

## ÍNDICE EME: UMA FERRAMENTA PARA A AVALIAÇÃO DO DESIGN DE HARDWARE E SOFTWARE NA EDUCAÇÃO INFANTIL

### ÍNDICE EME: UNA HERRAMIENTA PARA LA VALORACIÓN DEL DISEÑO DEL HARDWARE Y SOFTWARE EN EDUCACIÓN INICIAL

#### EME INDEX: A TOOL FOR HARDWARE AND SOFTWARE DESIGN ASSESSMENT IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION

**Martín Torres**

Magister en Tecnologías, Políticas y Culturas. Córdoba, Argentina. (IDH-CONICET)

[martin.torres76@gmail.com](mailto:martin.torres76@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-2545-3183>

**Darío Sandrone**

Córdoba, Argentina. (FFYH-FCS-UNC)

[dariosandrone@unc.edu.ar](mailto:dariosandrone@unc.edu.ar)

<https://orcid.org/0000-0003-0201-6391>

**Diego Lawler**

Doctor en Filosofía. Buenos Aires, Argentina. (IIF-SADAF/CONICET)

[diego.lawler@gmail.com](mailto:diego.lawler@gmail.com),

ORCID 0000-0001-9746-2196

#### RESUMO

Este artigo apresenta e avalia filosoficamente uma ferramenta que chamamos de índice EME. É uma ferramenta para avaliar o projeto do hardware e software envolvidos nos dispositivos tecnológicos usados no ensino de robótica e programação para crianças de primeira infância. Este último é particularmente importante, pois existe um forte impulso a favor da incorporação do ensino de programação e de robótica desde os primeiros anos de escolaridade. O índice EME é um índice que avalia os projetos de dispositivos tecnológicos em termos do tipo de experiência que eles promovem e em relação à apropriação de conhecimento e usos que eles permitem. A avaliação inclui a versatilidade, acesso a possibilidades de expansão, fontes de energia e montagem de dispositivos computacionais, no pressuposto de que estas características materializam (ou não) diferentes experiências de aprendizagem para os sujeitos que interagem com elas. É chamada EME porque inclui as dimensões de Montagem - Modificação - Expansão que são propostas como parâmetros para a avaliação dos projetos.

**Palavras-chave:** índice EME-Programação-Robótica-Aprendizagem-Aprendizagem-Aprendizagem na Infância

#### RESUMEN

Este artículo presenta y valora filosóficamente una herramienta que denominamos el índice EME. Se trata de una herramienta para la valoración del diseño del hardware y software involucrado en los dispositivos tecnológicos empleados en la enseñanza de la robótica y programación en niños y niñas de la primera infancia. Esto último es especialmente importante puesto que existe un fuerte impulso a favor de la incorporación de la enseñanza de programación y robótica desde los primeros años de escolarización. El índice EME es un índice que valora los diseños de dispositivos tecnológicos en función del tipo de experiencia que promueven y en relación con la apropiación de conocimientos y usos que habilitan. La evaluación que propicia comprende la versatilidad, el acceso a posibilidades de ampliación, fuentes de energía y ensamblado de los dispositivos computacionales, sobre el supuesto de que esas prestaciones materializan (o no) diferentes experiencias de aprendizaje para los sujetos que interactúan con ellos. Se denomina EME porque recoge las dimensiones de Ensamblado - Modificación - Expansión que se proponen como parámetros para la valoración de los diseños.

**Palabras Clave:** Índice EME-Programación-Robótica-Aprendizaje-Primera infancia

#### ABSTRACT

This article presents and addresses a new tool that we call the EME index. It is a tool for assessing the design of hardware and software embodied in technological devices employed in the process of teaching robotics and programming to early childhood children. The EME index is critical since there is strong momentum in favour of incorporating the teaching of programming and robotics from the early years of schooling. The EME index is one that will rank the designs of technological devices in terms of the type of experience they promote and the appropriation of knowledge and uses they enable. Thus, it involves a kind of evaluation that refers to versatility, access to expansion possibilities, power sources, and assembly, assuming that these features materialize (or not) different learning experiences for the subjects that interact with such devices. The name EME refers to the dimensions of Assembly - Modification - Expansion -which works for evaluating designs.

**Keywords:** EME Index-Programming-Robotics-Learning-Early Childhood

#### INTRODUCCIÓN

La incorporación de tecnología en el aula es algo que ocurre sin la activa participación de docentes, estudiantes y diferentes actores de la comunidad educativa, quienes no pueden expresar sus respectivas valoraciones y necesidades en relación con el diseño y selección de las tecnologías. Esto afecta la práctica educativa de tres modos diferentes: (a) considera como universalmente válidas las determinaciones sobre los problemas y las soluciones que deben aplicarse, obviando o devaluando aquellas surgidas -o que podrían emerger- de la experiencia de los actores y comunidades involucradas; (b) obtura la posibilidad de un análisis crítico de la neutralidad de las tecnologías, en este caso los robots, entornos y tabletas, ubicándose en las antípodas de los propósitos que orientan las iniciativas de enseñanza; y (c) promueve una integración adaptativa a los sistemas tecnológicos actuales con la consecuente limitación de las dinámicas de transformación e innovación necesarias para la resolución de problemas emergentes y/o pendientes.

Los robots, entornos y tabletas de mayor uso en las iniciativas de enseñanza de programación y robótica para la primera infancia son distribuidos a escala global con la promesa de promover la adquisición de saberes y competencias para una integración satisfactoria -y potencialmente transformadora- en el mundo actual y futuro. Sin embargo, la introducción de estos artefactos lleva implícita una valoración de la resolución de los problemas a partir de las funcionalidades y el diseño de estos dispositivos. El diseño de

estos dispositivos incorpora decisiones que suscriben implícitamente los postulados del determinismo tecnológico y sus corolarios de neutralidad, linealidad y universalidad. Como prácticamente toda la estrategia de trabajo en el aula con estos dispositivos está orientada hacia la familiarización de las niñas y niños con los buenos usos para adiestrarlos para los desarrollos futuros, la universalidad y neutralidad (explícitas o implícitas) de los artefactos obviamente emergen, en este contexto, como propiedades ontológicas de los mismos.

Aunque en general, las propuestas educativas son de cuño constructivista (Pinch, T. y Bijker, 2008) pues ponen énfasis en la construcción y apropiación de conocimientos, habilidades y competencias sobre la programación y la robótica, conviven con una valoración de los artefactos tecnológicos como universales y neutrales, y por lo tanto se incorporan acríticamente objetos tecnológicos cerrados y con poco margen de intervención y modificación. El caso del software y hardware para programación y robótica utilizado en la educación para la primera infancia manifiesta explícitamente esta tensión. Un caso de interés, que puede ilustrar este punto, es el de los robots educativos distribuidos en los jardines de infantes de Argentina. Los dos dispositivos *bee-bot*<sup>1</sup> y *blue-bot*,<sup>2</sup> ambos de la empresa TTS, presentan un formato cerrado que impide el contacto con los mecanismos de transmisión de movimientos y, muy importante, con el microcontrolador.<sup>3</sup> Estos diseños contradicen los Núcleos de Aprendizaje Prioritario de Educación Digital, Programación y Robótica, formulados por el Ministerio de educación cultura, ciencia y tecnología de la Argentina (2019), los cuales indican que en los jardines de infantes deben promoverse situaciones tales como “La creación y el uso de juegos de construcción, en los que se involucren conocimientos introductorios a la robótica” (2019:18). Además de ello, las fuentes de energía, la pobre articulación con otras tecnologías (por ej. la impresión 3D para agregar partes con las cuales modificar la estructura/funcionalidad) muestran una serie de limitaciones importantes. En este caso, este instrumento podría poner de relieve que dichos dispositivos tendrían un bajo Índice

---

<sup>1</sup>Se pueden consultar en [https://www.tts-international.com/bee-bot-programmable-floor-robot/1015268.html?cgid=Early\\_Years-ICT-Programming](https://www.tts-international.com/bee-bot-programmable-floor-robot/1015268.html?cgid=Early_Years-ICT-Programming)

<sup>2</sup> Se puede consultar en <https://www.tts-international.com/blue-bot-bluetooth-programmable-floor-robot/1015269.html>

<sup>3</sup> Otros dispositivos tienen diseños similares, como Code & Go. Se puede consultar en <https://www.learningresources.com/code-gor-robot-mouse-activity-set>

EME (el cuál desarrollaremos en el apartado siguiente) para alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos.

Por su parte, en el caso de los entornos de programación, se podría considerar *Scratch Jr*,<sup>4</sup> instalado en las tabletas distribuidas en los jardines de infantes. El mismo presenta gran versatilidad en la creación de personajes y escenarios, aunque tiene limitaciones a la hora de crear nuevos comandos, no presenta articulación con otras tecnologías (algún robot educativo, por ej.) y no es compatible con diversos modelos de smartphone. Estaríamos frente a un Índice EME medio. Lo mismo ocurriría al abordar los diversos modelos de tabletas con un sistema operativo *Android* (software libre), pero toda una gama de controladores (drivers) de software privativo, fuentes de energía no extraíbles y poca articulación con otros dispositivos que no sean de la firma que las produce.

Cuando este tipo de recursos tecnológicos son adoptados para introducirlos en el aula se omite el proceso de histórico-social de estabilización de estos dispositivos, así como la naturaleza y funciones de los grupos sociales relevantes que promovieron el advenimiento de ese (y no otro) artefacto. En consecuencia, pueden esperarse efectos negativos en el proceso de enseñanza como en las dinámicas tecnológicas de esas comunidades, ya que la conformación de nuevos grupos sociales relevantes y sus marcos tecnológicos se encontrarán condicionados por estándares “importados” desde corporaciones y sectores dominantes, limitando consecuentemente las capacidades de intervención y modificación de los sistemas tecnológicos de su entorno. En ese sentido, y si se toma en cuenta que los estados destinan (y destinarán) cuantiosos recursos en estas tecnologías, apostando a fortalecer los sistemas educativos, se requiere algún tipo de herramienta conceptual que permita valorar los dispositivos tecnológicos adecuados, con el propósito de aportar información significativa tanto para la elaboración de políticas públicas, como para la toma de decisiones vinculadas a la adquisición de equipamiento. El Índice EME, que describiremos a continuación, se propone como una herramienta de ese tipo.

En resumidas cuentas, en este artículo nos proponemos motivar la inclusión de la reflexión sobre los diseños del hardware y software en los procesos de elaboración de

---

<sup>4</sup> Se puede consultar en <https://www.scratchjr.org/>

propuestas de enseñanza de robótica y programación. Con este fin presentaremos una herramienta que denominamos el índice *EME*, que tiene como función principal valorar los diseños del hardware y software, con el propósito de discutir las posibilidades de apropiación de conocimientos y prácticas de uso por parte de los niños y las niñas durante la primera infancia. Al mismo tiempo, este índice se propone aportar a la construcción de un lenguaje común, que simplifique el intercambio entre los distintos actores que intervienen (o deberían intervenir) en los procesos de diseño de estos dispositivos tecnológicos.

El índice *EME* es un índice que volara los diseños de dispositivos tecnológicos según dos dimensiones: (1) en función del tipo de experiencia que promueven y (2) en relación con la apropiación de conocimientos y usos que habilitan. Se trata de un tipo de evaluación que opera sobre diferentes prestaciones del dispositivo tecnológico, a saber, la versatilidad, el acceso a posibilidades de ampliación, las fuentes de energía y el ensamblado previsto en el diseño. A su vez, acepta, como punto de partida, la siguiente premisa: el conjunto de estas prestaciones materializa (o no) diferentes experiencias de aprendizaje para los sujetos que interactúan con tales dispositivos. Se denomina *EME* porque recoge las dimensiones de *Ensamblado - Modificación - Expansión*, las cuales sese proponen como parámetros para la valoración de los diseños.

Este artículo se compone de tres partes. En primer lugar, caracterizamos el índice *EME*. En segundo lugar, analizamos las concepciones sobre la tecnología, erróneas o basadas en fines espurios que, según nuestras opinión, se traducen en lineamientos y programas educativos que tienen por objeto la enseñanza de la programación y la robótica durante la primera infancia. A su vez, consideramos concepciones que asumimos como superadoras, y que deberían, desde nuestro punto de vista, dar forma a nuevas acciones en torno a la enseñanza de la robótica y la programación en el sistema educativo. Por último, discutimos la relevancia del índice *EME* como herramienta capaz de promover la erradicación de los compromisos con el determinismo tecnológico que están embutidos en los contextos de enseñanza/aprendizaje de la robótica y la computación durante la escolarización temprana.

## Índice *EME*

El *Índice EME*<sup>5</sup> valora los diseños, pero no en términos instrumentales y/o comerciales, sino enfatizando las posibilidades de apropiación de conocimientos y usos que podrían admitir para contribuir a una formación integral y a una inserción activa de cada estudiante en su entorno. Como se dijo más arriba, su denominación es un acrónimo que recoge las dimensiones *Ensamblado - Modificación - Expansión*, las cuales operan como parámetros para la valoración de los diseños. Estas dimensiones se aplican a diversas capas de los dispositivos y artefactos. A continuación presentamos una descripción de cada una de estas dimensiones para los objetos y dispositivos tecnológicos que pueblan los contextos de enseñanza/aprendizaje en los entornos escolares de la primer infancia, a saber, robots, entornos de programación y tabletas.

La dimensión de *Ensamblado* se refiere a las posibilidades que presenta un objeto tecnológico de ser construido o desarmado. Esta dimensión depende de las partes o elementos constitutivos del objeto tecnológico en cuestión.

- Robots: a) *estructura física* que pueda montarse y desmontarse por estudiantes de 4 y 5 años, similar a los juegos de construcción con bloques, pero incorporando elementos de unión (pernos, tornillos, tuercas), transmisión (poleas, correas, ejes, engranajes, etc.) y conexión (cables, fichas, clavijas, etc.); b) *sensores* desmontables y sin formatos especiales que dificulten su reemplazo; c) *microcontroladores* y *firmware* elaborados bajo el paradigma del hardware y software libre, con conectores universales de fácil adquisición y reparación; d) *actuadores* desmontables y formato ídem sensores; e) *fuentes de energía* → baterías extraíbles, con clavijas de carga universal y paneles solares para la recarga de energía con posibilidad de adosarse a la estructura.

- Entornos de programación: a) *secuencias* de instrucciones no prefijadas; b) *personajes* de libre elección y posible construcción mediante la cámara, la intervención en fotos subidas desde algún dispositivo o de internet; c) *escenarios* de libre elección y posible construcción mediante la cámara, la intervención en fotos

---

<sup>5</sup> Un desarrollo extenso sobre el Índice EME se encuentra en Torres (2021).

subidas desde algún dispositivo o de internet; e) diseño en *software libre* compatible con microcontroladores para robots.

- Tablet: a) *SO* software libre y gratuito; b) *fuentes de energía*→baterías extraíbles, con clavijas de carga universal y paneles solares para la recarga de energía con posibilidades de adosarse a la estructura; c) *hardware* libre compatible con los robots y otros dispositivos; d) posibilidades de *equilibrar* capacidad de almacenamiento y RAM con otras funcionalidades de acuerdo a necesidades pedagógicas, para evitar prestaciones innecesarias y costosas e incorporar más software libre de uso pedagógico.

Por otra parte, la dimensión *Modificación*, en estrecha vinculación con la anterior, se refiere a las prestaciones vinculadas con las posibilidades de modificar el esquema de funcionamiento del dispositivo para armonizar y compatibilizar los elementos en función del diseño deseado.

- Robots: a) *estructura física* de unión, transmisión y conexión compatibles con diversos diseños y modelos; b) *sensores y actuadores* con formato compatible con diversos circuitos y ensamblajes estructurales; c) *microcontroladores y firmware* compatibles con nuevos diseños y funciones; d) *fuentes de energía* de formato compatible con variados modelos y soportes estructurales.

- Entornos de programación: a) posibilidad de creación de nuevos *comandos*; b) menú de modificación de *personajes* y escenarios mediante cámara y/o integrando archivos del dispositivo o de la web; c) *comunidades* de aprendizaje y disponibilidad de proyectos para recuperar ideas; d) posibilidades de incorporar generar versiones específicas y/o situadas.

- Tablet: a) *SO* y *software* compatible con diversos formatos y diseños, evitando particularizaciones innecesarias que dificulten su uso; b) *fuentes de energía* de formato compatible con variados modelos y soportes estructurales; c) *hardware* compatible con diversos robots y dispositivos.

Finalmente, la dimensión *Expansión* se refiere a las prestaciones vinculadas con las posibilidades de ampliar los esquemas de funcionamiento a través del aumento de los componentes del objeto tecnológico o incluso su acoplamiento con otra tecnología.<sup>6</sup>

- Robots: a) *estructura física* con componentes de unión, transmisión y conexión que permitan su vinculación con nuevos componentes; por ejemplo, su unión con la impresión 3D, con la transmisión articulables con otros mecanismos y la unión a través de la conexión mediante la utilización de fichas y/o bornes que ensamblen con otros robots; b) *sensores, actuadores y microcontroladores* con diseño compatible para su articulación con diversos robots, circuitos y ensamblajes estructurales, por ej. interfaces cerebro-computadora (BCI, por sus siglas en inglés), drones, etc.; c) *fuentes de energía* de formato compatible con variados modelos y soportes estructurales.

- Entornos de programación: posibilidad de *articulación* con microcontroladores de diversos dispositivos

- Tabletas: *SO, software y hardware* con posibilidad de articulación con diversos dispositivos

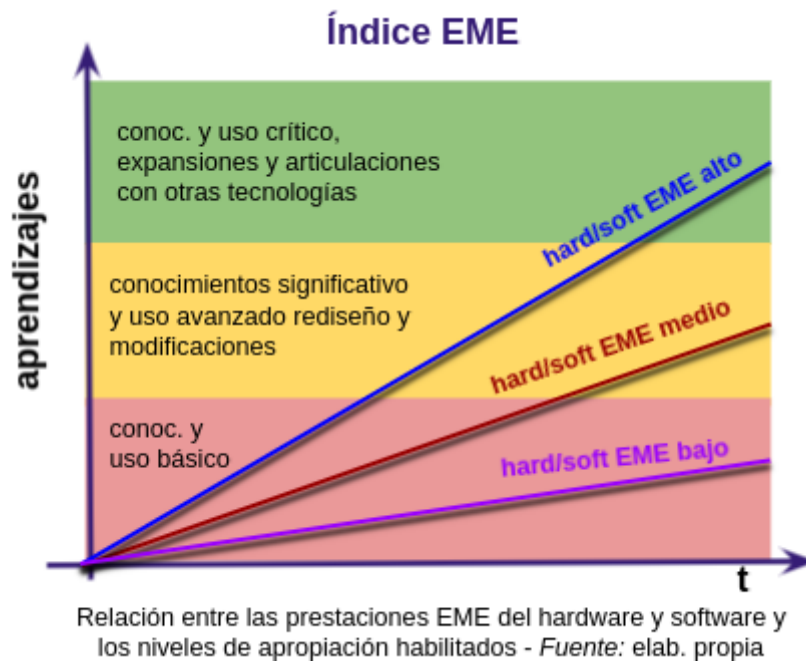
Valorar un dispositivo tecnológico a través de estos parámetros produce una aprehensión valorativa de los diseños que los aprehende en su vinculación directa con los propósitos educativos y de formación integral de las personas. El *Índice EME* posee un rango de aplicación según una escala ordenada alrededor de tres grandes núcleos valorativos. Un *Índice EME bajo* recoge los diseños de dispositivos que se emplean para experimentar y que promueven niveles de *conocimiento y uso básico*. Por su parte, un *Índice EME medio* hace referencia al diseño de dispositivos que habilitan procesos de apropiación de *conocimientos significativos y usos avanzados, rediseños y modificaciones*. Finalmente, un *Índice EME alto* caracteriza a los diseños que promueven procesos de *apropiación crítica*

---

<sup>6</sup> Esta última dimensión permite articulaciones valiosas a la hora de su inserción en los sistemas educativos. Por ejemplo, a nivel transversal, habilitando diversos diseños y esquemas de funcionamiento, por medio de los cuales se pueda poner en juego variados conocimientos y usos. Pero también, algo considerado valioso para el presente estudio: las articulaciones longitudinales que pueden dar lugar a proyectos que superen el límite del año lectivo, sosteniéndose por un mayor tiempo y con mayores posibilidades de apropiaciones de conocimientos y usos críticos y significativos que puedan transferirse a nuevos escenarios problemáticos



de conocimientos y prácticas de uso que incluyen su expansión, articulando el dispositivo con otras tecnologías para complejizar y amplificar sus esquemas de funcionamiento.



**Paralaje determinista: determinismo tecnológico y formación en programación y robótica**

Los robots, entornos y tabletas que serían objeto de evaluación son los de mayor uso en las iniciativas de enseñanza de programación y robótica para la primera infancia. Son dispositivos tecnológicos que mantienen vinculaciones indeterminadas con las comunidades educativas, pero que las empresas desarrolladoras distribuyen a escala global, publicitándolos como portadores de la posibilidad de adquirir saberes y competencias para una integración satisfactoria -y potencialmente transformadora- en el mundo que vivimos. Esta aseveración se sustenta en la premisa de que estas tecnologías permiten situaciones de aprendizaje innovadoras y significativas. Además, la comprensión de su funcionamiento promueve la inserción de los usuarios en las sociedades actuales hipertecnificadas e hiperconectadas que habitamos. De allí que se motive ampliamente su incorporación a la enseñanza de la robótica y la programación como *vía regia* para la adquisición de esos saberes y prácticas emergentes desde edades tempranas.

Sin embargo, estas afirmaciones llevan implícita una valoración sobre la resolución de los problemas (a partir de las funcionalidades y el diseño de estos dispositivos) tal que sería posible repetir los resultados en cualquier entorno. Se trata de una perspectiva que entronca con los postulados propios del determinismo tecnológico.

La noción de determinismo tecnológico no es una noción unívoca. Por el contrario, puede significar muchas cosas diferentes en diversos contextos (Diéguez, 2005:70). Por otra parte, el determinismo no es propio de quienes encuentran en la tecnología una causa unidireccional de los fenómenos sociales, sino que también existe otra forma de determinismo, a saber, el determinismo social (Aguar, 2002: 33).

En este trabajo suscribiremos la caracterización de Bijker (2005), quien afirma que el determinismo tecnológico, en tanto enfoque conceptual del vínculo entre tecnología y sociedad, se sustenta en dos afirmaciones. La primera de ellas es que la tecnología sigue un proceso autónomo de desarrollo, independiente de cuestiones externas, como la economía o la política. La segunda es que los desarrollos tecnológicos, a partir de su impacto económico y social, determinan la organización social. Esta concepción, según Bijker, es la posición dominante en nuestras sociedades, ya sea que indagemos en la ciudadanía, autoridades o dirigentes políticos (2005:4). Una de las consecuencias más importantes de esta perspectiva es aquella que comprende a las tecnologías como *neutrales*: “[e]fectivamente, esta forma de argumentación postula a la eficiencia como el motor interno de la innovación tecnológica. Aquella se interpreta como una fuerza objetiva, neutral y al margen de cualquier intervención social.” (Aguar, 2002: 23). Entendida de esa manera, la innovación tecnológica no admite mayores debates; por el contrario, el análisis de la tecnología se circunscribe a los impactos generados por su utilización en las sociedades, poniendo el foco en los usos de los individuos o las comunidades. En todo caso, el desarrollo de tecnologías es un asunto primordialmente de personas *expertas*, al igual que las decisiones en relación a los diseños. En el mejor de los casos, los debates más amplios tendrán como finalidad anticipar los desarrollos venideros con el propósito de preparar a las sociedades para ellos.

Una mirada crítica sobre esta posición señala que ella encubre relaciones de poder entre los diseñadores y comerciantes de las tecnologías y los usuarios. En esta misma línea, Andrew Feenberg (2005, 2012, 2020) ha argumentado en muchas ocasiones que la

tecnología, tal y como se presenta en nuestras sociedades, reproduce condiciones de dominación de unos pocos sobre el resto a través de los diseños y los intereses que los estructuran (2005:3). Para hacer evidente esta situación, Feenberg introduce el concepto de *sesgo formal* (2012:133 y ss), a través del cual se pone de manifiesto que en no pocas ocasiones la tecnología se presenta compuesta por elementos relativamente neutrales, pero la selección de los tiempos, modos y el contexto en que se inserta reproduce relaciones de dominación. Por tanto, la aparente neutralidad de sus componentes sólo existe en abstracto, puesto que se pierde al insertarse en contextos específicos, donde la tecnología replica las condiciones de dominación social e históricamente preexistentes.

Así, Feenberg reconoce que la perspectiva de los distintos grupos influyentes se manifiesta en las decisiones técnicas definidas durante el proceso de diseño -lo cual aleja a la tecnología de encarnar valores universales. Estas decisiones se institucionalizan mediante un proceso de articulación entre necesidades de esos grupos y soluciones técnicamente coherentes; de este modo se presentan como un “criterio de verdad” que rige la dinámica tecnológica. Feenberg busca develarlas mediante el concepto de *código técnico* (2012: 126 y ss.), que estaría compuesto por las reglas -explícitas e implícitas- que deben seguir los diseños tecnológicos actuales. La selección de las partes y el modo en que se entrelazan obedece tanto a cuestiones puramente técnicas como sociales. En resumen, las tecnologías son seleccionadas porque funcionan en tanto tales, pero también porque son útiles a los intereses sectoriales de quienes las insertan en el medio social. La dinámica tecnológica no se explica por la neutralidad, sino por la expansión y consolidación del código técnico de la élite dominante. En este sentido, más que autonomía de la tecnología en sí misma, lo que Feenberg observa es una *autonomía operacional*, un “diferencial de poder entre quienes dirigen la operación de los sistemas técnicos y quienes obedecen” (2012:39). A este concepto se le opone el de *margen de maniobra* (2012:139), que “hace referencia a las acciones de resistencia en la que se involucran los dominados” (Tula Molina, 2013:89).

Si aceptamos, tal cual proponemos aquí, la existencia de estas acciones como un contenido actitudinal válido en la formación de niños y niñas en programación y robótica, los debates sobre las decisiones técnicas no solo quedan circunscriptas a las consecuencias sociales de las innovaciones tecnológicas en función de sus formas de uso, sino que

también se amplían al terreno del diseño mismo de esas tecnologías. Sin embargo, al volver la mirada sobre las tecnologías que se vienen analizando, es posible advertir la escasa (o nula) participación en el diseño y selección de tecnologías de docentes, estudiantes y de la comunidades con sus respectivas valoraciones y necesidades. Esta configuración del proceso, lejos de ser inocua para estas comunidades excluidas, afecta sus prácticas en un triple sentido: a) obviando o devaluando aquellos problemas y soluciones surgidos -o que podrían emerger- de sus propias experiencias; b) obturando la posibilidad de un análisis crítico respecto a la neutralidad de las tecnologías, en este caso los robots, entornos y tabletas, yendo en sentido contrario a los propósitos que orientan las iniciativas de enseñanza; y c) promoviendo una integración adaptativa respecto de los sistemas tecnológicos actuales, con la consecuente limitación de las dinámicas de transformación e innovación necesarias para la resolución de problemas emergentes y/o pendientes.

Al considerar el hardware y software desde esta perspectiva, se hace visible la transmisión del *código técnico* de las empresas desarrolladoras a través del diseño, mediante la determinación de las posibilidades de acceso, soporte técnico, reparaciones, repuestos, fuentes de energía, componentes para el fortalecimiento y/o expansión de la estructura, etcétera. Habida cuenta de esto, las dinámicas de implementación de estas tecnologías en la educación se orientarán según las redes organizadas por (y en torno) a la industria, recreando la subordinación tecnológica en los sistemas educativos en general y en especial de aquellos que se encuentran en los países receptores de tecnológicas importadas..

Esta contrastación evidencia que el punto de vista con que se conciben las tecnologías da origen a un *error de paralaje determinista*. Definimos a las iniciativas basadas en un determinismo tecnológico como *paralaje determinista* (Torres, 2021) con la intención de resaltar el punto de observación de las tecnologías que promueve una imagen de los dispositivos tecnológicos con que se enseña programación y robótica que los concibe como entidades dotadas de neutralidad y universalidad. Así como sucede con el paralaje en astronomía, esta mirada también impacta directamente en la valoración de lo observado.

Debe añadirse que el yerro tiene capacidad para perpetuarse, e incluso pasar desapercibido, al apoyarse en un entorno autosignificante. Esto cristaliza un enfoque

donde la universalidad y neutralidad -explícitas o implícitas- aparecen como propiedades ontológicas de las tecnologías y oculta que los dispositivos tecnológicos manifiestan en el diseño una orientación dominante propia de la subordinación (cuando no la lisa y llana exclusión) de grupos sociales, organizaciones y estados. Los saberes, prácticas, métodos y experiencias de estos grupos o estructuras son soslayados así como lo son también sus necesidades. Si no se señala este error no se dará el primer paso para la recuperación de los procesos de diseño como dimensión privilegiada de análisis para las tecnologías que se emplean en los contextos educativos.

### **A modo de conclusión**

La enseñanza de la robótica y la computación está auspiciada desde la primera infancia porque se supone que estas tecnologías promueven situaciones de aprendizaje innovadoras y significativas, que generan los saberes y prácticas que están en el trasfondo de la inserción de esos niños en las sociedades hipertecnificadas e hiperconectadas de hoy. Por otra parte, una suposición semejante está presente en las empresas desarrolladoras cuando distribuyen estos dispositivos a escala global, publicitándolos como portadores de posibilidades para la adquisición de saberes y competencias, así como también facilitadores de una integración satisfactoria -y potencialmente transformadora- en el mundo actual y futuro.

Sin embargo, la sugerencia que presentamos en este trabajo dice que el modo en que la industria conceptualiza y promueve estos dispositivos, así como el modo en que se los introduce en el proceso de enseñanza/aprendizaje durante la primera infancia, suscribe la visión del determinismo tecnológico. La razón principal es que los dispositivos se perciben como soluciones universales diseñadas para problemas descontextualizados. Por el contrario, nuestra opinión es que hay que analizar el hardware y software que se emplea en la enseñanza de la robótica y la computación en función de las posibilidades de apropiación de los conocimientos y prácticas de uso por parte de los/las niños/niñas de la primera infancia. Para que esto sea posible hay que caracterizar a esos dispositivos tecnológicos como diseños contingentes que expresan decisiones que podrían haber sido de otro modo. Por consiguiente, se trata de evaluar el diseño de estos dispositivos tecnológicos en relación con un conjunto de dimensiones que haga evidente cómo están

constituidos, por una parte, y que muestre que alternativas son posibles en las diferentes instancias de su diseño, por ejemplo, si son o no versátiles, si pueden o no ser modificados y/o ampliados, qué fuentes de energía admiten, etcétera. Con este propósito hemos propuesto una herramienta analítica y evaluativa que denominamos el índice EME

El índice EME es un instrumento para evaluar el diseño del hardware y el software distribuido en las escuelas de educación inicial para la enseñanza de programación y robótica. En este trabajo argumentamos que su aplicación puede dar lugar a análisis críticos del diseño de los recursos tecnológicos empleados en el aula, a saber, robots, tabletas y entornos de programación. En nuestra opinión, la aplicación del índice EME permite diagnosticar si estos recursos tecnológicos suscitan o no miradas deterministas, evidenciando si están o no limitando los procesos reales de apropiación crítica de conocimientos, prácticas y usos de programación y robótica por parte de los niños y niñas, así como indirectamente los de las propias comunidades que interactúan con las escuelas de educación inicial.

El índice EME apuesta a poner de relieve aquellas dimensiones de robots, entornos de programación y tabletas con relación directa con los procesos de apropiación de conocimientos y prácticas posibilitadas por la experimentación que realizan los niños y niñas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este índice también constituye un aporte a la construcción de lenguajes comunes entre la industria, las comunidades educativas y las instituciones que investigan sobre este campo, apostando a generar procesos participativos de diseño de dispositivos informáticos para educación en robótica e informática durante la primera infancia. Todo lo anterior permite sostener que es necesario incorporar el análisis y valoración del diseño del hardware y software para programación y robótica como una dimensión relevante y directamente vinculada con los impactos de las propuestas de enseñanza sobre estos contenidos, no solo en la educación durante la primera infancia, sino también en la educación en general. Aunque un debate completo sobre este último punto excede los límites de este trabajo.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. S. *Determinismo tecnológico versus determinismo social: Aportes metodológicos y teóricos de la filosofía, la historia, la economía y la sociología de la*

**tecnología.** Trabajo final de grado. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Disponible en: <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.619/te.619.pdf>. 2002.

BIJKER, W. E. ¿Cómo y por qué es importante la tecnología? **Redes**. v, 11., n. 21, p. 19-53. 2005. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/578>

DIÉGUEZ, A. El determinismo tecnológico: indicaciones para su interpretación. **Argumentos de Razón Técnica**. n. 8. pp. 67-87. 2005

FEENBERG, A. Teoría crítica de la tecnología. **Revista CTS.**, n. 5, v. 2, pp. 109-123. Junio de 2005. Disponible en <http://www.revistacts.net/contenido/numero-5/teoria-critica-de-la-tecnologia/>

FEENBERG, A. **Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica**. 1a ed. - Bernal: Universidad Nacional de Quilmes. 2012.

FEENBERG, A. Critical constructivism: An Exposition and Defense. **Logos Journal**. Otoño 2020. Disponible en <http://logosjournal.com/2020/critical-constructivism-an-exposition-and-defense/>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN CULTURA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA NACIÓN. Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. **Educación Digital, Programación Y Robótica**. Resolución 348/18. Consejo Federal de Educación. Disponible en <https://www.educ.ar/recursos/fullscreen/show/162.2019>.

PINCH, T. Y BIJKER. W. La Construcción Social de Hechos y Artefactos. En A. B. Hernán Thomas, **Actos, actores y artefactos**. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes. 2008. pp. 19-62.

TORRES, M. **Aportes para una apropiación crítica de conocimientos y usos de hardware y software de programación y robótica en la educación para la primera infancia de Argentina**. Trabajo Final. Maestría en Tecnología, políticas y culturas. Centro de Estudios Avanzados. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Córdoba, 2021.

TULA MOLINA, F. Andrew Feenberg Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica. **Tecnología & Sociedad**, Buenos Aires, 1 (2), 87-93, 2013.

Recebido em: 28/05/2022

Parecer em: 05/06/2022

Aprovado em: 30/06/2022