

Reflexiones desde las Prácticas Educativas para una Ciencias de la Computación con perspectiva crítica

M. Emilia Echeveste^{1,2}, Araceli Acosta^{2,1}, Cristián Rojo^{1,3}, Carolina Wayar⁴,
Valentín Basel^{1,2}, Natalia Zalazar³.

¹ Universidad Nacional de Córdoba

² CONICET

³ ISEP Instituto Superior de Estudios Pedagógicos, Córdoba

⁴ Instituto Privado Mixto San Agustín

Resumen. Como equipo de investigación nos nuclea la idea de conocer y abordar prácticas educativas en el campo de las Ciencias de la Computación (CC) en la ciudad de Córdoba. Teóricamente nos posicionamos desde una perspectiva de alfabetización digital crítica aspirando a una democratización de saberes tecnológicos que permitan, no solo el uso de los artefactos digitales que nos rodean y que año a año toman un mayor protagonismo en nuestra cotidianidad, sino la posibilidad de conocer y razonar sobre aquellos saberes propios de las CC que nos permitan entender cómo funcionan las computadoras y los límites y alcances de la misma.

Selwyn et al (2020), nos alertan sobre los complejos aspectos socioculturales de la tecnología y la fuerte ideología neoliberal que impulsa gran parte de lo que se desarrolla para la educación. En este artículo, mencionamos diferentes experiencias educativas que generan en sus propuestas un análisis crítico de las CC, una perspectiva inclusiva de los contenidos o una dinámica novedosa que promueve un ejercicio pleno de la ciudadanía. Estas experiencias se realizaron en espacios formales como materias curriculares en educación primaria, secundaria, formación superior y formación continua; como así también en contextos no formales como talleres en bibliotecas populares; o, el acompañamiento con secuencias didácticas que se implementan en las escuelas.

A lo largo de este recorrido podemos evidenciar que la práctica real de la enseñanza de las CC no es lineal. Esperamos que el continuo análisis y reflexión sobre estas experiencias sean un aporte a la construcción y consolidación de la didáctica de la computación en entornos y niveles educativos diversos.

Palabras claves: prácticas educativas, alfabetización digital crítica, enseñanza de las Ciencias de la Computación

Reflections from Educational Practices for Computer Science with a Critical Perspective

Abstract. As a research team, we are united by the idea of understanding and addressing educational practices in the field of Computer Science (CS) in the

city of Córdoba. Theoretically, we place ourselves from a critical digital literacy perspective. We aspire to democratize technological knowledge that allows not only the use of the digital artifacts that surround us, and that year after year take on greater importance in our daily lives, but also the possibility of understanding and reasoning about CS knowledge that allows us to understand how computers work and their limits and scope.

Selwyn et al. (2020) alert us to the complex sociocultural aspects of technology and the strong neoliberal ideology that drives much of what is developed for education. In this article, we cite various educational experiences that generate in their proposals a critical analysis of CS, an inclusive perspective on content, and a novel dynamic that promotes the full exercise of citizenship. These experiences were carried out in formal settings, such as curricular subjects in primary and secondary education, higher education, and continuous education; as well as in informal contexts, such as workshops in public libraries; or through support with teaching sequences implemented in schools.

Throughout this article, we can see that the actual practice of teaching CS is not linear. We hope that the ongoing analysis and reflection on these experiences will contribute to the construction and consolidation of computer science teaching in diverse settings and educational levels.

Keywords: educational practices, critical digital literacy, computer science education

1 Introducción

Nos enmarcamos teóricamente en una perspectiva de alfabetización digital crítica con el objetivo de democratizar el acceso a los saberes tecnológicos. Esto implica no solo promover el uso consciente de los dispositivos digitales que cada vez ocupan un lugar más central en nuestra vida cotidiana, sino también habilitar la posibilidad de comprender y reflexionar sobre los conocimientos propios del campo de las Ciencias de la Computación (CC). Nos interesa compartir prácticas educativas vinculadas a las CC en la ciudad de Córdoba y aspiramos a que este enfoque contribuya a entender cómo funcionan las computadoras, así como sus alcances y limitaciones.

Al respecto, Pangrazio (2016), Pötzsch (2019) y Selwyn (2007) designan como alfabetización digital a todas aquellas prácticas o estudios que incluyen una disposición crítica desde y hacia los textos, entendiendo por texto digital a todo aquello que pueda ser mediado a través de tecnología digital (TD), como imágenes, audios o bases de datos, o aquello que es en sí mediador como algoritmos, código o protocolos (Samaniego, 2024). Por otro lado, Selwyn et al (2020) y López Ledesma (2021), nos alertan sobre los complejos aspectos socioculturales de la tecnología y la fuerte ideología neoliberal que impulsa gran parte de lo que se desarrolla para la educación. Según Pangrazio, (2016), agregar la palabra "crítico" antes del término "alfabetización digital" requiere destacar las implicaciones éticas y las dinámicas de poder, al tiempo que se conecta con diversas tradiciones en los campos de la alfabetización, la educación mediática y la alfabetización en información.

En este trabajo describimos diferentes experiencias educativas de integrantes de nuestro equipo UNC++¹ que generan en sus propuestas un análisis crítico de las CC, una perspectiva inclusiva de los contenidos o una dinámica novedosa que promueve un ejercicio pleno de la ciudadanía. Estas experiencias se realizaron en espacios formales como materias curriculares en educación primaria, secundaria, formación superior y formación continua; como así también en contextos no formales como talleres en bibliotecas populares, o el acompañamiento con secuencias didácticas que se implementan en las escuelas.

Los ejes que tenemos en cuenta son la equidad y el acceso a la información y la tecnología. Tomamos un componente de la definición de Area y Pessoa (2012), sobre alfabetización crítica como categoría transversal en nuestras experiencias argumentando que la alfabetización digital es, en esencia, una forma de educación cívica, resaltando las obligaciones sociales y morales que forman parte de las competencias de una persona en el ámbito digital. Como equipo buscamos promover una comprensión de los contenidos que se aleja del mero uso instrumental de las herramientas digitales; generar reflexiones sobre el impacto social, económico y político de los temas a abordar; y la participación estudiantil en la construcción colectiva de los conocimientos.

A continuación se presentan en el punto 2 los materiales para la actualización curricular que, como mencionamos, se implementaron en la provincia de Córdoba y representan un esfuerzo fundamental para integrar la enseñanza de las CC desde una perspectiva de alfabetización digital crítica, proveyendo secuencias didácticas con licencias libres y guías conceptuales para acompañar a docentes que, en su mayoría, no han sido formados en CC, y superando un paradigma meramente utilitarista para centrarse en los conocimientos fundamentales de la informática y su rol social. Esta base curricular se ve enriquecida por la experiencia en espacios formales de nivel secundario, que presentamos en el punto 3, donde la implementación de robótica con hardware libre ilustra cómo los estudiantes pueden programar y, a su vez, reflexionar críticamente sobre cómo los objetos automatizados responden a una programación específica, promoviendo un uso responsable de las tecnologías y una apropiación activa del conocimiento al permitirles entender el funcionamiento interno de las herramientas digitales. En el punto 4, presentamos una experiencia de formación docente para pensar los sesgos en la IA abordando el desafío de capacitar a los educadores para analizar los sesgos sociales y estereotipos presentes en la Inteligencia Artificial, con el objetivo de ir más allá del uso instrumental y animarse a cuestionar, transformar esos conocimientos. Finalmente, para complementar las propuestas ya mencionadas, el punto 5, describe la experiencia de enseñar programación desde la producción del propio hardware de robótica, llevada a cabo en espacios no formales como bibliotecas populares y luego en una escuela secundaria pública de Córdoba. Esta propuesta es crucial porque permite eliminar las "cajas negras" del software y hardware privativo y fomenta la producción y el mantenimiento local del hardware, lo que promueve la flexibilidad interpretativa de la tecnología, el reciclaje de componentes y una apropiación activa y significativa del conocimiento.

¹ Equipo de trabajo interdisciplinario de Enseñanza de las Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional de Córdoba, que viene realizando proyectos desde 2011.

Estas experiencias y herramientas se ponen al servicio de una educación más justa e inclusiva, completando así el ciclo de una alfabetización crítica que es esencial en nuestra sociedad informatizada.

2 Materiales para la actualización curricular

2.1 Contexto

En el año 2023, el Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba implementó una actualización curricular que incluyó la enseñanza de las Ciencias de la Computación en distintos niveles de la escolaridad obligatoria. El documento “Aportes de la Cultura Digital en la Educación Tecnológica” describe propuestas para la incorporación de “contenidos de Cultura Digital” en los siguientes espacios curriculares, según el nivel:

- Educación Inicial: “Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Tecnología”;
- Educación Primaria, Primer Ciclo, 5ta hora: “Cultura Digital”;
- Educación Primaria, Segundo Ciclo: “Educación Tecnológica”.
- Educación Secundaria, Ciclo Básico: “Educación Tecnológica”

Para la implementación de la propuesta, y que los contenidos lleguen a las aulas y puedan ser apropiados por las y los estudiantes del sistema educativo escolar cordobés, se presenta el desafío de enseñar contenidos sobre los cuales la mayoría de los y las docentes no han estudiado en sus trayectos formativos. En ese marco, desde el proyecto “Hacemos Escuela”, del Instituto Superior de Estudios Pedagógicos (ISEP) del Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, se vienen desarrollando una serie de secuencias didácticas con propuestas, que sin descuidar lo disciplinar, acompañen a docentes a la hora de enseñar.

2.2 Materiales desarrollados

Nivel inicial. Siete secuencias didácticas que buscan entender cómo funcionan, por medio de actividades prácticas, los aparatos computacionales presentes en los jardines públicos: tabletas, robots y notebooks. Además de actividades de usuario se incorporan actividades de programación, que buscan asentar las bases más rudimentarias de cómo operan estos dispositivos y los programas, inclusive en actividades desenchufadas.

Educación Primaria, Primer Ciclo. Quince secuencias y un proyecto. Abarcan tres temas principales: sistemas digitales, algoritmos y programación, además de la relación de la computación con la ciudadanía. Originalmente creadas para el espacio de clases “Quinta Hora” de las escuelas de la provincia de Córdoba. Se construyen conocimientos básicos de internet, redes sociales, datos, hardware y programación tomando como primera referencia las experiencias previas de las y los estudiantes. Dos de estas secuencias didácticas se dedican específicamente al desarrollo y reflexión de conceptos de formación ciudadana como identidad digital y datos sensibles. Bajo otro formato de clases, el proyecto incluye una mirada histórica que desarrolla la necesidad de procesamiento de información y almacenamiento.

Educación Primaria, Segundo Ciclo. Cuatro secuencias didácticas que también tratan los sistemas digitales, programación y ciudadanía, con actividades desenchufadas y enchufadas. Se trata de no sólo pasar por la experiencia junto a las computadoras y sus programas, sino que también comunicar lo que han aprendido. Enmarcadas en el espacio curricular Educación Tecnológica.

Educación Secundaria, Ciclo Básico. Diez secuencias didácticas que también se enmarcan dentro de Educación Tecnológica. Profundizan en los saberes relacionados con el hardware, el software, las redes informáticas y los datos que puede manipular una computadora, y las relaciones explícitas entre la demanda energética de la computación y el daño al ambiente.

Formación Docente continua. Podemos señalar dentro de las políticas formativas para docentes de la provincia de Córdoba: Seminario de Datificación de la Experiencia, Seminario Tecnología y Cultura: Lo nuevo y lo viejo de la IA y la clase Campo disciplinar del seminario de Ciencias de la Computación y su Enseñanza.

Estos materiales implican ir más allá del mero uso instrumental de las herramientas digitales y aspirar a una democratización de los saberes tecnológicos abarcando diferentes instancias de formación.

2.3 Democratización de la propuesta

Las secuencias didácticas, comparten una mirada desde la alfabetización digital crítica que implica un estudio disciplinar de las CC. Se toma como premisa salir de un paradigma utilitarista que busca crear usuarios y usuarias de software, apuntando a los conocimientos fundamentales de la informática y en constante diálogo con su rol en la sociedad. Tal como señalan Ko, et al (2020), las CC no ocurren en el vacío influyen y son influenciadas por dinámicas sociales, culturales, institucionales y políticas que están en permanente cambio. Se espera que estas propuestas sean un aporte a la reciente actualización curricular acercando a las y los estudiantes a los conocimientos y lenguajes que nos permiten entender y participar de una sociedad informatizada.

Es importante señalar el trabajo en tres capas de escritura que se llevó a cabo en la redacción de estas secuencias. En una capa se detallan las propuestas para llevar a cabo en el aula. En otra, se le habla específicamente a los y las docentes contándoles cuál es el sentido de la actividad tomando como referencia la actualización curricular, y, en una tercera capa se describen las nociones disciplinares a considerar en las actividades, con un abordaje conceptual para docentes.

Con el objetivo de garantizar el libre acceso a estos materiales, y lograr un mayor alcance en la política, las secuencias didácticas están a disposición de las y los docentes, y la comunidad en general, por medio del sitio web *Hacemos escuela* del ISEP² y cuentan con licencias libres Creative Commons (CCBY-NC-SA4.0). Para acompañar estos materiales, se creó una guía interactiva disponible en internet llamada *La Brújula de la Informática*³, transversal a todas las secuencias didácticas, que sirve como una guía de consulta conceptual para ayudar a enfocar

² <https://hacemosescuela.cba.gov.ar/cultura-digital/>

³ <https://view.genially.com/62b4cfd18f132001a5200b1>

disciplinariamente cada secuencia. Esto respondió tanto a la necesidad de acompañar a los y las docentes que no han sido formados/as en enseñanza de la computación, como al intento de separar conceptualmente las CC de la tradición escolar acumulada desde los años 90 que confunde el uso de TIC para la enseñanza de los contenidos curriculares con la enseñanza de las ciencias de la computación. Siguiendo a Simari (2013), “[...] es imprescindible para definir los contenidos educativos no centrarnos en aplicaciones particulares, debemos incluir los principios fundamentales de la Informática entre las ciencias básicas”.

3 Experiencia en espacio formal nivel secundario

Enseñar en las escuelas secundarias contenidos relacionados con las CC, los cuales están contemplados en la curricula oficial, es un gran desafío para los y las docentes que deben darle forma en el aula. No existe una única aula, genérica y homogénea, en nuestro panorama. Cada escuela es un mundo, y dentro de ella, cada curso es diferente. Tenemos aulas de colegios públicos y de colegios privados; y aún en cada una de estas aulas también hay diferencias notables entre los y las estudiantes.

Si miramos las aulas públicas surgen los siguientes interrogantes: ¿Cómo enseñar a programar si no hay recursos tangibles e intangibles suficientes y/o en las condiciones adecuadas? ¿Cómo sacar provecho de aquellos que fueron dados desde el Estado si el personal docente no fue capacitado previamente? ¿Existe un acceso pleno por parte del alumnado, y de los mismos docentes, a los recursos que puede proveer la institución?

En el caso de las escuelas privadas, la mirada del equipo directivo sobre qué oferta darle a su comunidad determina la cantidad y calidad de los recursos que pone a disposición del docente y los estudiantes.

3.1 Contexto

Describiremos la experiencia desde una docente, integrante del equipo como docente en una institución de gestión privada, en la que se cuenta con la posibilidad de acceder a los recursos necesarios para trabajar con contenidos de robótica y de programación.

La escuela cuenta con 5 (cinco) salas de informática que tienen un promedio de 23 computadoras cada una, además se dispone de 33 (treinta y tres) cajas tecnológicas exclusivamente para la materia robótica. Cada caja contiene una placa Arduino (hardware libre), dos motores, un driver de motor, sensor de distancia, sensor pir, fotorresistencias y otros elementos electrónicos que permiten desarrollar distintos prototipos. Además, se cuenta con varios soldadores para que los y las estudiantes puedan soldar elementos pequeños, aunque en muy poca cantidad dado las limitaciones de la carga horaria; los elementos más complejos o aquellos que se necesitan en mayor cantidad son soldados en la casa de la docente.

Cabe resaltar la apuesta que hace la institución en sus decisiones que refieren a abastecer las salas de informática con los elementos necesarios para realizar una práctica concreta de lo que se aprende en las diversas materias.

3.2 Elementos de la propuesta para la alfabetización digital crítica

A través del uso de las cajas tecnológicas, la propuesta es enseñar en la materia de robótica de cuarto año. Esta propuesta busca no hacer de la electrónica una especificidad, si no que se propone la realización de la maquetación del proyecto final para que los y las estudiantes desplieguen otras habilidades como ser: dibujo, trabajo manual, trabajar en grupo para consensuar ideas, entre otras. Introducir a los y las estudiantes en la materia robótica permite acercarlos en la programación de una forma lúdica, ya que la materialidad de los elementos permite “ver y tocar” lo que ellos programaron en un simulador. En quinto y sexto año aparte de robótica tienen otras materias en la que aprenden distintos lenguajes de programación, lo que permite hacer un “puente” entre los contenidos de robótica y los conceptos dados en la materia Desarrollo de Soluciones Informáticas (DSI) con el lenguaje C++.

Si bien desde la currícula oficial hay orientaciones en cuanto a qué contenidos enseñar en las distintas materias relacionadas con las CC, en la práctica no es tan claro el cómo se la lleva al aula. Pese a esto, no se pierde de vista el objetivo principal de la tarea docente: en este caso, que los y las estudiantes puedan programar (aunque en variados niveles de complejidad) en los lenguajes usados en ambas materias, dando cuenta de los contenidos curriculares adquiridos.

En la práctica docente surgen diversas situaciones que afectan la planificación de contenidos, como la gestión del tiempo en el armado de prototipos, especialmente en 6° año, o la necesidad de retomar temas tras bajos resultados en las evaluaciones. Si bien esto implica desafíos, permite reforzar aprendizajes entre materias como DSI y Robótica. Las actividades combinan instancias individuales y grupales, donde además de desarrollar los contenidos, se promueven habilidades como la responsabilidad, la colaboración y la creatividad. A través de maquetas, circuitos y programación, los y las estudiantes expresan sus intereses y estilos, representando espacios que despiertan su curiosidad.

Enseñar contenidos de las CC nos permite desarrollar una formación integral: desde reforzar y potenciar la capacidad de resolución de problemas (aplicable a cualquier situación y en cualquier ámbito sea formal o informal, cotidiano o excepcional), hasta desarrollar y motivar a jóvenes que puedan aspirar a formarse profesionalmente en alguno de los campos relacionados con éstas. Luego de tanta práctica en codificación, se busca que puedan inferir que los objetos automatizados con los que interactúan en su día a día responden a una programación específica con un fin específico y que reflexionen sobre su intencionalidad y puedan reconocer que esto implica hacer un uso responsable y crítico de las tecnologías que se hacen presentes en nuestro entorno.

La decisión institucional de incorporar hardware libre y equipar las salas de informática fortalece esta perspectiva al permitir una apropiación activa y significativa del conocimiento por parte de los y las estudiantes. Un escenario desafiante e incierto pero que es necesario propiciar para que el aprendizaje pueda tomar forma.

4 Formación docente para pensar los sesgos en la IA

La Inteligencia Artificial es un título de agenda pública que los últimos años comenzó a tener mucho más protagonismo. Este fenómeno, que involucra conceptos tecnológicos tan profundos, también tiene su aparición en el ámbito educativo. En consecuencia, comienzan a surgir demandas de formación, tanto de docentes como de autoridades del sistema educativo para poder abordar este tema que sigue siendo una caja negra, para la gran mayoría. A la formación técnica, se suman desafíos de formación de igual o mayor complejidad, como lo es el debate de las consecuencias y efectos sociales tienen estas tecnologías, y cómo abordarlos desde la escuela.

Durante los meses de junio a octubre de 2024, se desarrolló un curso dirigido a docentes de nivel secundario con el objetivo de reflexionar colectivamente sobre los sesgos sociales y estereotipos que circulan en los modelos de inteligencia artificial generativa, particularmente en aquellos centrados en el lenguaje. Participaron 370 docentes que cumplían con los requisitos iniciales, quienes a su vez involucraron a más de 5.000 estudiantes en la construcción colaborativa de un conjunto de datos que refleja estereotipos presentes en la sociedad argentina. Esta experiencia no solo permitió abordar de forma situada los contenidos sobre Inteligencia Artificial (IA), sino que propuso una metodología activa de participación escolar, basada en el análisis crítico, la discusión colectiva y la producción de conocimiento desde el aula.⁴

Esta propuesta se enmarca en la creciente demanda, por parte del sector educativo, de recursos confiables que les permitan abordar críticamente el uso de tecnologías de IA generativa en el aula. Desde nuestra perspectiva, trabajar con estas tecnologías desde una alfabetización crítica implica construir colectivamente una mirada que no se limite a aprender a usarlas, sino que también se anime a cuestionarlas, transformarlas y ponerlas al servicio de una educación más justa e inclusiva.

Como actividad final para acreditar la formación, se propuso realizar un guión conjetural. Esta actividad fue diseñada desde una perspectiva constructivista como una instancia de evaluación formativa basada en una actividad práctica. La propuesta permitió a las y los participantes vivenciar un proceso recursivo entre la teoría y la práctica (Anijovich, 2017). La consigna se presentó con dos meses de anticipación a la fecha de entrega e implicó la elaboración de una secuencia didáctica que integrara los conceptos trabajados durante el curso con los contenidos propios de las asignaturas que cada docente enseña en su escuela. Esta modalidad buscó dotar de sentido a lo aprendido, estableciendo vínculos con el entorno social y con experiencias reales vinculadas al quehacer cotidiano en la enseñanza.

5 Enseñar programación desde la producción del propio hardware de robótica

5.1 Contexto

En la actualidad, los robots educativos son generalmente diseñados como plataformas móviles capaces de interactuar con el entorno mediante sensores y actuadores, y son

⁴ Dejamos el link disponible <https://ia.vialibre.org.ar/curso-de-formacion/> para conocer en detalle la propuesta.

usados para diversas actividades como pueden ser las competencias de sumo robot, seguidores de línea o evasores de obstáculos, así como sistemas electrónicos para la automatización del hogar.

Asumir una perspectiva desde el enfoque constructivista como la herramienta teórica para tratar de comprender los procesos de aprendizaje, y sobre todo los procesos concernientes a la enseñanza de un lenguaje de programación, implica la capacidad de producir un aprendizaje significativo en los estudiantes al trabajar sobre entornos reales que tengan algún sentido para ellos/as y su comunidad, entendiendo que, para la teoría socio-histórica, los procesos psicológicos superiores se originan en la vida social; en otras palabras, la participación de los sujetos en las actividades con otros. En ese sentido, producir el hardware propio permite tener independencia de un fabricante específico, así como capacidad de mantenimiento y reparación de los componentes que naturalmente se rompen o desgastan con el uso. Sin embargo, también implica una nueva capa de complejidad en la dinámica escolar, obligando a la escuela a contar con equipamiento adecuado como soldadores de estaño y herramientas comunes de electrónica, así como un espacio de trabajo adecuado. Pero, sobre todo, requiere docentes con compromiso y conocimientos específicos sobre el trabajo con dispositivos electrónicos.

El proyecto que se describe, fue diseñado para dar cuenta de las discusiones teóricas y metodológicas de usar robótica educativa con software y hardware libre en espacios no formales de aprendizaje como parte de la tesis doctoral *Didáctica de la programación con software y hardware libre: uso de domótica educativa en una escuela secundaria pública y bibliotecas populares de la provincia de Córdoba* perteneciente al doctorado de educación en ciencia básica y tecnología (FAMAF – UNC), desde el periodo comprendido del 2019 al 2024.

Trabajar con espacios no formales de enseñanza, como bibliotecas populares, y luego trasladar estas experiencias a una escuela secundaria pública de Córdoba, nos permitió profundizar en las prácticas de enseñanza y aprendizaje, y proporcionar evidencia para fundamentar nuestras perspectivas teóricas. Además, contribuimos a la discusión sobre la adopción de herramientas de software libre y hardware de especificaciones libres, no sólo por su calidad técnica o por las comunidades de desarrollo, sino también desde las perspectivas éticas necesarias a considerar en el contexto de las políticas públicas sobre la enseñanza de programación en las escuelas de la provincia de Córdoba.

5.2 Desarrollo en bibliotecas populares

En la primera instancia de nuestro proceso de investigación decidimos trabajar con bibliotecas populares, para poder dar cuenta de los procesos de aprendizaje del lenguaje de programación Python mediante un laboratorio cuasi-experimental. Trabajar con bibliotecas populares implicó una serie de decisiones, tanto metodológicas como logísticas, en función de la heterogeneidad general que suelen presentar. De las tres bibliotecas, se seleccionaron dos para impartir cursos de programación con el hardware previamente soldado, y en la tercera biblioteca se trabajó directamente con una propuesta curricular orientada a la fabricación de las placas Domoticaro.

Para poder observar los procesos de fabricación de hardware con estudiantes de escuelas secundarias, se seleccionó la biblioteca popular Juana Manuela Gorriti, que

estaba con infraestructura limitada debido a un proceso de mudanza, contando únicamente con un espacio con mesas, Wi-Fi y electricidad. La experiencia de ensamblaje y programación del hardware Domoticaro se organizó en cuatro clases de dos horas de duración cada una, donde los participantes, estudiantes de escuelas secundarias de entre 16 y 18 años, pudieron soldar sus propias placas, para luego aprender a programar en Python y MicroPython.

Durante todo el proyecto, se registró todo el proceso de trabajo de los estudiantes, con el fin de evaluar las distintas fases de construcción del hardware, así como su programación por parte de los y las estudiantes. Durante el primer encuentro con los estudiantes (participaron dos chicos de 17 años), se presentó el hardware armado y se les enseñó a usarlo con Python. En las primeras dos horas, los estudiantes trabajaron primero con Python y la librería turtle (parte de la distribución estándar de Python), implementando las secuencias didácticas propuestas en su momento por Seymour Papert y su equipo de investigación; esto sirvió como introducción al trabajo con primitivas del lenguaje Logo implementadas en Python. Este primer encuentro fue similar a los efectuados en las otras bibliotecas, sirviendo como un pantallazo inicial de la propuesta y como herramienta para analizar las habilidades de los participantes.

Los estudiantes trabajaron con dos netbooks que fueron llevadas como parte del equipamiento necesario para el taller, y cámaras de video para registrar las actividades de desarrollo y herramientas de fabricación de placas electrónicas. Durante esta primera instancia de capacitación, y luego de la introducción al lenguaje mediante el uso de la librería turtle, los estudiantes trabajaron sobre hardware previamente ensamblado para usar como interfaz de programación y controlar algunos dispositivos eléctricos (luces LED, ventiladores) mediante scripts escritos en Python.

5.3 Aprendizajes y reflexiones

Entender la producción de hardware como parte de la dinámica escolar nos permite agregar otra capa de complejidad al pensar la enseñanza de programación, no sólo como productores de software, sino también como productores de las herramientas físicas (o, por lo menos, una parte de las mismas) donde ese software trabajará. La labor conjunta entre docentes y estudiantes se potencia gracias al trabajo con herramientas propias, que pueden ser rediseñadas en función de las necesidades concretas de la comunidad, así como mantenidas y reparadas desde la misma institución.

Experiencias que llevamos a cabo con la participación de estudiantes de la tecnicatura en mecatrónica de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), donde fabricaron las placas domóticas, así como un convenio con la Universidad Pedagógica Nacional (UNIPe) para fabricar placas y distribuirlas en escuelas de la provincia de Buenos Aires, nos permiten pensar que es factible fabricar de manera local placas de electrónica diseñadas para su uso en escuelas secundarias, así como capacitar a docentes en su uso y posterior autoproducción con sus estudiantes.

Apostar por comunidades de desarrollo dinámicas, abiertas y libres en términos de compartir código fuente nos permite, en cierta medida, blindarnos al fenómeno QWERTY que Papert describió en su momento. Uno de los grandes problemas del lenguaje Logo radicó principalmente en la falta de comunidades que sostuvieran y formaran a docentes en el uso de la herramienta, así como la imposibilidad del lenguaje para volverse un sistema de propósito general más allá de su uso meramente

educativo. Entendemos que la complejidad de trabajar con hardware implica una serie de compromisos que van desde la logística de producción y adquisición de los componentes, hasta la formación específica necesaria para poder llevar a cabo tamaño empresa. Desde nuestra perspectiva, es posible integrar a distintas instituciones del sector educativo, como universidades y terciarios, así como escuelas técnicas con orientación a la electrónica, para poder fabricar componentes que se usarán en el resto de las escuelas.

Proponemos repensar los dispositivos de tecnología educativa, ya no como productos a ser usados por las escuelas sólo como usuarios finales, sino asumir la producción de hardware como parte integral de un círculo educativo donde los actores intervinientes son las escuelas (normales y técnicas) que puedan producir y usar su propio hardware gracias al software y hardware libre, así como procesos de investigación que puedan llevar a cabo institutos superiores (universidades, terciarios) para generar políticas públicas respecto a la adquisición de hardware y la creación de estándares técnicos que permitan a actores locales como PyMEs y cooperativas dar respuestas a las necesidades concretas de las escuelas. Abrir la caja negra que es el software y el hardware privativo nos permite fomentar la flexibilidad interpretativa tecnológica que se plantea desde el modelo SCOT, posibilitando que los actores del sistema educativo puedan usar estas herramientas y modificarlas según las necesidades concretas de cada comunidad, aprovechando la potencia del software y hardware libre, así como el reciclaje de componentes electrónicos en desuso y resignificándolos para su uso como herramienta educativa.

6 Conclusiones

En este recorrido encontramos numerosas dimensiones a considerar a la hora de profundizar la enseñanza de las ciencias de la computación en las escuelas. La definición de contenidos y espacios curriculares en el trayecto escolar, acompañada de materiales y formación docente, es fundamental para este proyecto. Por otro lado, es fundamental revisar y reflexionar sobre las herramientas y tecnologías a utilizar en la enseñanza, como son el software y hardware libre, con contenidos que formen en el saber hacer y no en el saber usar.

El uso de software libre y hardware de especificaciones libres permite eliminar las cajas negras que imposibilitan a los y las estudiantes, y ver las “entrañas” de una herramienta digital, pudiendo entender de forma más precisa su funcionamiento y composición. Además, expande las posibilidades de la escuela, permitiendo interactuar con distintos actores que pueden participar en la producción de las herramientas de hardware, como escuelas técnicas o universidades que pueden aportar su conocimiento específico.

En el escenario actual de expansión acelerada de tecnologías digitales en el ámbito educativo, resulta fundamental preguntarse no sólo cómo se integran estas herramientas, sino también desde qué lógicas y con qué propósitos. Selwyn et al. (2020) nos invitan a mirar más allá de las promesas de innovación y eficiencia, para detenernos en los complejos aspectos socioculturales que subyacen a estas tecnologías. Su advertencia sobre la fuerte impronta neoliberal que guía muchos de los desarrollos digitales destinados a la educación pone en evidencia la necesidad urgente de una alfabetización crítica que permita a docentes y estudiantes comprender,

cuestionar y reconfigurar estas herramientas desde una perspectiva situada, inclusiva y emancipadora.

Referencias

- Anijovich, R. (2017). La evaluación formativa en la enseñanza superior. *Voces de la educación*, 2(3), 31-31
- Area, M., y Pessoa, T. (2012). De lo sólido a lo líquido: las nuevas alfabetizaciones ante los cambios culturales de la Web 2.0. *Comunicar*, 38, 13-20.
- Gobierno de Córdoba. Ministerio de Educación (2023) Aportes de la cultura digital en la educación tecnologica
<https://www.igualdadycalidadcoba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/DyPCurriculares/DAC/2023/aportes-de-cultura-digital-en-la-edu-tecno-ac.pdf>
- González López Ledesma, G; Godhe, A.;Pangrazio,L. (2020) What is digital literacy? A comparative review of publications across three language contexts En: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2042753020946291>
- J. Ko, A. et al. (2002) "Es el momento de una enseñanza más crítica de las Ciencias de la Computación". <https://cacm.acm.org/opinion/it-is-time-for-more-critical-cs-education/#PageTop>
- Pangrazio, L. (2016). Reconceptualising critical digital literacy. *Discourse: Studies in the cultural politics of education*, 37(2), 163-174.
- Pöttsch, H. (2019). Critical digital literacy: Technology in education beyond issues of user competence and labour-market qualifications. *TripleC: Communication, Capitalism & Critique. Open Access Journal for a Global Sustainable Information Society*, 17(2), 221-240.
- Selwyn, N. (2007). The use of computer technology in university teaching and learning: a critical perspective. *Journal of computer assisted learning*, 23(2), 83-94. LNCS Homepage, <http://www.springer.com/lncs> , last accessed 2025/01/21
- Selwyn, N., Hillman, Th., Eynon, R., Ferreira, G., Knox, J., Macgilchrist, F. y Sancho-Gil, J. (2020). What's next for Ed-Tech? Critical hopes and concerns for the 2020s. *Learning, Media and Technology*, 45 (1), 1-6.
- Simari, G. (2013) Los fundamentos computacionales como parte de las ciencias básicas en las terminales de la disciplina Informática