de dos subgrupos (de cinco personas cada uno) y consistió en un encuentro sincrónico online privado, en el cual se discutieron, entre otros, elementos relacionados con:

- Nociones del PC y tendencias en su implementación
- Evaluación del Pensamiento Computacional
- Formación de profesores en PC
- El currículo y el PC
- Política pública

Finalmente, en la cuarta fase, se realizó la sistematización de la información, la priorización de ideas y la consolidación del documento de posición, en el cual se consideraron oportunidades, retos y recomendaciones para una efectiva integración del PC en educación primaria y secundaria en Latinoamérica. Los resultados derivados de las cuatro fases se presentan a continuación.

4.3 Temas Clave para el Pensamiento Computacional en la Región. Resultados de un Documento de Posición

Conforme se muestra en Carmona-Mesa et al. [17], este Documento de Posición recoge las principales discusiones, consensos y recomendaciones derivadas del panel de discusión y de las experiencias compartidas por los expertos. En adelante, se resumen los principales aspectos de debate, se amplía

su discusión y reflexión y se presentan recomendaciones para una efectiva integración en la educación primaria y secundaria en Latinoamérica.

4.3.1 Nociones del PC y tendencias en su implementación

Existe un movimiento internacional alrededor del PC que ha posibilitado que este se instaure como un área de conocimiento autónoma que trasciende el interés de integrar tecnologías en las áreas STEM [10]. En particular, los expertos del panel reconocen la diversidad y complejidad existente en las definiciones y visiones que se reportan frente al término. Sin embargo, para los expertos es necesario considerar estos aspectos teóricos y metodológicos, de tal manera que permitan hacer operativa la integración del PC en los sistemas educativos, acorde a las necesidades específicas.

Una opción que destacan los expertos es considerar el PC como una alternativa para la solución de problemas complejos, lo cual exige trascender las barreras disciplinares y que su uso se extienda a diferentes campos de aplicación. Para ello, se reconocen iniciativas como la robótica, la incorporación de actividades que replican acciones de campos profesionales como ingenierías en sistemas o ciencias de la computación, y el uso de actividades desenchufadas en las cuales no es necesario usar tecnologías digitales para promover el PC. En esta última línea, los expertos hacen un llamado al uso consciente y eficiente de los recursos tecnológicos, donde se vaya más allá del carácter introductorio y motivacional, se consideren las condiciones específicas del contexto en el cual se emplean y se reconozcan y utilicen las posibilidades de los recursos. Además, si bien en Latinoamérica el uso de la tecnología es importante para articular el PC con las habilidades del siglo XXI, las actividades desenchufadas también ofrecen posibilidades para integrar el PC sin uso de dispositivos electrónicos y que puede ser considerada una oportunidad para diferentes contextos, en especial, para aquellos donde se presentan brechas para el acceso y uso de las tecnologías. Al respecto, los expertos llaman la atención a considerar las posibilidades de este tipo de recursos más allá de emuladores de la programación y la robótica.

Los aportes de los panelistas en esta temática coinciden con los resultados propuestos por [15] en términos de reconocer componentes clave del PC (la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de algoritmos), tendencias en implementación en las clases de informática y tecnología a través del uso de robótica o la creación de programas y algoritmos y su empleo para la resolución de problemas. Sin embargo, para

que se pueda dar una efectiva integración del PC es necesario que los gobiernos y líderes del campo educativo de los diferentes países tomen decisiones con respecto a los aspectos teóricos y metodológicos que se pueden adoptar en sus sistemas educativos, de acuerdo con las condiciones y apuestas educativas propias. De esta manera se podrían superar bifurcaciones entre aspectos académicos del PC y articular sus características y necesidades a las apuestas de formación de los países.

4.3.2 *Evaluación del Pensamiento Computacional*

En el panel de expertos surgieron diversos cuestionamientos frente a la evaluación del PC en las escuelas. Las preguntas frente al qué, cómo, dónde y por qué se presentan como necesarias a la hora de incluir el PC como un elemento para la evaluación. En este sentido, los expertos reconocen una complejidad al considerar la evaluación en dos contextos: la evaluación del PC y la evaluación en las disciplinas donde se promueve su desarrollo. Esto implica tener en cuenta las intenciones formativas y los aprendizajes que se esperan, al tiempo que se consideran los roles que puede asumir el PC en el espacio en el cual se integra.

Aunque hay avances en la integración del PC a lo largo del mundo, para Zapata-Ros [7] es necesario “hacer que la evaluación del PC tenga un tratamiento pedagógico e instruccional específico de acuerdo a sus requerimientos y principios” (p. 2). Para el autor, se deben atender tres desafíos: uno relacionado con la formación y apoyo a los profesores, el segundo, demarcado en el párrafo anterior, alude a la relación del PC con otras competencias y prioridades curriculares y, finalmente, la adopción de nuevos métodos de evaluación.

Para los panelistas, se requiere contar con instrumentos validados y objetivos explícitos y delimitados. En esta línea es posible reconocer trabajos en la literatura (por ejemplo, el de Román-González et al., [18]); sin embargo, también se requieren otras iniciativas que consideren la evaluación de procesos complejos como la creatividad y que no solo abarquen contenidos, sino que incluyan prácticas, afectividad y motivación, y habilidades o competencias. Por último, estudiar las maneras en que se evalúa el PC requiere de más estudios, en los que se consideren instrumentos, visiones de los profesores, participación de los estudiantes y los propósitos con los que se integra en los contextos específicos. En ese sentido, el (re)diseño de métodos, estrategias, instrumentos y ampliaciones de la evaluación que considere el PC y las disci-

plinas o áreas del currículo es necesario para la investigación y la enseñanza. Esto puede permitir una integración con sentido del PC en los sistemas escolares y la aplicación consciente de estrategias o recursos que trascienda la idea de atender a demandas externas a la escuela y, más bien, reconozca las posibilidades del PC (en sus diferentes comprensiones).

4.3.3 *Formación de profesores en PC*

En el panel se argumentó que una integración efectiva del PC en educación primaria y secundaria requiere de una formación adecuada de los profesores. Al respecto, investigaciones como la de Sadik et al. [19] convergen con las reflexiones del panel al reconocerla como clave para generar un impacto significativo en las escuelas; los autores estudiaron comprensiones de profesores en formación frente al PC y el desarrollo de habilidades asociadas al diseño de algoritmos y resolución de problemas. Además, plantean la importancia de atender oportunamente los conceptos erróneos que pueden generarse frente al PC.

En el panel los expertos defendieron que el PC debe ser un aspecto importante dentro de la formación de profesores de diferentes disciplinas, ya que este tipo de pensamiento puede ser transversal a los diferentes campos del conocimiento. Villa-Ochoa et al. [10] presentan un estudio en la formación inicial de profesores de matemáticas, en el cual afirman que la modelación matemática ofrece posibilidades para promover el PC. No obstante, plantean que aún se requieren estudios donde se consideren las pautas o condiciones para que los profesores reconozcan la importancia de los componentes del PC a partir de la modelación. En coherencia con lo anterior, la formación de profesores puede tomar énfasis y características diferentes según los procesos y conocimientos de las disciplinas específicas, asunto que requiere ser ampliado en futuros estudios.

A las investigaciones en formación de profesores frente al PC se suman iniciativas que generan cursos, diplomados, estrategias o materiales como Coding for Kids. Si bien se reconocen estas posibilidades, otros retos asociados fueron planteados en el panel, algunos de ellos son:

- Generar procesos de cooperación entre instituciones escolares, universidades y ministerios de educación.
- Aumentar la cobertura, la participación y la permanencia de los profesores en esas diferentes iniciativas.

- Diseñar, adaptar y consolidar material didáctico.
- Analizar el impacto de la formación de profesores en sus prácticas.
- Procesos de formación cortos y fragmentados que impiden reconocer el impacto real en las aulas.

Ante este panorama, plantean los expertos que la interdisciplinariedad, la participación en política pública, el diseño de material educativo y la formación de formadores son frentes de trabajo que pueden ayudar a superar estos retos. Lo anterior requiere de claridades y posicionamientos críticos de hacedores de política pública y los profesores con respecto a los aportes que el PC ofrece a los procesos educativos y las diferentes asignaturas.

4.3.4 *El currículo y el PC*

La integración del PC en los currículos fue caracterizada en tres perspectivas diferentes. En una de ellas, se busca una integración transversal en la cual se promueven los componentes del PC en la solución de problemas de otras disciplinas. También incluye procesos interdisciplinarios donde el PC brinda herramientas analíticas y metodológicas para enfrentar una situación de aprendizaje. En una segunda perspectiva se procura incluir el PC como contenido o temática en los currículos de disciplinas específicas como la tecnología, la informática, entre otras. En tercer lugar, se presentan las actividades extracurriculares como un espacio para atender a esta formación. Bajo esta última perspectiva, el PC se aborda por fuera de las demás disciplinas y se espera que durante o posterior a la formación se puedan establecer vínculos con otras.

Estas perspectivas pueden ser vistas, no como propuestas disyuntas, sino como diferentes alternativas que se pueden ajustar a las posibilidades de las instituciones educativas, las políticas públicas y las necesidades de la población. Así, la integración del PC se puede dar a partir de los primeros grados de escolaridad y en diferentes disciplinas, de manera específica o a través de procesos de integración curricular.

Una última consideración planteada en el panel refiere a la importancia de generar cambios en los currículos. Esto se debe a que los nuevos desarrollos científicos y tecnológicos requieren de nuevas habilidades, competencias e incluso ejes conceptuales que incluyan componentes como los del PC. Así, se requiere la intervención de los diferentes ministerios y secretarías

de educación en la Región para generar orientaciones curriculares frente a la integración del PC, gestionar recursos para hacerlo operativo en las aulas y consolidar políticas públicas que permitan la continuidad en el tiempo de este tipo de iniciativas.

4.3.5 *Política pública*

La integración efectiva del PC en educación primaria y secundaria en Latinoamérica no es responsabilidad exclusiva de profesores, establecimientos educativos o familias. Se requiere de la participación de gobiernos, secretarías y ministerios de educación y el Estado en general. Esta participación puede darse a través de la promoción de normativas y acciones concretas que posibiliten tanto espacios de formación como cambios culturales que se ajusten a las nuevas condiciones sociales y económicas.

En el panel, los expertos reconocieron algunas tensiones entre las políticas públicas y las realidades a las que se enfrentan estudiantes, profesores y programas de formación. En ellas, las universidades juegan un rol importante porque se han encargado en muchos escenarios de la producción de conocimiento, lo cual posibilita que generen recomendaciones y sugieran cambios, a partir de discusiones académicas y desarrollos investigativos. Así mismo, los expertos sugieren fortalecer las relaciones entre universidades, instituciones educativas escolares, empresas y Estado puesto que ello permitirá generar iniciativas articuladas y coherentes ante los desafíos de la sociedad.

En algunos países latinoamericanos como Brasil y Uruguay se reconocen iniciativas que procuran una integración del PC, en el primero destacan los trabajos motivados por la Sociedad Brasileña de Informática, en el segundo destaca el Plan Ceibal. Estos ejemplos, además de las apuestas internacionales, pueden servir de insumo para que otros países de la región consideren iniciativas y políticas públicas que se ajusten a sus condiciones e ideales de formación.

4.3.6 *Recomendaciones*

Los desarrollos del PC en la Región no son homogéneos. En algunos países existen estrategias y programas que se reconocen a nivel internacional y que brindan posibilidades de formación a diferentes profesionales que permitan reconocer las oportunidades que ofrece la integración del PC en diferentes

niveles educativos. El reconocimiento de estas oportunidades y de los desafíos que implica una efectiva integración del PC en Latinoamérica llevó a los expertos a proponer una serie de recomendaciones que contemplan, por un lado, la necesidad de política pública en los diferentes países y, por otro lado, un especial foco de atención en la formación de profesores y en la generación de comunidades. Entre estas recomendaciones se destacan:

- Considerar las condiciones y posibilidades de los contextos específicos. Es necesario incluir problemas cercanos a los estudiantes y reconocer posibilidades y limitaciones de las iniciativas que se desarrollan a nivel local y regional.
- Se requieren orientaciones específicas para la integración del PC en los sistemas escolares, aquí las entidades gubernamentales tienen un papel importante.
- La formación inicial y continua de profesores en PC es un asunto prioritario. Se requiere de estrategias para su fortalecimiento y de un seguimiento a su efectiva implementación en los entornos escolares. Se espera una implementación en función de las características de las aulas de la región y no una limitación a replicar, de manera acrítica, experiencias de países europeos o norteamericanos.
- Las diferentes entidades académicas, educativas y gubernamentales deben procurar la sistematización y la divulgación de experiencias (enchufadas y desenchufadas) en la Región frente a la integración del PC en educación primaria y secundaria.
- Se requiere promover y consolidar comunidades, plataformas y redes para la colaboración, la investigación y la interacción en Latinoamérica.
- Promover el uso del PC en diferentes áreas del conocimiento y divulgar sus posibilidades en la formación de los ciudadanos autónomos y con capacidad crítica para tomar decisiones que afecten su entorno social y ambiental, y a su vez, desarrollar soluciones para los problemas específicos que la región ha tenido en las últimas décadas.

Para que estas recomendaciones tengan sentido y se implementen de manera oportuna, vale la pena considerar los planteamientos y consideraciones

de profesores y expertos en educación y PC. Aunque existen multiplicidad de estrategias para hacerlo, ya se reportan en la literatura algunos esfuerzos para discutir el PC en el marco de disciplinas específicas como las matemáticas a través de la construcción académica en artículos de investigación (p. ej. Villa-Ochoa et al. [10]) o el desarrollo de documentos de posición que complementen estas perspectivas.

4.4 Consideraciones finales y futuras acciones

El documento de posición [17] permite tener una perspectiva amplia de las oportunidades y retos que, según los expertos, enfrenta la región latinoamericana para una efectiva integración del PC en los niveles de primaria y secundaria. En especial, destaca la relevancia de conocer las comprensiones que circulan alrededor del mundo y el reconocimiento de sus posibilidades para incluirlas en los sistemas educativos. Se espera con ello, contemplar condiciones específicas del contexto y de los recursos disponibles. A partir de lo anterior, es posible poner en discusión la necesidad de una “comprensión contextual” para los sistemas educativos latinoamericanos, lo cual puede justificarse en la necesidad de superar una dimensión instrumental y cognitiva de la educación, a partir de la cual los esfuerzos se centran en el desarrollo de comprensiones y capacidades de los estudiantes y sus profesores. El llamado a incorporar una dimensión crítica también es relevante puesto que el tipo de necesidades, problemas y contextos que se viven en la región demanda de los estudiantes una reflexión sobre qué papel juega la computación en los problemas, hasta qué punto este tipo de pensamiento continua ampliando las brechas sociales y económicas existentes, de qué manera este tipo de pensamiento podría aportar a la solución de problemas sociales y a las crisis que se viven en la región, cómo el PC contribuye al ejercicio de la ciudadanía, entre otros.

En términos de las estrategias y medios disponibles, se resalta el valor de las actividades desenchufadas como recurso para promover el PC sin necesidad de medios digitales; sin embargo, es necesario considerar que sus posibilidades trascienden una idea de emulación del trabajo que se pueda hacer con tecnologías digitales o que es un recurso que solo se puede emplear cuando no se tienen este tipo de tecnologías. Más allá de eso, se espera que la integración de actividades del PC desenchufadas aporte a una visión del mundo en el que los algoritmos, las técnicas y los procedimientos computacionales

ganan un valor constante en el diario vivir, en el contexto de una sociedad altamente permeada por las tecnologías digitales.

Una efectiva integración del PC requiere de esfuerzos conjuntos e iniciativas articuladas que promuevan: la formación de profesores, el diseño de material educativo y la expedición de políticas públicas. Se espera con ello, ofrecer insumos para su inclusión en los currículos, de manera consciente, contextualizada, crítica y bajo referentes específicos a las condiciones de los diferentes países de Latinoamérica, en los cuales se promuevan las habilidades, competencias y ejes conceptuales requeridos por los nuevos desarrollos científicos y tecnológicos a los que se enfrenta la sociedad.

Agradecimientos

Se hace un agradecimiento a Siemens Stiftung y Siemens Caring Hands por el financiamiento del proyecto “Fomento de la educación STEM a partir del Pensamiento Computacional”. el cual se enmarca en la iniciativa Educación STEM para la innovación en América Latina. También, agradecemos a los expertos: Norailith Polanco Padron, Johannes Krugel, Rafael Morales Gamboa, José M. García Martínez, Ulrike Wahl, Ismar Frango Silveira, Hamilton O. Pérez Narváez, Francisco P. Bavera, Ronald Paucar Curasma y Camilo Vieira Mejía, por su disposición, tiempo y paciencia al participar en este proceso.

Referencias

- [1] Noirailith Daniela Polanco Padrón, Sonia Clementina Ferrer Planchart y Mariana Fernández Reina. Aproximación a Una Definición de Pensamiento Computacional. En: *Revista iberoamericana de educación a distancia* (2021). ISSN: 1138-2783 (papel). DOI: 10.5944/ried.24.1.27419. URL: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/231706> (visitado 23-08-2023).
- [2] Jordi Adell Segura et al. El debate sobre el pensamiento computacional en educación. En: *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia* 22.1 (2019), págs. 171-186. ISSN: 1138-2783 (papel). DOI: 10.5944/ried.22.1.22303. URL: <https://redine>

- d.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/190674 (visitado 18-07-2023).
- [3] Jhony Alexander Villa-Ochoa y Alexander Castrillón-Yepes. Temas y Tendencias de Investigación En América Latina a La Luz Del Pensamiento Computacional En Educación Superior. En: *Políticas, Universidad e Innovación : Retos y Perspectivas*. Ed. por Gustavo Toledo Lara. J. M. Bosch Editor, 2020, págs. 235-248. ISBN: 978-84-12-23140-3. URL: <http://digital.casalini.it/4706594> (visitado 23-08-2023).
- [4] Jaime Andrés Carmona-Mesa, Mónica Eliana Cardona Zapata y Alexander Castrillón-Yepes. Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM. En: *Uni-Pluriversidad 20.1* (2020). ISSN: 1657-4249. DOI: 10.17533/udea.unipluri.20.1.02. URL: <https://hdl.handle.net/10495/29623> (visitado 23-08-2023).
- [5] Alejandro Adrián Iglesias y Fernando Raúl Alfredo Bordignon. *Estrategias Para Desarrollar El Pensamiento Computacional*. Perú: Universidad Pedagógica Nacional, abr. de 2019, pág. 41. URL: <http://saberesdigitales.unipe.edu.ar/images/recursos/Coleccion-Actividades-Desconectadas-presentacin-v1.pdf>.
- [6] Héctor Arranz de la Fuente y Adolfinia Pérez García. Evaluación del Pensamiento Computacional en Educación. En: *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa 3* (dic. de 2017), págs. 25-39. ISSN: 2529-9638. URL: <http://hdl.handle.net/10201/72803> (visitado 23-08-2023).
- [7] Miguel Zapata-Ros. *La Evaluación Del Pensamiento Computacional*. Mayo de 2022. DOI: 10.13140/RG.2.2.19594.95680. ResearchGate: 360938870. URL: https://www.researchgate.net/publication/360938870_La_evaluacion_del_Pensamiento_Computacional (visitado 23-08-2023). preprint.
- [8] Juan González Martínez, Meritxell Estebanell Minguell y Marta Peracaula Bosch. ¿Robots o programación? : el concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. En: *Education in the knowledge society : EKS* (2018). ISSN: 2444-8729. DOI:

- 10.14201/eks20181922945. URL: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/169923> (visitado 23-08-2023).
- [9] Jordi Adell Segura et al. El Pensamiento Computacional En La Formación Inicial Del Profesorado de Infantil y Primaria. En: *Actas. XXV Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa: Aulas y Tecnología Educativa En Evolución*. Burgos, España., 2017, págs. 151-158. ISBN: 978-84-697-4975-3. URL: https://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/174877/Adell_2017_Pensamiento.pdf?sequence=1.
- [10] Jhony Alexander Villa-Ochoa et al. Computational Thinking in Mathematical Modeling Projects. A Case Study with Future Mathematics Teachers. En: *Information Technology and Systems*. Ed. por Álvaro Rocha et al. Lecture Notes in Networks and Systems. Cham: Springer International Publishing, 2022, págs. 460-470. ISBN: 978-3-030-96293-7. DOI: 10.1007/978-3-030-96293-7_38.
- [11] David Weintrop et al. Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. En: *Journal of Science Education and Technology* 25.1 (1 de feb. de 2016), págs. 127-147. ISSN: 1573-1839. DOI: 10.1007/s10956-015-9581-5. URL: <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5> (visitado 23-08-2023).
- [12] Michael <1988> Lodi. Introducing Computational Thinking in K-12 Education: Historical, Epistemological, Pedagogical, Cognitive, and Affective Aspects. Doctoral Thesis. Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, 3 de abr. de 2020. DOI: 10.6092/unibo/amsdottorato/9188. URL: <http://amsdottorato.unibo.it/9188/> (visitado 23-08-2023).
- [13] Seymour Papert. Teaching Children to Be Mathematicians Versus Teaching About Mathematics. En: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 3.3 (1 de jul. de 1972), págs. 249-262. ISSN: 0020-739X. DOI: 10.1080/0020739700030306. URL: <https://doi.org/10.1080/0020739700030306> (visitado 23-08-2023).


- [14] Jeannette M. Wing. Computational Thinking. En: *Communications of the ACM* 49.3 (2006), págs. 33-35.
- [15] Daniel Andrés Quiroz-Vallejo et al. Integración Del Pensamiento Computacional En La Educación Primaria y Secundaria En Latinoamérica: Una Revisión Sistemática de Literatura. En: *Revista de Educación a Distancia* 21.68 (68 30 de nov. de 2021). ISSN: 1578-7680. DOI: [10.6018/red.485321](https://doi.org/10.6018/red.485321). URL: <https://revistas.um.es/red/article/view/485321> (visitado 23-08-2023).
- [16] Gina Claudia Velasco Peña. Las reformas al currículo oficial: la configuración de Las ciencias sociales escolares en la educación secundaria en Colombia (1939-1974). En: *Uni-pluriversidad* 18.1 (2018), págs. 78-93. ISSN: 1657-4249. URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7007279> (visitado 23-08-2023).
- [17] Jaime Andrés Carmona-Mesa et al. *Integración Del Pensamiento Computacional En Educación Primaria y Secundaria: Documento de Posición* | CREA. Documento de posición. Siemens Stiftung, Siemens Caring Hands y Universidad de Antioquia, 2021, pág. 23. URL: <https://crea-portaldemedios.siemens-stiftung.org/integracion-del-pensamiento-computacional-en-educacion-primaria-y-secundaria-documento-de-posicion-102868> (visitado 23-08-2023).
- [18] Marcos Román-González, Juan Carlos Pérez-González y Carmen Jiménez-Fernández. Test de Pensamiento Computacional: Diseño y Psicometría General. En: III Congreso Internacional Sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015). Madrid, España, 2015.
- [19] Olgun Sadik, Anne-Ottenbreit Leftwich y Hamid Nadiruzzaman. Computational Thinking Conceptions and Misconceptions: Progression of Preservice Teacher Thinking During Computer Science Lesson Planning. En: *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking*. Ed. por Peter J. Rich y Charles B. Hodges. Educational Communications and Technology: Issues and Innovations. Cham: Springer International Publishing, 2017, págs. 221-238. ISBN: 978-3-319-52691-1. DOI:

10.1007/978-3-319-52691-1_14. URL:

https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_14 (visitado 23-08-2023).

Capítulo 5

Estudio del efecto del programa Pensamiento Computacional en la brecha educativa/digital a partir de Bebras 2021 de Uruguay

Alar Urruticoechea ^{1,2}, *Andrés Oliveri* ¹, *Victor Koleszar* ¹, *Emiliano Pereiro*¹

¹ Ceibal. Montevideo, Uruguay.

{[aurruticoechea](mailto:aurruticoechea@ceibal.edu.uy),[aoliveri](mailto:aoliveri@ceibal.edu.uy),[vkoleszar](mailto:vkoleszar@ceibal.edu.uy),[epereiro](mailto:epereiro@ceibal.edu.uy)@ceibal.edu.uy}

² Universidad Católica de Uruguay. Montevideo, Uruguay.

Resumen. Los sistemas educativos de muchos países están pasando de una educación por contenidos a una educación por competencias. Este cambio de paradigma y el auge de las tecnologías en la educación ha generado que el pensamiento computacional tome fuerza y se incluya en muchos currículums educativos. Si bien la adquisición de las habilidades del pensamiento computacional mejoran el rendimiento académico, esto no hace más que aumentar la brecha educativa debido al poco acceso que tienen los niveles socioculturales bajos a la tecnología. En este contexto, el objetivo de esta investigación es analizar el impacto del programa de pensamiento computacional en los estudiantes. La muestra utilizada fue de 2,834 estudiantes de

5° y 6° de educación pública uruguaya, pertenecientes a los niveles socioculturales bajo y alto, que realizaron el desafío Bebras en 2021. Para alcanzar el objetivo, a estos datos se les aplicó análisis de diferencia de medias: prueba t de Student y ANOVA de dos vías.

Los principales resultados de la investigación muestran que: 1. Existen diferencias en la adquisición de las habilidades de PC entre el grupo con intervención y sin intervención. 2. Existe una brecha educativa por nivel sociocultural con puntuaciones estadísticamente significativas a favor del nivel sociocultural alto. 3. Esta brecha aumenta si los niveles socioculturales bajos no poseen intervención y los altos sí, y disminuye si los niveles socioculturales bajos poseen intervención y los altos no. Se puede concluir que es importante y necesario realizar intervenciones en niveles socioculturales bajos para reducir la brecha educativa.

Palabras clave. Pensamiento computacional, desafío Bebras, educación, evaluación, desarrollo.

5.1 Introducción

En educación existen efectos en el rendimiento escolar de los niños que pueden ser explicados por la composición de los grupos de estudiantes [1]. Estos efectos pueden ser observados cuando dejamos de lado las características individuales de los estudiantes y se estudian grupalmente, estos grupos pueden ser la clase o aula, el centro educativo, el nivel sociocultural, entre otros [2, 3]. En este sentido el agrupamiento que se realiza teniendo en cuenta el nivel sociocultural de los padres es considerado uno de los mayores predictores del rendimiento educativo [4, 5]. Estas diferencias en el rendimiento de los escolares por grupo se consideran como brecha educativa. La brecha educativa existente cuando se realiza el agrupamiento por nivel sociocultural al que pertenecen los estudiantes ha aumentado en los últimos años, generando un aumento en las diferencias en el rendimiento académico a favor de los niveles socioculturales altos en detrimento de los bajos [6]. Hay que tener en cuenta que pertenecer a un nivel sociocultural bajo durante los primeros años de escolarización genera menor probabilidad de egreso educativo, esto no sucede cuando la pertenencia al nivel sociocultural bajo se da en etapas educativas avanzadas [7]. También se ha encontrado que pertenecer a niveles socioculturales bajos afecta negativamente en la decisión de estudiar en la universidad [8, 9], y en el éxito educativo [3].

La brecha socioeconómica resulta generadora de la brecha digital [5], un concepto que a su vez puede profundizar la brecha educativa debido a que

el mundo en el que vivimos es cada vez más tecnológico, pudiendo provocar mayores dificultades futuras a los niños de niveles socioculturales bajos para la obtención de competencias, ingreso al mercado laboral, aumentar su capacidad de ahorro, exclusión social y/o mejorar su estatus sociocultural, entre otras [10, 11]. En el ámbito educativo la tecnología se ha convertido en una herramienta facilitadora de aprendizajes de habilidades y de competencias [12]. Cabe resaltar que la mera exposición a las tecnologías no genera el aprendizaje de estas habilidades y competencias, por lo que será necesario un docente guía que intervenga en el proceso de enseñanza de los estudiantes. Todo esto conjuntamente ha generado un cambio de paradigma educativo pasando de un modelo basado en contenidos a otro que tiene en cuenta las competencias que los estudiantes necesitan para afrontar la vida profesional, personal y social en el futuro [13]. Diversos países, están modificando sus sistemas educativos para introducir en ellos este nuevo paradigma, para lo cual incorporan el Pensamiento Computacional (PC) al currículum [14].

El PC está adquiriendo mayor relevancia en los últimos años. Debido a una concepción global del término que supera el ámbito de la programación y resulta una herramienta eficaz para el aprendizaje de la ciencia, tecnología, lengua, matemática, entre otros [15-18]. Aunque no existe un consenso en la definición de PC, ya que varía ligeramente dependiendo de la disciplina desde la que se intente definir, hay cierto consenso en que algunos elementos que componen al PC se asocian a competencias para la expresión y resolución de problemas utilizando la lógica de la programación. La programación ha resultado un instrumento importante en el proceso de adquisición de estas competencias, ya que permite que los estudiantes adquieran capacidades necesarias para la resolución de problemas computacionales [19].

En Uruguay, en 2007 se funda el Plan Ceibal, institución que tiene por objetivo “impulsar junto al sistema educativo una educación innovadora e inclusiva mirando al futuro, aprovechando las oportunidades que ofrece la tecnología, para que cada estudiante del Uruguay desarrolle su potencial de aprendizaje y creatividad, construyendo capacidades para la ciudadanía global” [20]. Permitiendo un acceso personalizado a computadoras portátiles a todos los niños de Educación Primaria Pública, que constituye un precedente regional, y permite disminuir la brecha digital [21], además de la obtención de insumos tanto para la evaluación educativa como para el diseño de programas que estimulen el desarrollo de competencias y habilidades [22]. En 2017, Ceibal creó el programa Pensamiento Computacional (a par-

tir de ahora intervención), que tiene por objetivo fomentar el desarrollo de habilidades asociadas al PC en niños de 4º a 6º de Educación Primaria. La intervención consiste en clases por videoconferencia que suman un docente remoto y además del docente de aula, que conforman la dupla pedagógica. Estás son llevadas a cabo una vez por semana con una duración de 60 minutos. El currículo de PC del programa está organizado en proyectos o secuencias didácticas que se llevan a cabo durante el año académico (La máquina de dibujar, Escribe tu propia aventura, Micro:gim entre otras), introduciendo así a los estudiantes a las ciencias de la computación, a la programación, trabajando habilidades para la expresión, el razonamiento lógico, pensamiento algorítmico, abstracción y resolución de problemas. Para lo cual se utilizan diversas herramientas como pueden ser: el lenguaje de programación por bloques Scratch y las placas programables micro:bit.

Teniendo en cuenta los antecedentes presentados, el objetivo de esta investigación es analizar el efecto de la intervención en la adquisición de las competencias de PC teniendo en cuenta la brecha socioeconómica existente en Uruguay.

5.2 Materiales y método

Para alcanzar el objetivo de la investigación se utilizaron los resultados obtenidos en el Desafío Bebras en Uruguay en el año 2021. Este consiste en un cuestionario que se divide en dos grupos de preguntas, el primero refiere a información sociodemográfica, pertenencia a la intervención y contexto sociocultural, entre otros, mientras que la segunda parte consiste en 16 ítems que evalúan habilidades de PC (16 ítems): habilidades de Pensamiento Algorítmico (7 ítems), Generalización (6 ítems) y Evaluación (3 ítems). Los ítems son problemas que los estudiantes tendrán que solucionar a los que se les facilita cuatro opciones de respuesta. La estructura factorial del Desafío Bebras de Uruguay en 2021 se verificó [23] por lo que resulta un buen instrumento de medida.

En el desafío Bebras se obtuvo una participación de 17,084 estudiantes. De los cuales se seleccionaron los que pertenecían únicamente a los niveles socioeducativos altos y bajos, teniendo un $n = 7,286$. De estos participantes 1,417 no participaban en el programa y 5,869 sí, por lo que se decidió realizar un sorteo aleatorio controlado por género y quintil de los participantes que sí pertenecían al programa. De esta manera, la muestra final está compuesta

por 2,834 estudiantes, de los cuales el 46.9% es mujer y el 53.1% varón, un 34.8% se encontraba cursando 5º grado de educación primaria, mientras que el 65.2% se encontraba en 6º. La media de edad es de 11,4 años y el desvío estándar de 0.8 años. En lo que respecta a los quintiles socioeconómicos, el 41.3% pertenece al quintil sociocultural más desfavorable, mientras que el 58.7% pertenece al quintil sociocultural más favorable. Por otra parte, la mitad de los estudiantes participó del programa de Pensamiento Computacional en el 2021. Los datos de la evaluación fueron recabados en contexto aula, en un tiempo aproximado de 40 minutos, mediante la utilización de las computadoras portátiles personales que otorga Plan Ceibal a los estudiantes.

A este conjunto de datos se les aplicó pruebas de diferencia de medias mediante la prueba T de Student y ANOVAs de dos vías tanto al factor PC como al resto de subfactores. Todos los análisis de esta investigación se realizaron mediante los softwares estadísticos JASP [24] y R [25].

5.3 Resultados

En este apartado se presentan los resultados más relevantes de la investigación.

Análisis de diferencia de medias (*t* de Student)

En la Tabla 5.1 observa que en todos los factores existen diferencias estadísticamente significativas en las medias de las puntuaciones a favor de los estudiantes que participan en el programa de PC ($p < 0.01$), con tamaños de efecto pequeños.

Tabla 5.1: Prueba *t* de Student por pertenencia o no al programa.

	<i>t</i>	gl	<i>p</i>	<i>d</i> de Cohen
PC	-4.01	2832	< 0.01	-0.15
Evaluación	-4.50	2832	< 0.01	-0.17
Generalización	-2.00	2832	< 0.05	-0.08
P. Algorítmico	-3.00	2832	< 0.01	-0.11

Realizando un análisis de las medias por nivel socioeducativo (Tabla 5.2) se observa como existen diferencias estadísticamente significativas, en todos

los factores, entre el nivel bajo y el alto, a favor del último ($p < 0.01$). Los tamaños del efecto encontrados son medios para todos los casos (d de Cohen < 0.02).

Tabla 5.2: Prueba t de Student por nivel sociocultural.

	t	gl	p	d de Cohen
PC	-9.26	2832	< 0.01	-0.35
Evaluación	-6.77	2832	< 0.01	-0.26
Generalización	-5.44	2832	< 0.05	-0.21
P. Algorítmico	-8.18	2832	< 0.01	-0.31

Análisis conjunto de la varianza de dos factores (ANOVA de dos vías)

Del análisis conjunto de las variables intervención y nivel sociocultural para el desempeño global en PC se tiene que existen diferencia de medias teniendo en cuenta la interacción ($F(1, 585) = 10.96$; $p < 0.01$) y al analizar la prueba post hoc (ver Tabla 5.3) se observan diferencias estadísticamente significativas para todas las comparaciones. A su vez, al comparar los resultados entre intervención (sí o no) del nivel sociocultural bajo contra los que no recibieron intervención de PC del nivel alto, se puede observar que la diferencia de medias baja de 1.20 puntos, cuando el nivel sociocultural bajo sin intervención, a 0.47 cuando sí la tuvo. Los tamaños del efecto encontrados también disminuyen, pasando de medios a bajos respectivamente.

Del análisis conjunto de las intervención y nivel sociocultural para el subfactor Evaluación se tiene que si bien no existen diferencia estadísticamente significativas teniendo en cuenta la interacción ($F(1, 585) = 0.72$; $p > 0.05$). Al observar la tabla post hoc del ANOVA de dos vías (ver Tabla 5.4) se puede observar que las diferencias existentes entre nivel sociocultural bajo y nivel sociocultural alto sin intervención PC ($p < 0.01$), desaparece cuando en el nivel sociocultural bajo tiene intervención PC ($p = 0.41$). El tamaño del efecto pasa de Medio a irrelevante respectivamente.

Del análisis conjunto de las variables intervención y nivel sociocultural para el subfactor Generalización se tiene que existen diferencia estadísticamente significativas teniendo en cuenta la interacción de ambas variables independientes ($F(1, 585) = 5.07$; $p < 0.02$). Al observar la tabla post hoc

Tabla 5.3: *Post hoc* ANOVA de dos vías pertenencia × nivel sociocultural en PC.

		diferencia de \bar{x} (dt)	t	d de Cohen	P_{Tukey}
Bajo No	Alto No	-1.20 (0.15)	-7.21	-0.34	< 0.01
	Bajo Si	-0.82 (0.16)	-8.75	-0.47	< 0.01
	Alto Si	-1.43 (0.15)	-12.67	-0.56	< 0.01
Alto No	Bajo Si	0.47 (0.15)	-3.33	-0.14	< 0.01
	Alto Si	-0.13 (0.13)	-8.40	-0.23	< 0.01
Bajo Si	Alto Si	-0.62 (0.15)	-2.38	-0.09	< 0.01

No = sin intervencion PC, Si = con intervención PC

Tabla 5.4: *Post hoc* ANOVA de dos vías pertenencia × nivel sociocultural en Evaluación.

		diferencia de \bar{x} (dt)	t	d de Cohen	P_{Tukey}
Bajo No	Alto No	-0.25 (0.05)	-5.40	-0.29	< 0.01
	Bajo Si	-0.18 (0.05)	-3.56	-0.21	< 0.01
	Alto Si	-0.37 (0.05)	-8.07	-0.44	< 0.01
Alto No	Bajo Si	0.07 (0.05)	1.55	-8	0.41
	Alto Si	-0.12 (0.04)	-2.93	-0.14	0.02
Bajo Si	Alto Si	-0.19 (0.05)	-4.21	-0.23	< 0.01

No = sin intervencion PC, Si = con intervención PC

del ANOVA de dos vías (ver Tabla 5.5) se puede observar que existen diferencias entre nivel sociocultural bajo sin la intervención y nivel sociocultural alto con intervención de PC, pero no hay efectos significativos en la comparación nivel sociocultural alto-bajo con intervención. El tamaño del efecto pasa de medio a bajo respectivamente.

Tabla 5.5: Post hoc ANOVA de dos vías pertenencia \times nivel sociocultural en Generalización.

		diferencia de \bar{x} (dt)	t	d de Cohen	P_{Tukey}
Bajo No	Alto No	-0.39 (0.07)	-5.44	-0.29	< 0.01
	Bajo Si	-0.24 (0.07)	-3.01	-0.18	0.01
	Alto Si	-0.40 (0.07)	-5.53	-0.30	< 0.01
Alto No	Bajo Si	0.16 (0.07)	2.18	0.12	0.13
	Alto Si	-0.01 (0.07)	-0.09	0.00	1
Bajo Si	Alto Si	-0.16 (0.07)	-2.26	-0.12	0.11

No = sin intervencion PC, Si = con intervención PC

Del análisis conjunto de las variables intervención y nivel sociocultural para el subfactor Pensamiento Algorítmico se tiene que existen diferencias de medias teniendo en cuenta la interacción de ambas variables independientes ($F(1, 585) = 12.61$; $p < 0.01$) y al analizar la prueba post hoc (ver Tabla 5.6), se vé como existen diferencias estadísticamente significativas para todas las comparaciones excepto entre niveles socioculturales altos. Al comparar los resultados entre el nivel sociocultural bajo contra el nivel alto, se puede observar que la diferencia de medias baja de 0.66 puntos, en el nivel sociocultural bajo sin intervención, a 0.26 con intervención. Los tamaños del efecto encontrados también disminuyen, pasando de medios a bajos respectivamente.

Realizando una comparación entre quintiles socioculturales bajos se observa como en el factor PC y en los subfactores existen diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo con intervención de PC ($p < 0.01$). Los tamaños del efecto encontrados son pequeños para el subfactor Generalización y medios para el resto.

Finalmente, analizando la brecha educativa al comparar el nivel sociocultural bajo sin intervención con el alto con intervención. Se puede observar cómo en todos los casos la brecha aumenta, excepto en Pensamiento Al-

Tabla 5.6: Post hoc ANOVA de dos vías pertenencia*nivel sociocultural en pensamiento algorítmico.

		diferencia de \bar{x} (dt)	t	d de Cohen	P_{Tukey}
Bajo No	Alto No	-0.66 (0.08)	-8.32	-0.45	< 0.01
	Bajo Si	-0.40 (0.09)	-4.68	-0.27	< 0.01
	Alto Si	-0.66 (0.08)	-8.36	-0.45	< 0.01
Alto No	Bajo Si	0.26 (0.08)	3.25	0.18	< 0.01
	Alto Si	< -0.01 (0.07)	-0.05	0.00	1
Bajo Si	Alto Si	-0.26 (0.08)	-3.30	-0.18	< 0.01

No = sin intervencion PC, Si = con intervención PC

gorítmico. En cuanto a los tamaños del efecto también sube en todos los casos, especialmente en el factor PC que pasa de medio a grande.

5.4 Discusión y conclusiones

El objetivo de este trabajo era analizar el impacto del programa Pensamiento Computacional en la adquisición de las competencias de PC teniendo en cuenta la brecha socioeconómica existente en Uruguay. Teniendo en cuenta el desempeño global en PC, los resultados muestran como la brecha educativa disminuye pasando de diferencias en la media de 1.20 a favor de los niveles socioculturales altos a 0.47 a favor de los niveles socioculturales bajos, en el primero de los casos ningún grupo tiene intervención y en el segundo únicamente el grupo sociocultural bajo. Además hay que destacar que aun proveyendo intervención en ambos frupos, la brecha seguiría disminuyendo pasando de los 1.20 puntos a los 0.62, en ambos casos a favor del nivel socio-cultural alto. Algo similar sucede en el subfactor Pensamiento Algorítmico, donde la brecha existente entre los dos niveles socioculturales que disminuye cuando el nivel bajo tiene intervención, pasando de 0.66 a favor del nivel alto a 0.26 a favor del bajo, además si ambos niveles tienen intervención la brecha también baja, de 0.66 a 0.26 pero en esta ocasión las diferencias siguen siendo a favor del nivel alto. En el resto de subfactores (Evaluación y Generalización) la brecha Educativa desaparece cuando el nivel bajo recibe intervención, en evaluación pasa de una diferencia estadísticamente significativa de 0.25 a favor del nivel alto a una diferencia no significativa de 0.07,

en Generalización pasa de una diferencia estadísticamente significativa de 0.39 a favor del nivel alto a una diferencia no significativa de 0.16.

Esto muestra como el desarrollo de algunas intervenciones ayuda a reducir la brecha y contradice lo planteado por distintos estudios que afirman que la brecha educativa va necesariamente en aumento. Además, se verifica el rápido efecto de la intervención, algo que no siempre sucede en las distintas intervenciones, cuyos efectos varían según región y contexto [26]. También se observa que en caso de que los niveles socioculturales altos fuesen los únicos en disponer de una educación en las competencias de PC la brecha educativa por nivel sociocultural aumentaría tanto en el desempeño global en PC como en los subfactores de Evaluación y Generalización, manteniéndose en Pensamiento Algorítmico. Estos resultados apoyan la idea de que la intervención en niveles socioculturales bajos tiene mayor efecto que en niveles socioculturales altos, quizás debido al interés que provoca la tecnología por el menor acceso o exposición [27].

El uso de la tecnología podría generar nuevos relacionamientos entre escuela y alumnos provocando que el rendimiento en los alumnos de escuelas de niveles socioeconómicos bajos tuvieran un aumento [28]. Teniendo en cuenta que el mayor determinante de la deserción educativa es el bajo rendimiento académico[29], sería lógico concluir que al aumentar el rendimiento disminuiría la deserción educativa, especialmente en los niveles socioeconómicos bajos. Teniendo en cuenta esto y las pocas investigaciones que hay sobre la relación entre la enseñanza de Pensamiento Computacional y el rendimiento, resulta de gran importancia seguir investigando y verificando el impacto que tienen los programas de PC en la disminución de esta brecha y el desarrollo de los estudiantes

Finalmente, gracias a estos resultados y a la afirmación de que la adquisición de las habilidades del PC mejoran el rendimiento [30], se puede llegar a afirmar que la intervención en niveles socioculturales bajos en PC mediante programas gubernamentales es esencial, debido a las dificultades que aparecen en el acceso a la tecnología por parte de los niveles socioculturales bajos de una sociedad. Además, hay que tener en cuenta, que las mejoras observadas después de diversas intervenciones en PC, parecerían no acotarse únicamente a los ámbitos de las matemáticas y ciencias, sino que también podrían observarse en la adquisición del lenguaje y la lectura [18].

5.5 Fortalezas, debilidades y pasos a futuro

Es importante para una investigación identificar las fortalezas, debilidades y partiendo de está y los resultados obtenidos conjuntamente proponer pasos que pueden realizarse en un futuro para seguir teniendo evidencia empírica que ayude en el proceso de mejora constante que ha de tener cualquier sistema educativo público.

La fortalezas encontradas en esta investigación es la cantidad de respuestas recabadas y la posibilidad que existe para disponer de la infraestructura del Plan Ceibal para replicar el desafío Bebras año a año, de esta manera se dispondrá de datos panel y se podrá observar la evolución y adquisición de conocimientos por parte de los estudiantes. También permite realizar otro tipo de investigaciones como la comparación del desafío Bebras con otras pruebas estandarizadas, notas de clase, pruebas de rendimiento nacionales y/o internacionales que evalúan habilidades como matemáticas, lectura y/o habilidades socioemocionales.

En cuanto a las debilidades de la investigación se encuentra, por una parte que el desafío Bebras mide la adquisición de las habilidades de PC, por lo que resulta esperado que los estudiantes que tienen intervención obtengan puntuaciones mayores, sería importante poder comparar los resultados obtenidos en el desafío con otros instrumentos de medida. Por otro lado, ya que el desafío se realiza en contexto de aula, en muchos casos estos se llevan a cabo sin un observador, por lo que es difícil poder medir otras variables que podrían estar influyendo en estos resultados.

Para finalizar, teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente se podría realizar una investigación con una muestra controlada y realizar un seguimiento durante todo el ciclo de educación primaria, añadiendo al desafío evaluaciones estandarizadas y observaciones, de esta manera se dispondría de una triangulación de tres fuentes de datos que permitirían llegar a unas conclusiones con mayor robustez. También permitiría confrontar con la teoría de que la brecha educativa causada por el nivel sociocultural de la familia va aumentando durante los años [31].

Referencias

- [1] James S. Coleman et al. *Equality of Educational Opportunity*. U.S. Washington: U.S. Government printing office, 1966. URL:

- <http://www.icpsr.umich.edu/icpsrweb/ICPSR/studies/6389/version/3>.
- [2] Xavier Dumay y Vincent Dupriez. Does the School Composition Effect Matter? Evidence from Belgian Data. En: *British Journal of Educational Studies* 56.4 (dic. de 2008), págs. 440-477. ISSN: 0007-1005, 1467-8527. DOI: 10.1111/j.1467-8527.2008.00418.x. URL: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8527.2008.00418.x> (visitado 06-05-2022).
- [3] Jean Pierre Verhaeghe et al. Can Group Composition Effects Explain Socioeconomic and Ethnic Achievement Gaps in Primary Education? En: *Studies in Educational Evaluation* 57 (jun. de 2018), págs. 6-15. ISSN: 0191491X. DOI: 10.1016/j.stueduc.2017.07.006. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0191491X1630147X> (visitado 06-05-2022).
- [4] Sean F. Reardon. The Widening Academic Achievement Gap Between the Rich and the Poor. En: *Inequality in the 21st Century*. Ed. por David B. Grusky y Jasmine Hill. 1ª ed. Routledge, mayo de 2018, págs. 177-189. ISBN: 978-0-429-49982-1. DOI: 10.4324/9780429499821-33. URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429968372/chapters/10.4324/9780429499821-33> (visitado 06-05-2022).
- [5] Sari Sulkunen. Adolescent Literacy in Europe — An Urgent Call for Action. En: *European Journal of Education* 48.4 (2013), págs. 528-542. ISSN: 1465-3435. DOI: 10.1111/ejed.12052. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ejed.12052> (visitado 06-05-2022).
- [6] Kendra McKenzie. The Effects of Poverty on Academic Achievement. En: 11.2 (2019).
- [7] Jeanne Brooks-Gunn y Greg J. Duncan. The Effects of Poverty on Children. En: *The Future of Children* 7.2 (1997), pág. 55. ISSN: 10548289. DOI: 10.2307/1602387. JSTOR: 1602387. URL: <https://www.jstor.org/stable/1602387?origin=crossref> (visitado 06-05-2022).

- [8] Chris Belfield et al. What Drives Enrolment Gaps in Further Education? The Role of Beliefs in Sequential Schooling Decisions. En: (2019), pág. 40.
- [9] Dalit Contini, Federica Cugnata y Andrea Scagni. Social Selection in Higher Education. Enrolment, Dropout and Timely Degree Attainment in Italy. En: *Higher Education* 75.5 (mayo de 2018), págs. 785-808. ISSN: 0018-1560, 1573-174X. DOI: [10.1007/s10734-017-0170-9](https://doi.org/10.1007/s10734-017-0170-9). URL: <http://link.springer.com/10.1007/s10734-017-0170-9> (visitado 06-05-2022).
- [10] Ronia Hawash y Guenter Lang. Does the Digital Gap Matter? Estimating the Impact of ICT on Productivity in Developing Countries. En: *Eurasian Economic Review* 10.2 (jun. de 2020), págs. 189-209. ISSN: 1309-422X, 2147-429X. DOI: [10.1007/s40822-019-00133-1](https://doi.org/10.1007/s40822-019-00133-1). URL: <http://link.springer.com/10.1007/s40822-019-00133-1> (visitado 09-05-2022).
- [11] Izabela Czaja y Maria Urbaniec. Digital Exclusion in the Labour Market in European Countries: Causes and Consequences. En: *European Journal of Sustainable Development* 8.5 (oct. de 2019), pág. 324. ISSN: 2239-6101, 2239-5938. DOI: [10.14207/ejsd.2019.v8n5p324](https://doi.org/10.14207/ejsd.2019.v8n5p324). URL: <http://ecsdev.org/ojs/index.php/ejsd/article/view/944> (visitado 09-05-2022).
- [12] Diana Laurillard. Technology Enhanced Learning as a Tool for Pedagogical Innovation. En: *Journal of Philosophy of Education* 42.3-4 (ago. de 2008), págs. 521-533. ISSN: 03098249, 14679752. DOI: [10.1111/j.1467-9752.2008.00658.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.2008.00658.x). URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9752.2008.00658.x> (visitado 09-05-2022).
- [13] Nahuel Lizitza y Victoria Sheepshanks. Educación por competencias: cambio de paradigma del modelo de enseñanza-aprendizaje. En: *RAES* 12.20 (2020), págs. 89-107. ISSN: 1852-8171.

- [14] A Balanskat y K Hengelhard. *Computing Our Future: Computer Programming and Coding. Priorities, School Curricula and Initiatives across Europe*. European Schoolnet, 2015.
- [15] Julian Fraillon et al. *IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 Assessment Framework*. Amsterdam, Netherland: Springer International Publishing, 2019. ISBN: 978-3-030-19388-1. DOI: 10.1007/978-3-030-19389-8. URL: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-19389-8> (visitado 30-09-2021).
- [16] Siu-Cheung Kong y Harold Abelson, eds. *Computational Thinking Education*. Springer Nature, 2019. ISBN: 978-981-13-6528-7. DOI: 10.1007/978-981-13-6528-7. URL: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/23182> (visitado 06-03-2021).
- [17] Valerie J. Shute, Chen Sun y Jodi Asbell-Clarke. Demystifying Computational Thinking. En: *Educational Research Review* 22 (nov. de 2017), págs. 142-158. ISSN: 1747938X. DOI: 10.1016/j.edurev.2017.09.003. URL: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1747938X17300350> (visitado 30-09-2021).
- [18] Chantel S. Prat et al. Relating Natural Language Aptitude to Individual Differences in Learning Programming Languages. En: *Scientific Reports* 10.1 (dic. de 2020), pág. 3817. ISSN: 2045-2322. DOI: 10.1038/s41598-020-60661-8. URL: <http://www.nature.com/articles/s41598-020-60661-8> (visitado 11-11-2021).
- [19] Peter Hubwieser et al. A Global Snapshot of Computer Science Education in K-12 Schools. En: *Proceedings of the 2015 ITiCSE on Working Group Reports*. Vilnius Lithuania: ACM, jul. de 2015, págs. 65-83. ISBN: 978-1-4503-4146-2. DOI: 10.1145/2858796.2858799. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2858796.2858799> (visitado 31-03-2022).
- [20] *Plan Ceibal*. institucional. 2022. URL: <https://www.ceibal.edu.uy/es/institucional> (visitado 06-05-2022).

- [21] Cristóbal Cobo y Mariana Montaldo. Plan Ceibal in Uruguay: How Do You Educate in Learning to Decode the Unknown. En: (2018), pág. 16.
- [22] Cristóbal Cobo. Experiencias evaluativas de tecnologías digitales en la educación. En: (2016), pág. 8.
- [23] Alar Urruticoechea et al. Análisis de la Estructura Factorial del Desafío Bebras 2021 en Uruguay y resultados preliminares. No publicado. 2022.
- [24] JASP TEAM. *JASP*. 2022.
- [25] R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2022. URL: <http://www.R-project.org/>.
- [26] Kaitlin Farley. No Child Left Behind and Closing the Achievement Gap. Tesis doct. Waco, Texas, Estados Unidos: Baylor University, 2017.
- [27] Paul Kim et al. Socioeconomic Strata, Mobile Technology, and Education: A Comparative Analysis. En: *Educational Technology Research and Development* 59.4 (ago. de 2011), págs. 465-486. ISSN: 1042-1629, 1556-6501. DOI: [10.1007/s11423-010-9172-3](https://doi.org/10.1007/s11423-010-9172-3). URL: <http://link.springer.com/10.1007/s11423-010-9172-3> (visitado 06-05-2022).
- [28] Jessica Rizk y Scott Davies. Can Digital Technology Bridge the Classroom Engagement Gap? Findings from a Qualitative Study of K-8 Classrooms in 10 Ontario School Boards. En: *Social Sciences* 10.1 (ene. de 2021), pág. 12. ISSN: 2076-0760. DOI: [10.3390/socsci10010012](https://doi.org/10.3390/socsci10010012). URL: <https://www.mdpi.com/2076-0760/10/1/12> (visitado 06-05-2022).
- [29] Evangelina López-Ramírez, José Rosario Velázquez-Gálvez y Guadalupe Ibarra. Causas de la deserción escolar de nivel medio superior en Baja California. En: *Sujetos de la Educación*. México, págs. 1-16.

- [30] Işıl Gülmez y Nesrin Özdener. Academic Achievement in Computer Programming Instruction and Effects of the Use of Visualization Tools; at the Elementary School Level. En: *British Journal of Education, Society & Behavioural Science* 11.1 (ene. de 2015), págs. 1-18. ISSN: 22780998. DOI: 10.9734/BJESBS/2015/18316. URL: <https://journaljesbs.com/index.php/JESBS/article/view/420> (visitado 09-06-2023).
- [31] Soo-yong Byun y Kyung-keun Kim. Educational Inequality in South Korea: The Widening Socioeconomic Gap in Student Achievement. En: *Research in the Sociology of Education*. Ed. por Emily Hannum, Hyunjoon Park y Yuko Goto Butler. Vol. 17. Emerald Group Publishing Limited, ene. de 2010, págs. 155-182. ISBN: 978-1-84950-976-3. DOI: 10.1108/S1479-3539(2010)0000017008.

Capítulo 6

Impulsando el Pensamiento Computacional sin computadoras

Karina Mariela Figueroa Mora ¹, *Cuauhtémoc Rivera Loaiza* ¹

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

{karina.figueroa,cuauhtemoc.rivera}@umich.mx

Resumen. El pensamiento computacional es una habilidad deseada en las personas pues promueve la resolución de problemas por medio de la automatización (algoritmo) de su solución. En este capítulo se presenta el desarrollo y conclusiones de un taller sobre pensamiento computacional sin computadoras impartido a profesores universitarios y estudiantes del 2o Simposio Iberoamericano de Pensamiento Computacional. El objetivo del taller era promover la enseñanza de este tipo de pensamiento sin el uso de una computadora a través de juegos interactivos y recursos didácticos fáciles de conseguir.

Palabras clave. Pensamiento computacional, educación.

6.1 Introducción

El pensamiento computacional es una habilidad que puede ser de mucha utilidad para todas las personas, independientemente del perfil que tengan.

En general, El pensamiento computacional se define (aunque no está limitado a) como el planteamiento del problema de manera que se piense en el uso de una computadora, la organización lógica y el análisis de datos, por supuesto la representación de éstos mediante abstracciones, por ejemplo con modelos y simulaciones. El siguiente paso sería la automatización de soluciones, es decir, la identificación, el análisis y la posible implementación de una solución para alcanzar la meta. También por supuesto está la combinación de todos estos pasos y recursos de este proceso de solución en una amplia variedad de problemas [1].

En particular, el desarrollo de habilidades que fomenten el pensamiento computacional entre los estudiantes es fundamental, y en este sentido es que se decidió desarrollar un curso que proporcione instrucciones básicas a docentes (en este caso de nivel de licenciatura) para que tengan los conocimientos y así mismo guiar a sus estudiantes dentro de esta forma de buscar soluciones a problemas de diferente índole. El curso fue impartido por primera ocasión dentro del 20. Seminario Iberoamericano de Pensamiento Computacional.

6.2 Trabajos Relacionados

Uno de los primeros trabajos en introducir el Pensamiento Computacional (PC) fue escrito por [1], quien consideraba este tipo de generación de ideas distinto de cualquier otro modelo por la forma de estructurarlas. Posteriormente el concepto de PC fue reforzado por [2, 3] quien consideraba que se requiere de una habilidad específica para enfrentarse a un problema como la abstracción y planteamiento de una solución. El PC es tan importante que pruebas globales como PISA [4-6] ya incluyen una sección para su análisis y estudio en los jóvenes.

En [7, 8] los autores presentan una propuesta para trabajar con jóvenes que no cuentan con los medios financieros para acceder a recursos tecnológicos mínimos. La propuesta de ellos está orientada a temas introductorios y avanzados como la codificación binaria, el uso de algoritmos, etc.

6.3 Computación sin Computadora

Como parte de los talleres del 20 Seminario Iberoamericano de Pensamiento Computacional se presentó un taller de 4 horas para fomentar precisamente

la enseñanza de este tipo de PC sin computadoras. El taller estuvo estructurado en 3 fases: codificación binaria [8], algoritmos[8] y aprendiendo a programar [9].

6.3.1 Codificación binaria

Inicialmente se presentaron unos conceptos básicos: el código binario, con el objetivo de entender cómo funciona una computadora (bits) y cómo es posible el uso de letras e imágenes usando los bytes.

Para esta actividad se introdujo el sistema binario, el cual responde las reglas de un sistema posicional de base 2, es decir, importa la ubicación de cada número en la cifra. Básicamente, esto significa que no es lo mismo escribir 001 ó 100, cabe mencionar, que el sistema decimal que usamos en el día a día también es posicional.

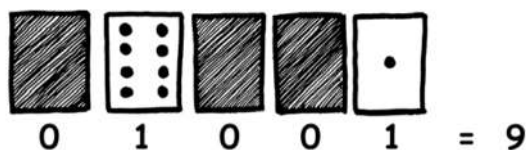


Figura 6.1: Cartas que pueden emplear los participantes.

Esta actividad se llevó a cabo durante una hora en la que se practicó la conversión entre binario y decimal. Una vez que los participantes tienen claro el concepto es momento de mostrar cómo la codificación binaria puede ser usada con texto. La idea es el uso del código ASCII en versión simplificada, esto es el número uno (en binario 00001) para la letra *a*, el número 2 (en binario 00010) para la letra *b*, así sucesivamente.

En la figura 6.2 se puede ver todo el alfabeto escrito y el número correspondiente a cada letra. En esta actividad se pidió a los asistentes que escribieran su nombre con la codificación binaria a 5 dígitos. En la misma imagen se puede ver que para un nombre que empieza con K, esa letra corresponde al número 12 en la tabla; para lo cual se puede escribir como 01100.

6.3.2 Algoritmos

La siguiente actividad, una vez dominado el trabajo con números, fue conocer la unidad más pequeña de una imagen, el pixel. Cada imagen es una



Peroooo!!! Yo no hablo en binario y, ¿uds.?

Usemos números para representar letras!!!

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
a	b	c	ch	d	e	f	g	h	i	j	k	l	ll	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
m	n	ñ	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z

Mi nombre sería: 01100 **K**

K = 12 = 01100 00001 **A**

A = 1 = 00001 10101 **R**

R = ? Y = ? 11100 **Y**

ESCRIBE TU NOMBRE EN BINARIO

Figura 6.2: Actividad con letras estimulando la conversión de Binario a letras.

cuadrícula de pixeles, así que el material usado en esta actividad fue una hoja cuadrículada. En general, para esta parte del taller era necesario contar con una hoja cuadrada y un conjunto de números por renglón en el siguiente orden: número de pixeles (cuadros en este caso) apagados, luego número de pixeles encendidos (coloreados en este caso), apagados, prendidos, etc. siempre en ese orden.

En la figura 6.3 se puede ver la representación de una parte del dibujo que se trabajaba. Nótese que del lado derecho de la cuadrícula están escritos los números que representan la imagen, por ejemplo, la primer línea dice 4, 11. 4 pixeles (cuadritos) no rellenos, 11 rellenos (prendidos o coloreados). La siguiente tiene los siguientes números 4, 9, 2, 1; esto es, 4 no rellenos, 9 rellenos, 2 no rellenos, y el último, relleno. No se completaron el resto de los renglones para dejar al lector que complete el ejercicio.

6.3.3 *Aprendiendo a programar.*

La segunda parte del taller se presentó una versión en papel de la aplicación del juego *lightbot hour* [9]. Este juego consiste en un robot cuya tarea es prender los mosaicos con más intensidad sobre los que se mueve. Para su programación tiene un conjunto de instrucciones, avanzar (un mosaico a la vez), prender la luz del mosaico sobre el que se encuentra parado, girar a la

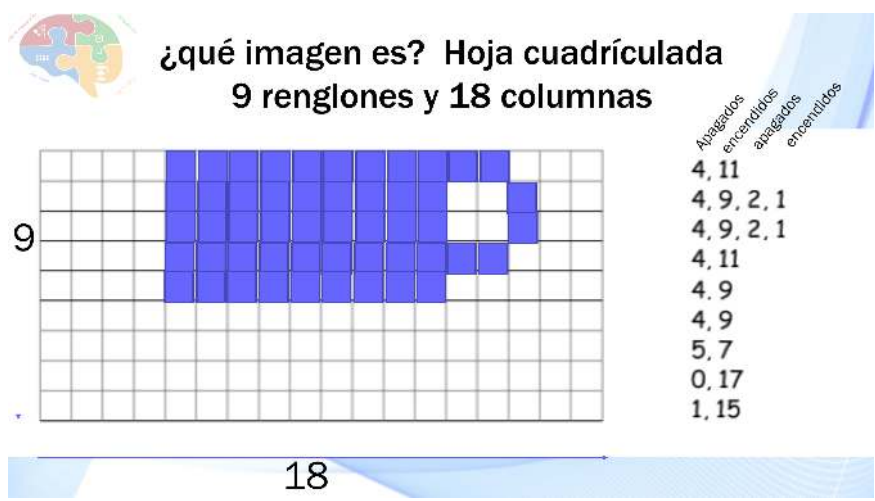


Figura 6.3: Actividad de conversión entre números e imágenes.

izquierda o derecha y saltar (para subir o bajar un escalón).

La actividad consiste en presentar el mundo (problema), el conjunto de instrucciones son las posibles herramientas que puede usar el programador. La abstracción consiste en entender el problema, pensarlo como un conjunto de actividades (algoritmo) y la automatización es la programación. Este juego permite aprender conceptos básicos y claves para la programación como son la creación de funciones nuevas (procedimientos en este caso) y la recursividad (resolver el problema usando un procedimiento que se llama así mismo). Este último concepto es de mucha utilidad al momento de programar, piense en un procedimiento que se llame subir-escalón, una vez que se termina de subir el escalón se puede llamar al mismo procedimiento (subir-escalón); esto hará que suba toda una escalera sin importar la dimensión de la misma.

En la figura 6.4 se muestra el robot *lightbot* con la actividad a realizar. Prender el último mosaico de su fila. Las acciones que ejecuta son: avanza, avanza y prende el foco. Durante el taller se presentaron distintos escenarios y se dejó que los asistentes intentaran resolver las actividades. Se fomentó la participación en equipo para conseguir un aprendizaje colaborativo. El material utilizado consistió de fichas creadas sobre cartulinas con cada instrucción y los mapas (mundos).

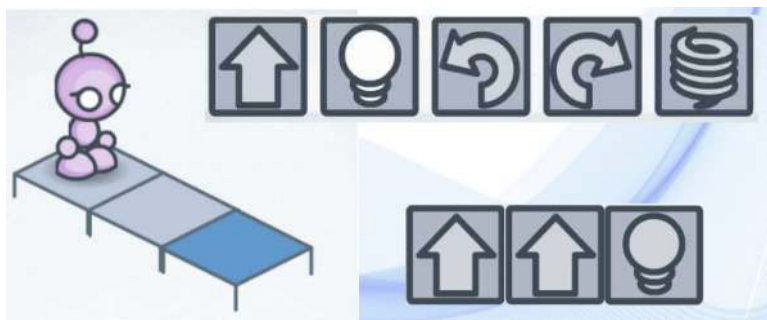


Figura 6.4: Lightbot Hour, robot programable. En la fila superior son todas las posibles instrucciones. En la fila inferior está el conjunto de instrucciones necesarias para completar esta tarea (prender el último mosaico).

6.4 Descripción del público asistente al taller

El taller se realizó con alrededor de 25 personas, 10 de ellas presenciales y 15 de manera remota. Los asistentes eran de origen mexicano y colombiano con edades que variaron entre los 22 y los 50 años. Todos ellos describieron que conocían y dominaban las tecnologías de comunicación y que tenían acceso a internet desde sus casas, sin embargo, la gran mayoría hizo notar que no contaban con acceso a internet desde sus lugares de trabajo. Esto abre una oportunidad de replicar el taller con sus estudiantes.

Otro aspecto interesante a destacar entre los participantes es que al menos 10 de ellos eran adultos jóvenes que se encontraban realizando estudios de maestría en educación, y con especial interés en aplicar el PC en sus regiones de origen. Cabe resaltar que al menos dos de los participantes tienen un proyecto de tesis relacionado al pensamiento computacional y la actividad vista en este taller será replicado como parte de su trabajo terminal.

6.5 Resultados del taller

Al inicio del taller, los participantes se entusiasmaron cuando aprendieron a leer binario, aunque al inicio, les apenaba equivocarse en el momento de hacer las sumas o conversiones. Rápidamente lograron ver el nivel de abstracción y reconocer el patrón del sistema posicional.

La siguiente actividad, la de los números que representan letras (ASCII) les fue muy interesante la forma de cambiar el contexto y poder representar



Figura 6.5: Algunos de los Participantes del taller durante la realización de una de las actividades.

palabras. Aunque, definitivamente, la parte del taller mas relajante y donde los participantes se notaron envueltos y con mucha curiosidad de continuar fue durante el relleno de pixeles. Para esta parte de la actividad había mas de 20 dibujos con los que podían jugar.

Las últimas 2 horas del taller fueron de programación, los participantes de organizaron en parejas y entre ambos dialogaban sobre la mejor manera de resolver los problemas. Cabe mencionar que para este tema se tienen 3 niveles de complejidad, en el 3er nivel se deben resolver los ejercicios con recursión. Este nivel es por supuesto el que mas trabajo les implica a algunos. Vale la pena resolverlo en parejas pues se sienten impulsados por sus compañeros para planear el algoritmo.

Los resultados del taller fueron muy alentadores. Los asistentes se sintieron motivados a replicarlo en sus comunidades en escuelas de nivel básico, incluso uno de los asistentes tiene planeado trabajarlo con personas adultas de otras áreas (por ejemplo, humanidades).

Definitivamente el desarrollo del pensamiento computacional en edades tempranas podría ayudar a la resolución de problemas estructurando el

pensamiento independientemente del área de interés.

Como trabajo futuro se planea estructurar una propuesta para replicar el taller en cualquier escuela de nivel básico en México enfocándolo a las líneas de conocimiento del sistema educativo nacional: pensamiento matemático y resolución de problemas.

Referencias

- [1] Seymour Papert. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 1980. 230 págs. ISBN: 0-465-04627-4.
- [2] Jeannette M. Wing. Computational Thinking. En: *Communications of the ACM* 49.3 (2006), págs. 33-35.
- [3] Jeannette M. Wing. *Computational Thinking Benefits Society*. Social Issues in Computing. 10 de ene. de 2014. URL: <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html?p=279.htm> (visitado 19-07-2017).
- [4] OECD Education Today. *Computer Science and PISA 2021*. OECD Education and Skills Today. 14 de oct. de 2019. URL: <https://oecd.edutoday.com/computer-science-and-pisa-2021/> (visitado 15-06-2022).
- [5] Siu-Cheung Kong, Harold Abelson y Ming Lai. Introduction to Computational Thinking Education. En: *Computational Thinking Education*. Ed. por Siu-Cheung Kong y Harold Abelson. Springer Nature, 2019, págs. 1-10. ISBN: 978-981-13-6528-7. DOI: 10.1007/978-981-13-6528-7. URL: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/23182> (visitado 06-03-2021).
- [6] Zhiwei Xu y Jialin Zhang. *Computational Thinking: A Perspective on Computer Science*. Singapore: Springer, 2021. ISBN: 978-981-16-3848-0. DOI: 10.1007/978-981-16-3848-0. URL: <https://link.springer.com/10.1007/978-981-16-3848-0> (visitado 16-08-2023).

- [7] Tim Bell et al. Computer Science Unplugged: School Students Doing Real Computing without Computers. En: *New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology* 13.1 (), págs. 20-29.
- [8] Computer Science Education Research Group. *Informática Sin Un Ordenador*. CS Unplugged. 3 de nov. de 2022. URL: <https://www.csunplugged.org/es/> (visitado 24-08-2023).
- [9] Lightbot Inc. *LightBot*. 2017. URL: <https://lightbot.com/> (visitado 24-08-2023).

Pensamiento Computacional en Iberoamérica

se imprimió en diciembre de 2023 en el taller Agys Alevín S.C.

Plásticos 84 local 2 Ala Sur, Fracc. Industrial Alce Blanco,

Naucalpan de Juárez, Estado de México CP 53370.

En su composición se utilizó tipo Garamond.

Impreso en papel couché mate de 115 grs.

La edición consta de 50 ejemplares.