

Alfabetización Computacional en Educación: Contribuciones al Desarrollo del Pensamiento Crítico y Participación Social

Natalia Gabriela Monjelat ¹ 

María Emilia Echeveste ² 

M. Cecilia Martínez ² 

Martín Ignacio Torres ² 

Valeria Carolina González Angeletti ² 

Resumen

En los últimos años se observa una reformulación de programas para incluir las Ciencias de la Computación (CC) en la escolaridad obligatoria. La expansión de sistemas computacionales a todos los espacios de la vida humana permite no solo ampliar la capacidad de cognición, sino que ubica a saberes y prácticas de este campo como componentes claves de una formación ciudadana integral. Este desafío se presenta en un contexto de profundas brechas, que contribuyen a desarrollar desigualmente las posibilidades de alfabetización, pensamiento y participación computacional entre la población. Este trabajo analiza, desde una revisión sistemática, cómo se han definido estas nociones en el ámbito escolar. Los resultados arrojan que la alfabetización computacional se asocia mayormente con la inteligencia artificial y la programación, con el riesgo de reducir la mirada disciplinar a esas áreas hegemónicas. A su vez, se destaca la participación computacional desde propuestas con impacto social. Estos aportes son insumos para discutir, definir y analizar los procesos de alfabetización computacional en las escuelas, sobre todo en el contexto latinoamericano, donde no se han relevado estudios sobre el tema.

Palabras clave: alfabetización computacional, participación computacional, pensamiento computacional, educación formal, brecha digital y computacional

¹ Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (CONICET-UNR), Rosario, Argentina

monjelat@irice-conicet.gov.ar 

² Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina

emilia.echeveste@unc.edu.ar

Recibido: 30/Octubre/2023

Revisado: 09/Julio/2024

Aprobado: 08/Septiembre/2024

Publicado: 13/Noviembre/2024



Computational Literacy in Education: Contributions to the Development of Critical Thinking and Social Participation

Abstract

In the last years, many agencies are changing their curriculums to include Computer Science Education in mandatory schooling. The expansion of computational systems to the many aspects of human life allows both, widening human cognition, and requiring computational knowledge and practices as key components of citizenship education. This challenge is immersed in a context with deep digital gaps that contribute to unequally developing the possibilities of computational literacy, thinking and participation among the population. Relying on a systematic review, this article analyzes how specialized literature defined these notions for schooling purposes. Results show that computational literacy is mostly associated with artificial intelligence and programming. This risks reducing the disciplinary field to these hegemonic areas. At the same time, computational participation approaches are linked to the social impact of computer systems. These contributions deepen the discussion, definition and analysis of computational literacy in schools, particularly in the Latin American context where there are few empirical studies in this area.

Keywords: computational literacy, computational participation, computational thinking, formal education, digital and computational divide

Alfabetização Informática na Educação: Contribuições para o Desenvolvimento do Pensamento Crítico e da Participação Social

Resumo

Nos últimos anos, observa-se uma reformulação dos programas educacionais para incluir a Ciência da Computação (IC) na educação obrigatória. A expansão dos sistemas informáticos para todas as esferas da vida humana não apenas amplia a capacidade cognitiva, mas também posiciona os saberes e práticas desse campo como elementos fundamentais na formação integral dos cidadãos. Esse desafio emerge em um contexto de profundas lacunas que promovem o desenvolvimento desigual das oportunidades de alfabetização, pensamento e participação computacional na sociedade. Este estudo analisa, com base em uma revisão sistemática, como esses conceitos têm sido abordados no ambiente escolar. Os resultados revelam que a alfabetização informática é frequentemente associada à inteligência artificial e à programação, o que pode limitar a abordagem disciplinar a essas áreas predominantes. Por outro lado, destaca-se a participação computacional em propostas com impacto social. Tais contribuições servem de base para discutir, definir e analisar os processos de alfabetização informática nas escolas, especialmente no contexto latino-americano, onde há carência de estudos sobre o tema.

Palavras-chave: alfabetização computacional, participação computacional, pensamento computacional, educação formal, exclusão digital e computacional.

Introducción

Diversos estudios coinciden en señalar profundas desigualdades de acceso, uso y apropiación de saberes de tecnología digital en la educación obligatoria. En este sentido, cabe indicar que, mientras que las brechas de acceso y uso de dispositivos han sido documentadas y abordadas con políticas y programas de equipamiento y conectividad (Terigi, 2020), la brecha de acceso a saberes y apropiación de saberes y de las condiciones necesarias para distribuir ese saber, han sido escasamente monitoreadas, y por tanto poco visibilizadas (Scasso et al., 2019). Lo mismo ocurre con saberes específicos de la Alfabetización Computacional (AC).

Si bien en la literatura especializada hay consenso sobre la necesidad de la AC en la escuela obligatoria (Bocconi et al., 2016; Simari, 2013), en este último tiempo se han introducido aportes de la pedagogía crítica para precisar la selección, jerarquización, organización y sentido de la enseñanza de la computación en el contexto de la escuela (Ko et al., 2020).

Asimismo, Simari (2013) señala que la lectoescritura se incorpora como objeto de enseñanza en la escuela porque es una tecnología disruptiva, es decir que amplía la capacidad de cognición, de aprender y de entender el mundo. Del mismo modo, este autor advierte que la computación es también una tecnología disruptiva, que permite fundamentalmente procesar grandes volúmenes de datos, capacidad humanamente imposible. En tanto tecnología disruptiva, el procesamiento de gran cantidad de datos puede contribuir o afectar severamente nuestra calidad de vida. Por eso, concluye el autor, los fundamentos computacionales deberían ser parte de la educación obligatoria.

Sin embargo, diversos informes muestran que los contenidos de computación que actualmente ofrece la escuela representan a un subconjunto de enfoques y saberes hegemónicos del campo, dejando afuera saberes del campo del software libre, nociones que apelen a los intereses de las minorías y las mujeres y que permitan una mirada crítica de los sistemas de información (Ko et al., 2020).

Un antecedente importante sobre la AC en contextos escolares es el estudio realizado por la Fundación Sadosky, que analiza la cantidad de estudiantes que egresan de secundarios con orientación en informática, el cual reporta que la población que recibe oferta de saberes digitales y computacionales en Argentina no llegaría al 3% (Scasso et al., 2019). Asimismo, otros estudios indican que esta oferta no siempre se traduce en situaciones de enseñanza significativas (Echeveste & Martínez, 2022), y que los docentes suelen contar con saberes ligados a lo instrumental (Monjelat et al., 2021). Este porcentaje coincide globalmente con lo hallado en el Estudio Internacional de Alfabetización Digital y Computacional de 2018 (Fraillon et al., 2020), el cual reporta que, si bien el 82% de los estudiantes puede navegar por Internet, manipular imágenes y manejar accesos con claves, solo el 2% pueden comprender cómo funciona una computadora y crear nuevos artefactos a partir de saberes computacionales. Es decir, el porcentaje de estudiantes de los niveles obligatorios que dominan saberes de computación que les permitan entender, leer, usar, remezclar y participar de la construcción de artefactos digitales es bajo. A su vez, observar las propuestas de distribución de hardware y software en las escuelas, tal como lo menciona el estudio de Torres et al. (2022), pueden contribuir a delimitar alcances más heterogéneos de la Ciencias de la Computación (CC). Esto

plantea desafíos a la hora de diseñar e implementar dispositivos de formación docente que fomenten la AC.

Con base en lo arriba expuesto, el presente trabajo tiene por objetivo identificar, a través de una revisión sistemática, conceptualizaciones y contribuciones de otros estudios a la definición de Alfabetización Computacional en el ámbito escolar. El análisis de trabajos previos sobre estas temáticas permitirá identificar y visibilizar cómo circulan estos saberes en diferentes contextos educativos, aportando datos para el fortalecimiento de las CC como disciplina dentro del ámbito escolar, fomentando una participación ciudadana acorde a los avances computacionales de la época.

Alfabetización Computacional: claves para pensar la introducción de las Ciencias de la Computación en la educación obligatoria

Según DiSessa (2000) la *brecha de acceso y apropiación de saberes computacionales* se define como la desigualdad de acercamiento a conocimientos que permiten comprender cómo funciona una computadora en términos generales, y entender sus alcances y limitaciones para crear y transformar tecnología digital a partir de lenguajes y conceptos del campo de la computación. Estos saberes aportan a la definición de la alfabetización computacional como un espacio activo de creación y participación, que supera la mirada instrumentalista.

En relación con ello, y siguiendo a diferentes autores (DiSessa, 2000; Jacob & Warschauer, 2018, Wing, 2006), es posible diferenciar a la alfabetización digital, entendida como un modo de aprender ideas científicas a través del uso de artefactos computacionales y manipular representaciones digitales donde el énfasis está puesto en la representación de la información, de la AC, que incluye además aquellos saberes necesarios para procesar dicha información.

La noción de brecha digital (en inglés, *digital divide*) se ha comenzado a discutir desde fines de los años noventa. Sin embargo, trabajos como los de Cuban (2001) comenzaron a mostrar que la provisión de dispositivos no alcanzaba para solucionar las brechas digitales, sino que era necesario también generar condiciones para la construcción de aprendizajes de CC. En relación con esto, dos referentes terminan de precisar la idea de brecha digital para el ámbito escolar. Por un lado, DiSessa (2000) va a referirse a brecha de alfabetización digital y Jeannette Wing (2006) a pensamiento computacional (PC). En ambos casos, estas definiciones dan cuenta de la brecha de saberes conceptuales que permiten comprender, participar, crear y transformar en un mundo digital. Por ello, Jacob y Warschauer (2018) integran estos dos conceptos para hablar de pensamiento y alfabetización digital. Estos autores argumentan que la programación utiliza a las computadoras como “medio meta” o base material para expresar ideas, y en ese sentido repone la idea de alfabetización en tanto proceso de apropiación de un lenguaje y sus reglas para expresar una idea a partir de sus símbolos y signos. Según los antecedentes antes mencionados, las principales demandas cognitivas que requiere la AC son: la abstracción (que requiere identificar las variables o elementos esenciales de un problema para convertirlos en datos que la computadora pueda manipular), la automatización (que implica el desarrollo de instrucciones de manera que una máquina los pueda ejecutar), y el análisis (para determinar

si las abstracciones y automatizaciones son correctas y pertinentes para las situaciones que aborda). En ese sentido el análisis requiere de la interacción del pensamiento humano con el poder de cómputo.

En 2006, Wing difunde el concepto de Pensamiento Computacional, que distingue operaciones del pensamiento utilizadas con frecuencia por quienes trabajan en el campo de la computación, como son: descomposición de problemas, búsqueda de patrones, construcción de algoritmos, paralelismo, capas de abstracción, entre otras. La investigadora afirma que su enseñanza excede la programación, beneficiando a diversos campos de la ciencia, y en consecuencia hace un llamamiento a enseñarlo masivamente. Sin embargo, la fuerza del concepto presenta el talón de Aquiles de su abstracción, tornando compleja la evaluación de su enseñanza y su aprendizaje. Por ello, va cediendo su protagonismo en favor de la noción de Ciencias de la Computación. Este cambio de referencia, implica una materialización concreta de contenidos, temas, áreas, prácticas, propuestas para su integración en la escuela.

Así, limitar los saberes de alfabetización computacional a pensamiento computacional implica que se dejen de lado saberes, reflexiones y conceptos relevantes y propios de las CC. Por eso, Yadav y sus colegas (2015) proponen hablar de *prácticas computacionales* en vez de pensamiento computacional, para dar cuenta no solamente de procesos individuales, sino de reflexiones, modos de pensar y resolver problemas en un campo de conocimiento particular. Brennan y Resnick (2012) comparten esta misma distinción haciendo foco en prácticas como ser incremental e iterativo, probar y arreglar, reusar y remezclar, abstraer y modularizar.

A su vez, el enfoque de la participación computacional plantea diferencias con el PC (Burke et al., 2016). La *participación computacional* implica, además de comprender conceptos, crear aplicaciones, formar parte de comunidades de software, remixar, recombinar, remezclar código y usar múltiples interfaces e instrumentos para abordar un problema computacional. Autores como Ko (2020) advierten sobre los límites de los sistemas de cómputo para eludir problemas culturales como la discriminación por diferentes causas, y dan cuenta de cómo los sesgos que producen los algoritmos en base al material con el que son entrenados, colaboran en profundizar y amplificar injusticias sociales en tiempo y espacio. En esta línea se cuestiona la neutralidad de la tecnología y se visibiliza que la misma, como cualquier producción cultural, es portadora de los sesgos en el contexto sociocultural en donde se produce. Esta situación tiene impacto en la profundización y amplificación de desigualdades sociales.

Por otro lado, existen antecedentes centrados en diferentes áreas de las CC. Por ejemplo, Lockridge et al. (2017) hacen referencia a la *alfabetización en software*, que implica trabajar en texto plano con lenguajes como HTML y CSS, brindando la oportunidad de comprender mejor las tecnologías y protocolos que impulsan los textos digitales contemporáneos. Dichev y Dicheva (2017), por su parte, trabajan sobre la noción de *alfabetización en ciencias de datos*, la cual incluye alfabetización computacional + alfabetización estadística + alfabetización en aprendizaje automático + alfabetización en visualización + alfabetización ética. Asimismo, se observa la presencia de la *alfabetización en inteligencia artificial* (IA).

Aportes teóricos como el de Steinbauer et al. (2021) expresan que la alfabetización en IA implica las habilidades esenciales que las personas necesitan para vivir, aprender y trabajar en

el mundo digital a través de tecnologías impulsadas por IA. En paralelo, se observa también la necesidad de que la alfabetización en IA comprenda tanto la alfabetización en datos (entender de qué manera la IA recolecta, depura, manipula y analiza los datos), como la alfabetización en algoritmos (Miao & Holmes, 2021). En relación con lo expuesto, Ng et al. (2021) señalan cierta preocupación en torno a que la mayoría de los estudios sobre este tema no evidencia un desarrollo de prácticas educativas que comprometan niveles de procesos cognitivos superiores, tales como la abstracción, descomposición, creación de aplicaciones de IA; limitándose tan solo al conocimiento de conceptos básicos. Por consiguiente, se observa que la alfabetización en IA debe incluir tanto la dimensión tecnológica (su funcionamiento, técnicas y tecnologías), como también el desarrollo de los conocimientos, habilidades y valores centrados en el desarrollo, implementación y uso de tecnologías de IA (Holmes et al., 2022).

Turner (2018) menciona tres ramas diferentes para las CC: 1) Artefactos computacionales, que hace referencia a dispositivos como las computadoras, sin las cuales sería impensada cualquier aplicación de la informática en el mundo físico; 2) Informática teórica, que se refiere a nociones abstractas como algoritmos y estructuras computacionales, teoría del lenguaje formal, teoría de tipos, sistemas de inferencia de tipos, teorías semánticas de lenguajes de programación, entre otras y 3) Programación, la cual se enfoca en el diseño de métodos que permitan que una computadora resuelva los problemas. A lo largo del proceso de conformación de este campo del conocimiento, se han desarrollado debates sobre la importancia de cada una de estas ramas. Las iniciativas en el ámbito escolar, suelen no incluir a la informática teórica, lo cual puede comprenderse por tratarse de propuestas de formación general. Sin embargo, la ausencia de un eje vinculado con la construcción de soluciones computacionales que se inserten en las comunidades, resulta un vacío importante en la educación en el área.

En este sentido, es clara la necesidad de fomentar espacios para abordar desde una mirada crítica los sistemas de información, y habilitar saberes que permitan una participación computacional que no reproduzca capitales digitales de origen, sino que se presenten como contenidos formales a estudiar dentro de los sistemas escolares.

Metodología

Para analizar cómo diferentes estudios definen la *alfabetización computacional* en el contexto de la educación obligatoria, se realizó una revisión sistemática de la bibliografía existente en varias etapas utilizando la base de datos Scopus. Para ello, se tomó la secuencia sugerida por Gough (2007), que ofrece una serie de pasos para analizar la relevancia y calidad de las evidencias en producciones de revisión sistemática: (1) Establecer protocolos y preguntas de revisión, (2) Definir los estudios que se incluirán o excluirán, (3) Articular la estrategia de búsqueda y elegir las fuentes de información, (4) Seleccionar los estudios en función de la inclusión/exclusión, criterios y agregar más estudios relevantes partiendo de las referencias, (5) Mapear resultados de la estrategia de búsqueda, (6) Extraer datos descriptivos relevantes de los estudios incluidos, (7) Evaluar la calidad metodológica de los estudios incluidos, (8) Sintetizar, ya sea agregando o interpretando las contribuciones de los estudios incluidos, y (9) Comunicar y discutir la síntesis.

En una primera etapa se buscaron artículos científicos con las palabras claves “brecha digital” y “escuela” o “educación”. Luego de una lectura inicial, se requirió precisar la búsqueda, sumando los términos, tanto en español como en inglés, de “alfabetización o pensamiento o participación computacional”, “escuela” y “school”. Se seleccionaron solo artículos científicos. Esta búsqueda arrojó 58 artículos que fueron analizados por el equipo a través de la lectura del resumen y del texto completo en los casos que fuera necesario, permitiendo revelar en profundidad los conceptos que se abordaban y el contexto en el que se presentaban. De esta muestra inicial se excluyeron 45 artículos por dos razones: la primera, por no contener conceptualizaciones o resultados vinculados a las temáticas de estudio (no hablaban de ningún aspecto de la AC), refiriéndose, por ejemplo, al uso de tecnologías digitales; la segunda, porque no abordaban el objeto de estudio en el ámbito de la educación obligatoria, sino que se contextualizaban en el marco de la educación superior, sobre todo en carreras ligadas a las CC. Para el análisis preliminar y la fase de selección, se empleó la herramienta RAYYAN (Ouzzani, et al., 2016).

Una vez obtenida la muestra final (n=13), se analizó cada artículo nuevamente, identificando la manera en que definían los conceptos de alfabetización computacional en el contexto escolar. Ese análisis de contenido permitió identificar diferentes temáticas emergentes que se abordarán a continuación en los resultados.

Resultados

A partir de un análisis de la muestra detallada en la sección anterior, fue posible identificar tres temáticas emergentes que permiten mapear las conceptualizaciones y las maneras en que la AC se hace presente en la educación obligatoria. Estas categorías no son excluyentes entre sí y su distinción obedece al propósito de puntualizar en los aportes de los trabajos a la temática, considerando el foco principal de cada artículo. Un primer emergente refiere a la *alfabetización computacional con un énfasis en el pensamiento computacional y la programación*, un segundo emergente, la aborda *desde la inteligencia artificial*, y por último se la plantea como *aporte desde la participación computacional y la construcción de una ciudadanía digital*.

La alfabetización computacional: énfasis en el pensamiento computacional y la programación

Se identificaron diferentes trabajos que refieren a la AC abordada desde el PC. En la mayoría de los artículos se la vincula con la enseñanza de la programación, empleando diferentes plataformas, donde Scratch figura como la más utilizada, aunque se han relevado algunas herramientas menos exploradas con importante potencial.

Basogain et al. (2018) emplean Scratch y Alice en cursos para estudiantes de primaria y secundaria que dependen de una universidad local, con el objetivo de que los y las estudiantes se acerquen a conceptos de PC. El objetivo es que adquieran la capacidad de leer código, interpretar conocimientos representados en forma de código de programación y evaluar su complejidad y calidad. En una línea similar, pero solo con estudiantes de primaria, Vourletsis y Politis (2022) exploran el desarrollo del PC empleando Scratch a través del remixado de

historias y juegos. Esta propuesta, además de resolver problemas a través de soluciones que permitan su representación mediada por la computadora, busca establecer una visión del PC menos individualista y más social, modificando y compartiendo versiones de proyectos que otros miembros de la comunidad han realizado.

Por su parte, Hsu et al. (2018) realizaron un metanálisis de estudios sobre la última década en torno a la enseñanza del PC, y señalan diferentes entornos de programación, donde se destaca Scratch por una amplia mayoría, seguido en menores frecuencias por Alice, ASL, Lego y otros casos aislados. En este estudio aparece la noción de alfabetización computacional crítica como una categoría dentro de las 16 estrategias de aprendizaje en actividades para aprender PC. Allí la AC aparece para comprender mejor la dinámica social, técnica y cultural de programación.

Sáez-López et al. (2016) y Ottenbreit-Leftwich et al. (2021) presentan intervenciones realizadas en educación primaria utilizando Scratch. Estos estudios se enmarcan en las CC y retoman los conceptos de prácticas y conceptos computacionales ligados a la programación, planteados por Brennan y Resnick (2012). Asimismo, Sáez-López et al. (2016) también se refieren a las competencias computacionales que mejoran las habilidades de pensamiento de orden superior del estudiantado y el desarrollo de habilidades algorítmicas de resolución de problemas.

Por su parte, Mannila et al. (2023) analizan una experiencia en donde se trabajan las competencias digitales (entre las cuales se incluye la programación) de manera transversal, de acuerdo a la nueva reforma curricular del sistema finlandés. En este caso, se menciona a Scratch y a kits de programación física como, Makey Makey y Micro:bit, apuntando a reconocer habilidades a través del trabajo en el aula por proyectos, recuperando las experiencias tanto de estudiantes como de docentes.

Asimismo, Papavlasopoulou, et al. (2019) también proponen introducir la AC desde objetos programables e interactivos que muestran la importancia de involucrar a los sujetos desde una edad temprana en el aprendizaje de la codificación. En este trabajo se enseña programación en un taller extraescolar, a través de experiencias de codificación para infantes y jóvenes de 8 a 17 años de manera colaborativa basada en el construccionismo. Para ello se emplea Scratch for Arduino (S4A) con bloques adicionales para controlar los robots, con la intención de acercarlos a categorías computacionales como las de movimiento y uso de sensores, apariencia, operadores y variables. En una línea similar, Terroba et al. (2021) reseñan una intervención en educación inicial también con kits físicos, empleando en este caso un robot de piso (*ground robot*) para trabajar el desarrollo del PC, reforzando la asimilación de un incipiente lenguaje computacional relacionado con la capacidad de orientación espacial y capacidad de secuenciación de los infantes.

Considerando las experiencias presentadas y los antecedentes, se observa que los entornos visuales basados en bloques han tenido un amplio desarrollo en propuestas de enseñanza de la programación. En este marco, Weintrop y Wilensky (2019) presentan un estudio con jóvenes de escuela secundaria donde, a partir de cuasi-experimentos, evalúan la transición al lenguaje de programación Java desde un entorno de programación basado en bloques y otro basado en texto. Como conclusión del estudio realizado, se mostró que los avances conceptuales obtenidos

en las herramientas introductorias basadas en bloques no se transfieren automáticamente a un lenguaje basado en texto, y destacan la necesidad de que los educadores ayuden a facilitar esta transición. En este sentido, remarcan la relevancia de preparar a los y las jóvenes para que sean participantes informados en este panorama tecnológico, identificando las fortalezas y desventajas de las herramientas de programación introductorias con el objetivo de comprender cuál es la mejor manera de prepararlos para el futuro computacional que les espera.

Siguiendo con el análisis, De Paula et al. (2018) estudian una propuesta que une el PC y las artes a través de la creación de juegos. Las producciones fueron desarrolladas por estudiantes de entre 13 y 14 años de una escuela del centro de Londres (Reino Unido) a partir de sus propias lecturas del poema anglosajón Beowulf durante un club extraescolar. Para la creación de videojuegos utilizaron el software MissionMaker, que permite a los usuarios crear y codificar sus propios juegos 3D de una manera sencilla, utilizando elementos prediseñados, como salas, accesorios, personajes y armas, y una programación simplificada. Los autores plantean que MissionMaker, permite comenzar desde un piso bajo y ser un medio para fomentar la construcción de conocimientos en el área STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) y otras áreas de manera transversal, como las humanidades, tendiendo puentes entre estas áreas dentro y fuera de la escolarización tradicional. Estos autores ponen el foco en el PC como 'habilidad formativa' para el mundo contemporáneo y retoman aportes del pensamiento procedimental, la alfabetización procedimental y la alfabetización computacional como contribuyentes a las habilidades computacionales en las escuelas para comprender y resolver problemas, no solo en la computadora, sino también problemas generales. Por otro lado, y dentro de las experiencias que destacan herramientas menos popularizadas, Kelly et al. (2018) muestran el diseño de un nuevo entorno de programación, llamado BlockyTalky, desarrollado en la Universidad de Tufts que permite a los y las adolescentes diseñar, crear y programar tecnologías en red interactivas y tangibles. BlockyTalky es un conjunto de herramientas en red, programable, de código abierto, extensible y de bajo costo que busca respaldar una participación auténtica de los y las jóvenes en la informática.

De esta manera, en los trabajos revisitados aparece como acción protagónica en la actividad de escribir código, donde la programación se reporta como acceso a una primera AC y se afianzan aspectos conceptuales de las CC. Se presenta al PC como una clave importante para cumplir el objetivo de preparar a las generaciones más jóvenes para que interactúen de manera significativa con la tecnología digital y desarrollen habilidades para la resolución de problemas.

La alfabetización computacional desde la Inteligencia Artificial

En esta categoría también se encuentran propuestas en las que subyace la programación, sin embargo, el foco se ubica en otras áreas de las CC, como la inteligencia artificial (IA) y *machine learning* como rama de esta última.

Su y Zhong (2022) plantean la necesidad de un currículo sobre IA en la educación de nivel inicial. Con ese propósito, en el artículo se reseñan herramientas auxiliares que permiten acercar a los estudiantes e instructores a las ideas fundamentales de la IA. Dentro de esas herramientas se identifican complementos para los entornos de programación con bloques

Scratch y Snap. Para Scratch se menciona a Cognimates o eCraft2Learn que brindan a los usuarios acceso a API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) para producción de voz, reconocimiento de voz, clasificación de texto, identificación de objetos y control de robots. Por otro lado, para Snap se señala eCraft2Learn con opciones similares y el uso de robots con aplicaciones especiales y otros recursos online. En línea con lo referido en el apartado anterior, los entornos de programación con bloques (*block based programming*) han sido estudiados por diferentes autores y aparecen en el texto como herramientas ponderadas en los currículos de las CC que han sido presentados. Además, el trabajo de Su y Zhong propone una actividad con Micro:bit como proyecto grupal donde se trabajan conceptos de IA de manera integrada. De esta manera, la educación en IA va más allá del PC, e intentan avanzar en enseñar saberes que permitan explorar cómo las computadoras detectan (*sense*), piensan, actúan, aprenden, toman decisiones, crean, perciben y dan sentido a las cosas.

Por otro lado, Irgens et al. (2022) describen el diseño y la implementación de un programa sobre *machine learning* para jóvenes de manera extraescolar. En este caso, dentro de las actividades que proponen, muchas coinciden con las planteadas por Su y Zhong, referidas al uso de Scratch y Micro:bit, donde se emplean para la programación de un robot, creando una narrativa que retoma reflexiones previas sobre prejuicios que aparecen, por ejemplo, en los programas de reconocimiento facial. Esto permite articular con la sección siguiente, ya que el aprendizaje de conocimientos de las CC permite una participación social activa y crítica sobre la circulación de la información y los sesgos que presentan los algoritmos.

Alfabetización computacional: aportes desde la participación computacional y la construcción de una ciudadanía digital

Entre los artículos analizados encontramos al concepto de AC haciendo foco en la ciudadanía desde propuestas que buscan ofrecer saberes de las CC con fines de formar ciudadanos capaces de reconocer qué y cómo operan las computadoras.

Para Weintrop y Wilensky (2019) el foco en la AC es la preparación de personas para ser ciudadanos informados en un mundo tecnológico, con conocimientos de lenguajes y de la lógica que existe en el armado de los programas, identificando las fortalezas y desventajas de las herramientas de programación. Por su parte, Irgens et al. (2022) trabajan desde la metodología del aprendizaje basado en problemas centrada en el estudiante, incorporando un problema de impacto social.

Por otro lado, encontramos artículos que retoman el concepto de participación computacional, como elemento constituyente de la AC. Vourletsis y Politis (2022) se posicionan desde una perspectiva social y creativa y proponen el cambio desde el PC a la participación computacional tal como lo proponen los aportes teóricos de Burke et al. (2016). El equipo de Ottenbreit-Leftwich et al. (2021) también complejiza la noción de alfabetización vinculada a la participación social al identificar cuatro razones y posiciones distintas para la educación en CC: (1) mercado laboral, (2) pensamiento computacional, (3) alfabetización computacional y (4) la equidad de la participación. En términos de equidad en la participación, retoman a los autores Blikstein et al. (2019), quienes describen la equidad en la educación en informática

como un conocimiento crucial para ejercer una participación cívica y una toma de decisiones informada.

Por último, Kelly et al. (2018) parten de la programación en bloque y hacen foco en una capacitación en donde se incluya construir y compartir trabajos. Su propuesta también introduce aspectos sociales partiendo de la elección de la herramienta, al considerar que el lenguaje de programación gráfico que utilizan (BlocklyTalky) empodera a los adolescentes para diseñar, crear y programar tecnologías en red interactivas y tangibles, mostrando cómo las herramientas de programación distribuida pueden ofrecer a los jóvenes agencia para trabajar dentro de una variedad de estructuras de colaboración.

Conclusiones

En este trabajo se pusieron de relieve estudios que definieron y recolectaron datos que pudieran dar cuenta de la alfabetización computacional en sus diferentes dimensiones y perspectivas, en el marco de la educación obligatoria.

Este análisis permitió identificar tres focos temáticos que parecen ser claves al pensar en la introducción de la AC en el contexto escolar. Primeramente, el predominio de artículos teóricos y de experiencias que ponen de manifiesto la relevancia del PC, en el marco de la enseñanza de las CC, ligado al área computacional de la programación informática. En concordancia con la mayoría de los estudios en este tema, se observa que el acceso a conceptos computacionales se presenta a través de nociones de programación como puerta de entrada al mundo computacional. Sin dudas, las plataformas de programación con bloques, donde se observó un amplio predominio de Scratch, han ganado terreno en este marco, resaltando la importancia de la mediación docente a la hora de avanzar hacia instancias de programación más complejas, como los lenguajes basados en texto.

Sin embargo, al mismo tiempo que se procura trabajar con plataformas de bloques para facilitar la iniciación a la programación, se observa la presencia de la IA, un área computacional que reviste procesos cognitivos complejos para comprender su alcance, potencial y funcionamiento. Esto puede deberse a su novedad a nivel mundial, ya que se destaca en artículos de los últimos tres años y se plantea incluso en el nivel inicial de escolaridad, planteando posibles desarrollos curriculares y dispositivos que pueden usarse para su introducción y comprensión.

Finalmente, un aspecto que también se ha podido identificar en los artículos analizados es la relevancia de la participación computacional como un eje destacado para el desarrollo de una AC y participación ciudadana. La misma se vincula también a prácticas computacionales como el trabajo colaborativo entre pares, el abordaje de problemáticas reales de impacto social, la reutilización de material escrito por otros y una fuerte presencia de instancias creativas.

Tal como se pudo observar en los resultados emergentes, la programación y la IA aparecen como representantes de las CC con el riesgo de reducir la mirada disciplinar a esas áreas hegemónicas. Incluso otras áreas de las CC, como aquellas vinculadas a redes o hardware, quedan muchas veces en un plano opaco de la enseñanza. Propuestas ligadas al trabajo con

hardware y software libre pueden contribuir a delimitar alcances más heterogéneos de la CC, incluso promover una mirada crítica de los sistemas de información. Esto plantea desafíos a la hora de pensar diseños y puesta en marcha de dispositivos que permitan implementar de distintas maneras la AC en la educación obligatoria.

Resulta notable la inexistencia de trabajos de investigación situados o que aborden la AC en la región latinoamericana. Esto configura una importante vacancia, al tiempo que una necesidad que debe atenderse con miras a la elaboración de políticas públicas para promover la AC en pos de reducir y/o eliminar brechas computacionales en nuestras sociedades.

Considerando lo expuesto, el presente trabajo se presenta como un insumo para que diferentes organizaciones puedan discutir, definir y analizar los procesos de AC en las escuelas.

Declaraciones finales

Contribución de los autores. Natalia Gabriela Monjelat: conceptualización, investigación, revisión del borrador, análisis, escritura del informe final. María Emilia Echeveste: conceptualización, investigación, revisión del borrador, análisis, escritura del informe final. M. Cecilia Martínez: conceptualización, investigación, escritura del borrador. Martín Ignacio Torres: conceptualización, investigación, escritura del borrador. Valeria Carolina González Angeletti: conceptualización, investigación, escritura del borrador.

Financiación. Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto “Observatorio de brechas y saberes digitales y computacionales” aprobado y financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba y la Fundación Sadosky. RESOL-2022-243-E de la UNC.

Conflictos de interés. Manifestamos que ninguna de las autoras tiene un tipo potencial de conflicto de interés con repercusiones en la investigación o en los contenidos que componen el manuscrito.

Implicaciones éticas. El tipo de trabajo no requirió aprobación de las comisiones de ética en la investigación de la Universidad.

Referencias

- Basogain, X., Olabe, M. Á., Olabe, J. C. & Rico, M. J. (2018). Computational thinking in pre-university blended learning classrooms. *Computers in Human Behaviour*, 80, 412-419. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.04.058>
- Blikstein P., Moghadam S. H., Fincher S. A. & Robins, A. (2019). Computing education: Literature review and voices from the field. In S. A. Fincher, A. Robins (Eds.), *The Cambridge handbook of computing education research* (pp. 56-78). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108654555.004>
- Brennan, K. & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*. Vancouver: American Educational Research Association.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and practice* (No. JRC104188). Joint Research Centre (Seville site). <https://dx.doi.org/10.2791/792158>
- Burke, Q., O'Byrne, W. I. & Kafai, Y. B. (2016). Computational participation: Understanding coding as an extension of literacy instruction. *Journal of adolescent & adult literacy*, 59(4), 371-375. <https://doi.org/10.1002/jaal.496>
- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused: Computers in the classroom*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/9780674030107>
- De Paula, B. H., Burn, A., Noss, R. & Valente, J. A. (2018). Playing Beowulf: Bridging computational thinking, arts and literature through game making. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 16, 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.11.003>
- Dichev, C. & Dicheva, D. (2017). Towards data science literacy. *Procedia Computer Science*, 108, 2151-2160. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.240>
- DiSessa, A. (2000). *Changing minds: Computers, learning, and literacy*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262541329/>
- Echeveste, M. E. & Martínez, M. C. (2022). El rol de los capitales digitales en Escuelas Técnicas de Programación y las luchas por reducir las brechas digitales. *Revista de Sociología de la Educación-RASE*, 15(2), 244-264. <http://dx.doi.org/10.7203/RASE.15.2.23943>
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T. & Duckworth, D. (2020). *Preparing for life in a digital world: IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 International Report* (p. 297). Springer Nature.
- Gough, D. (2007). Weight of Evidence: A framework for the appraisal of the quality and relevance of evidence. *Research Papers in Education*, 22(2), 213-228. <https://doi.org/10.1080/02671520701296189>
- Hsu, T. C., Chang, S. C. & Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296-310. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004>
- Holmes, W., Bialik, M. & Fadel, C. (2022). *Artificial intelligence and education: A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law*. Council of Europe Publishing.

- Irgens, G. A., Vega, H., Adisa, I. & Bailey, C. (2022). Characterizing children's conceptual knowledge and computational practices in a critical machine learning educational program. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 34, 100541. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2022.100541>
- Jacob, S. R. & Warschauer, M. (2018). Computational thinking and literacy. *Journal of Computer Science Integration*, 1(1). <https://doi.org/10.26716/jcsi.2018.01.1.1>
- Kelly, A., Finch, L., Bolles, M. & Shapiro, R. B. (2018). BlockyTalky: New programmable tools to enable students' learning networks. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 18, 8-18. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.03.004>
- Ko, A. J., Oleson, A., Ryan, N., Register, Y., Xie, B., Tari, M., Davidson, M., Druga, S. & Loksa, D. (2020). It is time for more critical CS education. *Communications of the ACM*, 63(11), 31-33. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3424000>
- Lockridge, T., Paz, E. & Johnson, C. (2017). The Kairos Preservation Project. *Computers and Composition*, 46, 72-86. <https://doi.org/10.1016/j.compcom.2017.09.002>
- Miao, F., & Holmes, W. (2021). International Forum on AI and the Futures of Education, developing competencies for the AI Era, 7-8 December 2020: synthesis report. UNESCO.
- Mannila, L., Leinonen, T., Bauters, M. & Veermans, M. (2023). Student and teacher co-agency when combining CT with arts and design in a cross-curricular project. *Computers and Education Open*, 4, 100132. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2023.100132>
- Monjelat, N., Peralta, N. & San Martín, P. (2021). Saberes y prácticas con TIC: ¿instrumentalismo o complejidad? Un estudio con maestros de primaria argentinos. *Perfiles Educativos*, 43(171), 84-101. <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2021.171.59225>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W. & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Ottenbreit-Leftwich, A. T., Kwon, K., Brush, T. A., Karlin, M., Jeon, M., Jantaraweragul, K., Guo, M., Nadir, H., Gok, F. & Bhattacharya, P. (2021). The impact of an issue-centered problem-based learning curriculum on 6th grade girls' understanding of and interest in computer science. *Computers and Education Open*, 2, 100057. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100057>
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z. & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan — a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5. 10.1186/s13643-016-0384-4
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N. & Jaccheri, L. (2019). Exploring children's learning experience in constructionism-based coding activities through design-based research. *Computers in Human Behaviour*, 99, 415-427. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.01.008>
- Sáez-López, J. M., Román-González, M. & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two-year case study using "Scratch" in five schools. *Computers & Education*, 97, 129-141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>
- Scasso, M., Cura, D., Marino, V. & Kaplan, L. (2019). *Especializaciones en didáctica de las Ciencias de la Computación. Evaluación de procesos y resultados. Informe Final*. Program.AR y Fundación Quántitas. <https://fundacionsadosky.org.ar/wp-content/uploads/2023/03/Informe-final-Evaluacion-especializaciones.pdf>

- Steinbauer, G., Kandhofer, M., Chklovski, T., Heintz, F. & Koenig, S. (2021). A differentiated discussion about AI education K-12. *KI-Künstliche Intelligenz*, 35(2), 131-137. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13218-021-00724-8>
- Su, J. & Zhong, Y. (2022). Artificial Intelligence (AI) in early childhood education: Curriculum design and future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100072. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.10002>
- Simari, G. R. (2013). *Los fundamentos computacionales como parte de las ciencias básicas en las terminales de la disciplina Informática*. En VIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27579>
- Terigi, F. (2020). Escolarización y pandemia: alteraciones, continuidades, desigualdades. *REVCOM*, 11. <https://doi.org/10.24215/24517836e039>
- Terroba, M., Ribera, J. M., Lapresa, D. & Anguera, M. T. (2021). Propuesta de intervención mediante un robot de suelo con mandos de direccionalidad programada: análisis observacional del desarrollo del pensamiento computacional en educación infantil. *Revista de psicodidáctica*, 26(2), 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2021.03.001>
- Torres, M., Sandrone, D. & Lawler, D. (2022). Índice EME: uma ferramenta para a avaliação do design de hardware e software na educação infantil. *Revista Intersaberes*, 17(42), 820-839. <https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/2371>
- Turner, R. (2018). *Computational Artifacts. Towards a Philosophy of Computer Science*. Springer. University of Essex. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-55565-1>
- Vourletsis, I. y Politis, P. (2022). Exploring the effect of remixing stories and games on the development of students' computational thinking. *Computers & Education Open*, 3, 100069. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100069>
- Weintrop, D. & Wilensky, U. (2019). Transitioning from introductory block-based and text-based environments to professional programming languages in high school computer science classrooms. *Computers & Education*, 142, 103646. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103646>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yadav, A., Burkhart, D., Moix, D., Snow, E., Bandaru, P. & Clayborn, L. (2015). *Sowing the seeds: A landscape study on assessment in secondary computer science education*. Computer Science Teachers Association, NY.