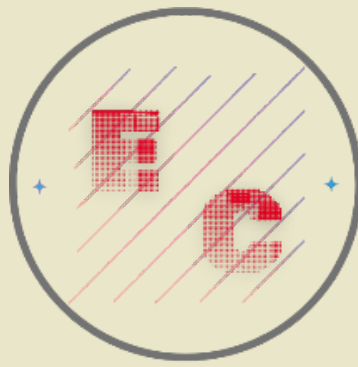




REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 3, Número 3
Julio-Septiembre 2026

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3
julio-septiembre 2026

Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



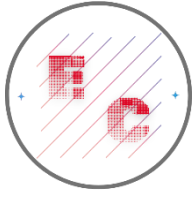
Copyright © 2026: Los autores



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 3, Núm. 3, julio-septiembre 2026, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 julio 2026.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3, 2026, julio-septiembre

DOI: <https://doi.org/10.71112/f8j6jp93>

**MEDIACIÓN TECNOLÓGICA SITUADA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS
MATEMÁTICAS EN CONTEXTOS DE PRECARIEDAD CONECTIVA**

**SITUATED TECHNOLOGICAL MEDIATION FOR MATHEMATICS TEACHING IN
CONTEXTS OF CONNECTIVITY PRECARITY**

Leonar Socarras Molina

Colombia

Mediación tecnológica situada para la enseñanza de las matemáticas en contextos de precariedad conectiva

Situated technological mediation for mathematics teaching in contexts of connectivity precarity

Leonar Socarras Molina^{a,*}

Lsocarrasm@gmail.com

lsocarras@estudiantes.areandina.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-0601-9151>

*Autor de correspondencia: lsocarras@estudiantes.areandina.edu.co, ^aInstitución Educativa Manuel Germán Cuello Gutiérrez. Fundación Universitaria del Área Andina, Facultad de Educación, Colombia

RESUMEN

Este artículo desarrolla la segunda línea de fuga de una Investigación-Acción Participativa con apertura poscualitativa realizada en una institución educativa oficial de Valledupar, Colombia, la mediación tecnológica situada. En un aula con conectividad intermitente y equipos limitados, la propuesta articuló software libre instalable sin conexión, con GeoGebra, hoja de cálculo y programación por bloques, junto con materiales analógicos de bajo costo que operaron como respaldo pedagógico permanente. La caída total de la conectividad durante la sesión 9, resuelta en tres minutos con regletas de cartón preparadas de antemano, se analiza como evidencia de la tesis central. La tecnología amplifica el pensamiento matemático cuando actúa bajo dirección pedagógica clara, y la precariedad puede volverse condición de invención cuando el dispositivo didáctico está preparado. El análisis discute las posiciones

tecnioentusiastas y tecnopesimistas y propone la pedagogía de respaldo como contribución operativa transferible a escuelas latinoamericanas en condiciones semejantes.

Palabras clave: tecnología educativa; tecnología apropiada; brecha digital; GeoGebra; pensamiento computacional; inclusión educativa; Caribe colombiano.

ABSTRACT

This article develops the second line of flight of a Participatory Action Research study with a post-qualitative opening conducted in a public school in Valledupar, Colombia, namely situated technological mediation. In a classroom with intermittent connectivity and limited equipment, the proposal articulated free software installable offline, including GeoGebra, spreadsheets and block programming, together with low-cost analog materials operating as a permanent pedagogical backup. The total connectivity outage during session 9, resolved in three minutes with cardboard rods prepared in advance, is analyzed as evidence for the central thesis. Technology amplifies mathematical thinking when it acts under clear pedagogical direction, and precarity can become a condition of invention when the didactic apparatus is ready. The analysis engages techno-enthusiast and techno-pessimist positions and proposes backup pedagogy as an operational contribution transferable to Latin American schools in similar conditions.

Keywords: educational technology; appropriate technology; digital divide; GeoGebra; computational thinking; inclusive education; Colombian Caribbean.

Recibido: 14 julio 2026 | Aceptado: 2 agosto 2026 | Publicado: 3 agosto 2026

INTRODUCCIÓN

El problema desde el aula real

El debate contemporáneo sobre la tecnología educativa suele plantearse desde aulas donde la conectividad se da por sentada, y esa premisa silenciosa decide de antemano qué preguntas parecen razonables. Este artículo invierte el punto de partida y pregunta desde el otro extremo, desde una sala de informática con quince equipos de generación anterior, una red inalámbrica que falla sin aviso y estudiantes cuyas casas conocen el corte de luz como rutina. La institución que sirve de escenario atiende a unos 1.600 estudiantes de la Comuna 2 de Valledupar, un sector cuya pobreza monetaria alcanza el 49,8 % según el DANE (2024), y allí la reprobación en matemáticas de séptimo grado se mantuvo por encima del 30 % durante tres años seguidos. Quien enseña allí no puede darse el lujo de esperar la infraestructura prometida, porque cada semestre de espera tiene nombres propios.

Frente a ese escenario, la pregunta pertinente cambia de forma. Ya no interesa averiguar si la tecnología mejora el aprendizaje matemático en abstracto, un interrogante que la literatura ha desgastado sin resolver. Interesa más bien qué mediación tecnológica resulta posible y potente cuando la infraestructura no acompaña, y qué le enseña esa condición al debate general (Selwyn, 2011). La distinción importa porque las respuestas a la primera pregunta viajan mal hacia el sur global, mientras que la segunda produce conocimiento situado capaz de viajar hacia cualquier lugar donde también se va la luz.

Para abordar esa pregunta conviene enunciar desde el inicio las dos advertencias de la literatura que enmarcan el problema. La primera es el determinismo tecnológico, la creencia de que el dispositivo produce por sí mismo el aprendizaje. Cuban (2001) documentó que las escuelas estadounidenses compraron computadores de manera masiva y los subutilizaron, porque la máquina llegó antes que la pregunta pedagógica, y Winner (1986) había advertido una década antes que los artefactos encarnan decisiones políticas que la retórica de la

neutralidad técnica oculta. La segunda advertencia es la inversa, la creencia de que la falta de dispositivos justifica la abstención pedagógica. Warschauer (2003) mostró que la brecha digital decisiva no pasa por la tenencia de los equipos. Pasa por la posibilidad de convertirlos en práctica social significativa, la que distingue a quienes los usan con sentido de quienes apenas los operan. Entre ambas advertencias, este estudio adopta la noción de tecnología apropiada de Pacey (1990), según la cual la mejor tecnología para un contexto es la que ese contexto puede sostener. Para una escuela del Caribe colombiano en alta vulnerabilidad, eso significa la herramienta que un estudiante puede llevar a su casa y enseñarle a su madre, antes que la última del mercado.

Coordenadas conceptuales

Sobre esa base se levanta el marco que ordena el análisis, la ley de amplificación formulada por Toyama (2015), para quien la tecnología no sustituye la capacidad pedagógica existente, sino que la amplifica en la dirección que ya trae. Donde hay enseñanza potente, el dispositivo la potencia. Donde no la hay, el dispositivo amplifica el vacío. Esa tesis desplaza la atención del objeto a la relación y explica por qué los programas de dotación masiva sin acompañamiento pedagógico rinden menos de lo prometido. Selwyn (2011) llega a una conclusión convergente desde la sociología de la educación, pues la pregunta relevante nunca recae sobre el aparato. Recae sobre los usos, los intereses y las relaciones que lo enmarcan.

Ahora bien, la tesis de la amplificación no descansa solo en la argumentación conceptual, pues cuenta con respaldo empírico de gran escala. La evaluación experimental del programa Una Laptop por Niño en 318 escuelas rurales de Perú multiplicó por diez la disponibilidad de computadores por estudiante y no encontró efecto alguno en los puntajes de matemáticas y lenguaje tras quince meses de implementación (Cristia et al., 2017). En la misma dirección, un informe comparado de gran escala documentó que los sistemas educativos que más invirtieron en tecnología escolar no mostraron mejoras apreciables en las

pruebas internacionales de lectura, matemáticas o ciencias (OECD, 2015). La revisión de estudios experimentales de Escueta et al. (2020) precisó el patrón, dado que la sola dotación de acceso rinde efectos limitados mientras las intervenciones que apoyan directamente la instrucción con práctica graduada y retroalimentación muestran resultados consistentes. El informe mundial de la UNESCO (2023) recogió esa evidencia para reclamar que la tecnología educativa se subordine a los términos del aprendizaje y no a los del mercado. Toda esta literatura converge en un mismo punto, el valor pedagógico no viene con el aparato sino con el diseño que lo gobierna, y ese punto es el que este caso documenta desde la precariedad.

En el plano del conocimiento docente, ese mismo desplazamiento del aparato hacia la relación tiene su formulación más difundida en el modelo TPACK de Mishra y Koehler (2006), según el cual la integración tecnológica exige la intersección del conocimiento disciplinar, el pedagógico y el tecnológico, y no su mera suma. El caso que aquí se analiza confirma el modelo y le añade una dimensión que la literatura producida en contextos conectados no suele nombrar, el conocimiento de la falla, entendido como la anticipación de la precariedad en calidad de variable de diseño didáctico. Quien planea en Valledupar sabiendo que la red puede caer no planea igual que quien planea en Helsinki, y esa diferencia, lejos de ser un déficit, constituye un saber profesional específico que merece nombre propio.

A su vez, la apuesta por la programación por bloques se ancla en la tradición construccionista. Papert (1980) mostró que el computador puede ser un objeto con el cual pensar y no una máquina de instrucción, Wing (2006) formalizó el pensamiento computacional como una habilidad de formulación y resolución de problemas transferible más allá de la pantalla, y Resnick (2017) demostró que los ambientes de bloques permiten crear con la tecnología en lugar de consumirla. La mediación Vygotskiana completa el cuadro, porque la herramienta cultural solo educa dentro de una zona de desarrollo próximo gestionada por la enseñanza (Vygotsky, 1995). Si el pensamiento computacional es una forma de razonar antes

que un manejo de aparatos, entonces puede ejercitarse con fichas y palillos cuando la pantalla se apaga, y esa consecuencia teórica anticipa uno de los hallazgos centrales del caso.

Junto a lo anterior, el componente inclusivo procede del Diseño Universal para el Aprendizaje en su versión 3.0 (CAST, 2024), leído con Alba Pastor (2016) como diseño anticipado que retira barreras del entorno en lugar de normalizar al estudiante. El grupo de origen incluía cinco estudiantes con diagnóstico formal de neurodivergencia, comprendidos desde el paradigma que Armstrong (2012) y Singer (1998) consolidaron, para el cual esos funcionamientos cognitivos constituyen formas legítimas de operar en el mundo y no déficits, y desde la crítica de Skliar (2005) a la normalización que convierte el silencio del diferente en confirmación de una carencia. La conexión con la mediación tecnológica es directa, porque el respaldo analógico multiplica las vías de acción y expresión disponibles y, con ello, opera como dispositivo DUA incluso cuando nadie lo llama así.

Por último, la orientación política del trabajo procede de la educación matemática crítica. Freire (1970) enseñó que toda pedagogía domestica o emancipa, Skovsmose (2012) tradujo esa herencia al área con los escenarios de investigación en los que el propio estudiantado decide qué medir y de qué manera, y la justicia curricular exige organizar el currículo desde la perspectiva de los menos favorecidos (Connell, 1997; Torres Santomé, 2011). La ecología de saberes de Santos (2010) y la interculturalidad crítica de Walsh (2010) autorizan además el ingreso al aula de las matemáticas practicadas fuera de la escuela, un gesto que esta línea de fuga documenta en su tercer hallazgo y que convierte la selección tecnológica en una decisión curricular con consecuencias sobre qué saberes cuentan.

La investigación de origen y la línea de fuga

Con ese andamiaje conceptual a la vista, corresponde declarar el origen del material empírico. El corpus procede de una investigación mayor, una Investigación-Acción Participativa en la tradición de Fals Borda (1986, 1991), cuya vigencia frente a las metodologías extractivas

reivindica Torres Carrillo (2024), con una apertura poscualitativa (Lather, 2013; St. Pierre, 2011) leída desde el realismo agencial de Barad (2007), para el cual el aula es un entramado de agencias humanas y materiales en intra-acción y no un escenario neutro donde ocurren métodos. En ese diseño, la voz estudiantil tuvo audiencia y también influencias efectivas, tal como lo exige Lundy (2007), lo cual explica que dos frases dichas por estudiantes organicen los hallazgos de este artículo.

De ese proceso analítico emergieron cuatro líneas de fuga en el sentido de Deleuze y Guattari (1987), entendidas como aperturas imprevistas que el diseño no había anticipado y que exigieron elaboración propia. Este artículo desarrolla la segunda, la mediación tecnológica situada, y deja las restantes para otros informes. La experiencia se inscribe además en el horizonte de la política Visión STEM+ (MEN, 2022), cuyo mandato de integración tecnológica encuentra aquí una vía de cumplimiento verificable en condiciones de precariedad, esto es, una respuesta desde el aula real a una política formulada desde la capital.

METODOLOGÍA

Diseño, participantes y técnicas

En cuanto al diseño, el material analizado procede del grupo 7-02 de la Institución Educativa Manuel Germán Cuello Gutiérrez. Lo integraban 35 estudiantes entre los 11 y los 14 años, y cinco de ellos contaban con diagnóstico formal de neurodivergencia y PIAR vigente. La implementación general cubrió 20 semanas con 24 sesiones, de las cuales seis tuvieron componente digital y constituyen el foco de esta línea. Las fuentes centrales fueron el diario de campo del docente investigador, con las entradas DC-09 y DC-15 como piezas centrales, la observación de las seis sesiones con componente digital, las entrevistas a estudiantes y docentes y los grupos focales con acudientes.

Respecto del tratamiento analítico, la información se trabajó con codificación abierta, axial y selectiva (Strauss y Corbin, 2002) y se trianguló por fuente, por técnica y por momento (Denzin, 2012). La línea consolidó nueve códigos in vivo, siete de ellos triangulados en al menos tres fuentes, una densidad que protege los hallazgos de la anécdota aislada. El estatuto epistemológico del resultado es el de un caso (Flyvbjerg, 2006), de modo que lo que se ofrece es transferencia reflexiva y no generalización estadística, con la descripción densa del contexto como condición para que otras escuelas juzguen la pertinencia del traslado.

En materia ética, la investigación contó con consentimiento informado de los acudientes y asentimiento de los estudiantes, la identidad de los participantes se protegió mediante códigos alfanuméricos, como el E-21 que aparece en los resultados, y los hallazgos fueron devueltos a la comunidad educativa según lo exige la tradición participativa, para la cual el conocimiento producido con la comunidad regresa a ella antes de circular por los canales académicos.

El repertorio tecnológico y su criterio de selección

El repertorio digital, por su parte, no se seleccionó por catálogo sino por criterio. Cuatro condiciones derivadas de la noción de tecnología apropiada gobernaron la elección, a saber que fuera software libre, que funcionara instalado sin conexión, que corriera en equipos de generación anterior y que pudiera replicarse en casa sin costo. El resultado articuló GeoGebra en versión sin conexión, la hoja de cálculo de LibreOffice y un ambiente de programación por bloques instalado localmente. En paralelo, cada componente digital tuvo su doble analógico preparado de antemano, con regletas de cartón, chapas usadas como fichas, plantillas cuadrículadas y prototipos con palillos. El costo total de los materiales fue inferior a 200.000 pesos colombianos, unos 50 dólares. La Tabla 1 sintetiza el repertorio y la función didáctica de cada componente.

Tabla 1.

Repertorio de mediación tecnológica situada y su doble analógico

Componente digital	Función didáctica	Doble analógico
GeoGebra en versión sin conexión	Verificación de conjeturas y representación gráfica de funciones.	Regletas de cartón y plantillas cuadriculadas
Hoja de cálculo de LibreOffice	Registro y sistematización de datos del territorio.	Cuaderno de cuentas y tablas manuales
Programación por bloques instalada localmente	Pensamiento computacional y secuenciación de algoritmos.	Fichas, chapas y prototipos con palillos

Nota. El doble analógico tiene rango de componente permanente del dispositivo

didáctico y no de plan de emergencia. Elaboración propia (2026).

Como se aprecia, cada componente digital nació emparejado con su doble analógico, y ese emparejamiento, lejos de ser una concesión a la escasez, constituye la decisión de diseño cuya potencia los resultados pondrán a prueba.

RESULTADOS

El evento crítico de la sesión 9

Los resultados comienzan donde ninguna planeación quisiera comenzar, en una falla. El jueves 18 de septiembre de 2025, a los 22 minutos de una sesión que trabajaba con un simulador de proporciones en línea, la conectividad cayó por completo. Los estudiantes miraron al docente esperando indicación. En lugar de pedirles esperar, este indicó sacar las regletas de cartón preparadas desde la sesión 7 por si acaso. Los equipos se reorganizaron en cuestión de tres minutos y la clase siguió su curso sin conexión. Cuando la señal regresó, veinticinco minutos después, el grupo ya tenía intuiciones propias sobre la proporcionalidad y usó el simulador solo para verificarlas. La entrada DC-09 del diario registra el evento, y la frase de un estudiante, dicha al vuelo mientras repartía las regletas, se volvió el código nuclear de la línea. Profe, esto es como cuando se va la luz en mi casa: uno hace lo que puede con lo que hay.

(E-21, observación oral, sesión 9, septiembre de 2025).

La frase importa por lo que revela. El estudiante no leyó la falla como interrupción del aprendizaje sino como continuidad con una experiencia vital que ya sabía administrar, y esa lectura convirtió un incidente técnico en un acto de soberanía sobre la técnica. El aula, en ese instante, no le exigió una competencia escolar nueva. Le reconoció y le puso a trabajar una competencia doméstica que la vida en su barrio ya le había enseñado, la de sostener la actividad cuando el suministro falla. Pocas veces la continuidad entre el saber del territorio y el saber escolar se deja ver con tanta nitidez.

Conviene subrayar, además, lo que el episodio no fue. No fue una improvisación afortunada, porque las regletas estaban preparadas desde dos sesiones antes con esa exacta eventualidad en mente, y no fue tampoco un rescate heroico del docente, porque la consigna de la sesión ya había puesto a pensar al grupo antes de la caída y el material solo cambió el soporte del pensamiento, no su curso. Dicho de otro modo, la clase no fue salvada, la clase estaba diseñada para no necesitar salvación, y esa diferencia condensa la tesis completa del artículo en una escena de tres minutos.

El orden de la mediación

El segundo hallazgo procede de la entrada DC-15 del diario. En la sesión dedicada a la función lineal del costo del mototaxi, los estudiantes formularon primero la fórmula sobre el papel y solo después la verificaron en GeoGebra. El orden importa, porque el programa llegó como herramienta de comprobación de un pensamiento ya en marcha y no como sustituto del pensamiento. Los cuatro fallos parciales de conectividad posteriores a la sesión 9 no interrumpieron ninguna clase, dado que la copia de seguridad analógica ya era parte estable del dispositivo didáctico y los propios estudiantes la activaban sin esperar instrucción. El grupo incorporó así una regla que la planeación había previsto y que la práctica volvió cultura de aula, el papel primero y el programa después.

Más aún, la evidencia de desempeño del ciclo completo respalda esta lectura. Durante las 20 semanas del dispositivo en que las seis sesiones digitales estuvieron insertas, el promedio del grupo general avanzó 26,5 puntos porcentuales entre la medición inicial y la final, el del subgrupo neurodivergente avanzó 36,6, la participación de ese subgrupo pasó del 17 % al 60 % y las burlas registradas en la guía de observación descendieron de 4,0 a 0,3 por sesión. Esos avances corresponden al dispositivo completo y no pueden atribuirse en exclusiva a la mediación tecnológica, una cautela que la sección 11 desarrolla. Lo que sí autorizan a afirmar es que la línea operó dentro de una trayectoria de aprendizaje documentada y que los cinco fallos de conectividad del ciclo, el total de la sesión 9 y los cuatro parciales posteriores, no la interrumpieron en ningún punto.

La abuela también sabe matemáticas

El tercer hallazgo abrió la línea hacia la ecología de saberes. Una estudiante de biografía campesina, al trabajar la sistematización de datos en la hoja de cálculo, declaró que su abuela también sabe matemáticas, y explicó que el cuaderno donde la abuela registraba sus cosechas hacía lo mismo que la pantalla. El cuaderno de cuentas y la hoja de cálculo son, ambos, tecnologías de registro, y el currículo tradicional solo reconocía una de las dos. La observación de la estudiante materializa el gesto que Santos (2010) nombra ecología de saberes y que la justicia curricular reclama para la escuela (Connell, 1997), pues el saber doméstico entró al aula con estatuto de conocimiento y no como anécdota pintoresca.

El hallazgo excede, con todo, el plano simbólico. Si se examina con los criterios de la tecnología apropiada que gobernaron la selección del repertorio, el cuaderno de la abuela los cumple todos, funciona sin conexión, no cuesta, se sostiene con los recursos del territorio y cualquiera de la casa puede aprender a usarlo (Pacey, 1990). La estudiante ejecutó entonces, sin proponérselo, la operación epistemológica que el marco teórico había anticipado, la de reconocer que la frontera entre tecnología legítima e ilegítima es una convención curricular y no

una propiedad de los artefactos. Los nueve códigos in vivo consolidados por la línea, con siete triangulados, tienen en el código del respaldo y en el del saber de la abuela sus dos anclas de mayor recurrencia, y esa doble ancla une en un solo hallazgo la dimensión técnica y la dimensión decolonial de la mediación.

DISCUSIÓN

Diálogo con la literatura

El caso converso con cuatro cuerpos de literatura, y de cada conversación sale con algo que ofrecer. Con Selwyn (2011) confirma que la pregunta relevante se dirime en la relación pedagógica que enmarca al dispositivo y no en el dispositivo mismo, ya que la misma sesión, con la misma caída de red, habría sido una pérdida de tiempo sin el material de respaldo y sin una consigna que ya había puesto a pensar al grupo. Con Toyama (2015) confirma la ley de amplificación en su versión positiva, porque el repertorio digital amplificó una capacidad pedagógica que ya existía, y permite conjeturar la versión negativa, dado que el mismo repertorio sin dirección pedagógica habría amplificado la deriva.

Con el modelo TPACK (Mishra y Koehler, 2006), en segundo lugar, el caso muestra que el conocimiento tecnológico del docente incluyó aquí algo que el modelo no suele nombrar, el conocimiento de la falla, la anticipación de la precariedad como variable de diseño. Y con la tradición crítica de la brecha digital el caso propone una inversión ilustrativa. Donde Cuban (2001) documentó sobrecompra con subuso, aquí hubo subcompra con sobreuso pedagógico, y donde Warschauer (2003) sitúa la brecha decisiva en el uso significativo, este caso muestra que esa brecha se cierra con diseño didáctico antes que con dotación.

La conversación con la evidencia experimental de gran escala, en tercer lugar, refuerza el argumento. Los resultados nulos de la dotación masiva en Perú (Cristia et al., 2017) y el diagnóstico comparado de los sistemas que más invirtieron sin mejorar (OECD, 2015)

describen lo que ocurre cuando el aparato llega sin dirección pedagógica, mientras la revisión de Escueta et al. (2020) sitúa en el apoyo directo a la instrucción la condición de los efectos positivos. El caso aquí presentado ocupa el cuadrante opuesto al de esos fracasos, con dotación mínima y dirección máxima, y sus resultados de aprendizaje y participación apuntan en la dirección que esa literatura predice. Un caso cualitativo del Caribe colombiano no prueba lo que los experimentos no probaron, pero la convergencia entre ambos niveles de evidencia otorga a la tesis de la amplificación un sustento difícil de ignorar, y la pedagogía de respaldo ofrece la forma operativa de esa subordinación de la técnica al aprendizaje que la agenda internacional reclama (UNESCO, 2023).

Con la tradición construccionista, por último, el caso aporta una precisión que solo la precariedad podía producir. Si los ambientes de bloques forman pensamiento computacional porque enseñan a descomponer problemas y secuenciar soluciones (Papert, 1980; Wing, 2006; Resnick, 2017), entonces ese pensamiento reside en la operación mental y no en la pantalla, y las fichas, las chapas y los palillos lo ejercitan igualmente cuando la pantalla se apaga. La sesión 9 funcionó como el experimento natural que esa hipótesis necesitaba, porque el pensamiento continuó intacto mientras el soporte cambiaba, y esa continuidad es quizá la evidencia más elegante de todo el corpus.

La pedagogía de respaldo como contribución operativa

De todo lo anterior se desprende la contribución conceptual de la línea, la pedagogía de respaldo, entendida como la preparación deliberada de una vía analógica equivalente para toda actividad digital, con tres reglas de operación. La primera regla establece la dirección pedagógica, de modo que lo digital ingresa al aula con una función didáctica explícita y jamás como fin en sí mismo. La segunda fija el orden de los soportes, primero el papel y después el programa. La tercera exige el doble analógico permanente, preparado con antelación y con rango de componente pleno del dispositivo, nunca de plan de emergencia improvisado. La

diferencia con el plan B convencional es de estatuto y de temporalidad, porque el respaldo se diseña junto con la actividad digital y no cuando la falla ocurre, y su costo, inferior al de un solo computador nuevo, la vuelve transferible al sistema público real de la región.

Una primera objeción previsible merece respuesta directa. Podría leerse esta propuesta como una romantización de la carencia, como si la escuela pobre debiera resignarse a las regletas mientras otras escuelas reciben laboratorios. Nada más lejos del argumento. El artículo no celebra la escasez ni la propone como método, denuncia la espera como pedagogía y ofrece una forma de no perder a los estudiantes mientras la deuda de infraestructura se paga. Exigir la dotación justa ante el Estado y preparar el respaldo en el aula no son posturas rivales sino simultáneas, y confundirlas equivale a condenar a una generación completa a esperar sentada la llegada del futuro.

Una segunda objeción señalaría que el caso depende de un docente investigador excepcionalmente comprometido y que, por tanto, no se deja transferir. La respuesta está en el estatuto de las tres reglas, que son rutinas de planeación y no actos de heroísmo. Preparar el doble analógico de una actividad digital toma una decisión y algunos materiales de bajo costo, no una vocación extraordinaria, y precisamente por eso la propuesta se formula como rutina transferible a cualquier colectivo docente con la formación ordinaria disponible. La excepcionalidad, si alguna hubo, estuvo en documentar la práctica, no en ejecutarla, y documentarla es justamente lo que este artículo hace para que deje de ser excepcional.

Alcance y limitaciones

La honestidad del análisis exige declarar lo que la evidencia no autoriza. El resultado procede de un único caso, con la implicación plena del docente investigador, de modo que ofrece transferencia reflexiva y no generalización estadística. La línea tampoco aísla su efecto del resto del dispositivo pedagógico en que estuvo inserta, así que los avances de desempeño reportados corresponden al conjunto y no a la mediación tecnológica por separado, y carece

todavía de evidencia longitudinal sobre la permanencia de la cultura de respaldo más allá del semestre. Ahora bien, declarar límites no equivale a disculparse por el diseño, porque Flyvbjerg (2006) mostró que el caso bien elegido no es el pariente pobre de la generalización sino una vía legítima hacia el conocimiento concreto y dependiente del contexto, que es exactamente el tipo de conocimiento que la pregunta de este artículo exigía.

Queda planteada, en consecuencia, una agenda para la comunidad académica, con réplicas de la pedagogía de respaldo en territorios contrastantes, estudios que examinen su efecto propio en otros grados y áreas, y seguimientos longitudinales que verifiquen si la cultura del respaldo sobrevive al ciclo que la creó.

CONCLUSIONES

La precariedad conectiva no condena a la escuela latinoamericana a elegir entre la parálisis y la simulación de modernidad. La articulación entre software libre sin conexión y materiales analógicos de bajo costo, bajo dirección pedagógica clara, produjo en este caso aprendizaje matemático documentado y, de paso, una lección de soberanía técnica que los propios estudiantes formularon mejor que la literatura, uno hace lo que puede con lo que hay.

La contribución transferible es doble. El criterio de tecnología apropiada opera como filtro de selección de herramientas para contextos donde la infraestructura no acompaña, y la pedagogía de respaldo opera como rutina de planeación que convierte la falla anticipada en continuidad del aprendizaje. Ambas cuestan menos que un solo computador nuevo, y ambas devuelven a la escuela la posición de sujeto frente a la técnica que el determinismo tecnológico le niega y que la abstención pedagógica le arrebató.

En últimas, lo que la sesión 9 dejó ver en tres minutos es aquello que la evidencia internacional lleva una década intentando decir con experimentos de gran escala, que la tecnología educa cuando la enseñanza manda. La invitación a la comunidad académica es

poner esa tesis a prueba en otros territorios donde también se va la luz, con la confianza de que la escuela que prepara su respaldo no está esperando el futuro, lo está fabricando con lo que hay.

Declaración de conflicto de interés

El autor declara no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Declaración de contribución a la autoría

Leonar Socarras Molina: conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, supervisión, validación, visualización, redacción del borrador original, revisión y edición de la redacción.

Declaración de uso de inteligencia artificial

El autor declara que utilizó la inteligencia artificial como apoyo para este artículo, y también que esta herramienta no sustituye de ninguna manera la tarea o proceso intelectual. Después de rigurosas revisiones con diferentes herramientas en las que se comprobó que no existe plagio, como consta en las evidencias, el autor manifiesta y reconoce que este trabajo fue producto de un trabajo intelectual propio, que no ha sido escrito ni publicado en ninguna plataforma electrónica o de IA.

REFERENCIAS

- Alba Pastor, C. (2016). Diseño Universal para el Aprendizaje: educación para todos y prácticas de enseñanza inclusivas. Ediciones Morata.
- Armstrong, T. (2012). El poder de la neurodiversidad. Paidós.
- Barad, K. (2007). Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning. Duke University Press.

- Center for Applied Special Technology [CAST]. (2024). Universal Design for Learning guidelines version 3.0. CAST. <https://udlguidelines.cast.org/>
- Connell, R. W. (1997). Escuelas y justicia social. Ediciones Morata.
- Cristia, J., Ibararán, P., Cueto, S., Santiago, A., y Severín, E. (2017). Technology and child development: Evidence from the One Laptop per Child program. *American Economic Journal: Applied Economics*, 9(3), 295–320. <https://doi.org/10.1257/app.20150385>
- Cuban, L. (2001). Oversold and underused: Computers in the classroom. Harvard University Press.
- Deleuze, G., y Guattari, F. (1987). A thousand plateaus: Capitalism and schizophrenia. University of Minnesota Press.
- Denzin, N. K. (2012). Triangulation 2.0. *Journal of Mixed Methods Research*, 6(2), 80–88. <https://doi.org/10.1177/1558689812437186>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2024). Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2023: boletín técnico. DANE.
- Escueta, M., Nickow, A. J., Oreopoulos, P., y Quan, V. (2020). Upgrading education with technology: Insights from experimental research. *Journal of Economic Literature*, 58(4), 897–996. <https://doi.org/10.1257/jel.20191507>
- Fals Borda, O. (1986). La investigación-acción participativa: política y epistemología. Banda Oriental.
- Fals Borda, O. (1991). Acción y conocimiento: cómo romper el monopolio con investigación-acción participativa. CINEP.
- Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219–245. <https://doi.org/10.1177/1077800405284363>
- Freire, P. (1970). Pedagogía del oprimido. Siglo XXI.

- Lather, P. (2013). Methodology-21: What do we do in the afterward? *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 26(6), 634–645.
<https://doi.org/10.1080/09518398.2013.788753>
- Lundy, L. (2007). “Voice” is not enough: Conceptualising Article 12 of the United Nations Convention on the Rights of the Child. *British Educational Research Journal*, 33(6), 927–942. <https://doi.org/10.1080/01411920701657033>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2022). Visión STEM+ Colombia: modelo nacional de educación STEM. MEN.
- Mishra, P., y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2015). Students, computers and learning: Making the connection. OECD Publishing.
- Pacey, A. (1990). La cultura de la tecnología. Fondo de Cultura Económica.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT Press.
- Santos, B. de S. (2010). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Ediciones Trilce.
- Selwyn, N. (2011). *Education and technology: Key issues and debates*. Bloomsbury.
- Singer, J. (1998). *Odd people in: The birth of community amongst people on the autistic spectrum*. University of Technology Sydney.
- Skliar, C. (2005). Poner en tela de juicio la normalidad, no la anormalidad. *Revista Educación y Pedagogía*, 17(41), 11–22.

- Skovsmose, O. (2012). Investigación, práctica, incertidumbre y responsabilidad. En P. Valero y O. Skovsmose (Comps.), Educación matemática crítica: una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas (pp. 269-297). Ediciones Uniandes.
- St. Pierre, E. A. (2011). Post-qualitative research: The critique and the coming after. En N. K. Denzin y Y. S. Lincoln (Eds.), The SAGE handbook of qualitative research (4.^a ed., pp. 611-635). SAGE.
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa. Universidad de Antioquia.
- Torres Carrillo, A. (2024). Génesis y legado de la investigación (acción) participativa. Cambios y Permanencias, 15(2), 35–46. <https://doi.org/10.18273/cyp.v15n2-202404>
- Torres Santomé, J. (2011). La justicia curricular: el caballo de Troya de la cultura escolar. Ediciones Morata.
- Toyama, K. (2015). Geek heresy: Rescuing social change from the cult of technology. PublicAffairs.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education. ¿A tool on whose terms? UNESCO.
- Vygotsky, L. S. (1995). Fundamentos de defectología (Obras escogidas, Tomo V). Visor.
- Walsh, C. (2010). Interculturalidad crítica y educación intercultural. En J. Viaña, L. Tapia y C. Walsh, Construyendo interculturalidad crítica (pp. 75-96). Instituto Internacional de Integración del Convenio Andrés Bello.
- Warschauer, M. (2003). Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide. MIT Press.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Winner, L. (1986). The whale and the reactor: A search for limits in an age of high technology.
University of Chicago Press.