



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2026,  
Volumen 10, Número 4.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v10i4](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i4)

**EL MODELO STEM-DUA 3.0. FUNDAMENTOS,  
ARQUITECTURA, DISPOSITIVOS OPERATIVOS Y  
CONDICIONES DE RÉPLICA DE UNA MATRIZ DE  
INNOVACIÓN INCLUSIVA PARA LA ENSEÑANZA  
DE LAS MATEMÁTICAS EN CONTEXTOS DE  
ALTA VULNERABILIDAD**

THE STEM-UDL 3.0 MODEL. FOUNDATIONS, ARCHITECTURE,  
OPERATIONAL DEVICES, AND REPLICATION CONDITIONS OF AN  
INCLUSIVE INNOVATION MATRIX FOR MATHEMATICS TEACHING  
IN HIGHLY VULNERABLE CONTEXTS

**Leonar Socarras Molina**

Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v10i4.25549](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i4.25549)

## **El Modelo STEM-DUA 3.0. Fundamentos, Arquitectura, Dispositivos Operativos y Condiciones de Réplica de una Matriz de Innovación Inclusiva para la Enseñanza de las Matemáticas en Contextos de Alta Vulnerabilidad**

**Leonar Socarras Molina<sup>1</sup>**[Lsocarrasm@gmail.com](mailto:Lsocarrasm@gmail.com)[lsocarras@estudiantes.areandina.edu.co](mailto:lsocarras@estudiantes.areandina.edu.co)<https://orcid.org/0000-0003-0601-9151>

Institución Educativa Manuel Germán Cuello Gutiérrez

Facultad de Educación

Fundación Universitaria del Área Andina

Valledupar, Colombia

### **RESUMEN**

Este artículo teórico-metodológico presenta el modelo STEM-DUA 3.0, una matriz de innovación inclusiva para la enseñanza de las matemáticas, configurada mediante una Investigación-Acción Participativa con apertura poscualitativa en un aula de séptimo grado de Valledupar, Colombia. El texto desarrolla el problema educativo que el modelo responde, sus seis fundamentos ensamblados como bricolaje fundamentado, la postura epistemológica cifrada en el verbo configurar, la arquitectura de tres anillos en intra-acción y los seis dispositivos operativos con su evidencia. El caso de origen registró avances de 26,5 y 36,6 puntos porcentuales en los promedios grupales, participación del subgrupo neurodivergente del 17 % al 60 % y reducción de las burlas de 4,0 a 0,3 por sesión. Se formulan cuatro condiciones de réplica gobernadas por una regla explícita según la cual el modelo se transfiere reconfigurándose con cada territorio y no por copia.

**Palabras clave:** modelo pedagógico, STEM, diseño universal para el aprendizaje, inclusión educativa, neurodivergencia

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [Lsocarrasm@gmail.com](mailto:Lsocarrasm@gmail.com)

# **The STEM-UDL 3.0 Model. Foundations, Architecture, Operational Devices, and Replication Conditions of an Inclusive Innovation Matrix for Mathematics Teaching in highly Vulnerable Contexts**

## **ABSTRACT**

This theoretical-methodological article presents the STEM-UDL 3.0 model, an inclusive innovation matrix for mathematics teaching, configured through post-qualitative Participatory Action Research in a seventh-grade classroom in Valledupar, Colombia. The text develops the educational problem the model responds to, its six foundations assembled as a grounded bricolage, the epistemological stance encoded in the verb to configure, the three-ring architecture in intra-action, and the six operational devices with their evidence. The original case recorded gains of 26.5 and 36.6 percentage points in group averages, participation of the neurodivergent subgroup rising from 17% to 60%, and a reduction of mockery episodes from 4.0 to 0.3 per session. Four replication conditions are formulated under an explicit rule whereby the model is transferred by reconfiguring itself with each territory rather than by copying.

**Keywords:** pedagogical model, STEM, universal design for learning, inclusive education, neurodivergence

*Artículo recibido 18 junio 2026  
Aceptado para publicación: 23 julio 2026*



## INTRODUCCIÓN

Los modelos pedagógicos circulan con una promesa implícita, la de que ejecutar con fidelidad los pasos prescritos producirá los resultados exhibidos. Esa promesa, heredera de una racionalidad técnica, explica a la vez su atractivo y su alta tasa de fracaso al viajar. Lo que funcionó en un contexto se degrada en otro porque el modelo llevaba incorporadas, sin declararlo, las condiciones de su origen, y las escuelas de contextos vulnerables son el destino habitual de propuestas concebidas en condiciones materiales, culturales y afectivas que no son las suyas.

Este artículo presenta un modelo que responde a ese problema desde su propia formalización. El STEM-DUA 3.0, configurado con los 35 estudiantes del grupo 7-02 de la Institución Educativa Manuel Germán Cuello Gutiérrez de Valledupar, en Colombia, se ofrece como matriz adaptable cuya primera regla de transferencia es epistemológica. El modelo se transfiere reconfigurándose con cada territorio y no mediante copia. La formulación deriva del verbo rector de la investigación, configurar, y se justifica en el realismo agencial de Barad (2007) y el giro poscualitativo de St. Pierre (2011), para quienes una propuesta pedagógica no se aplica sobre un aula sino que se produce con ella.

El propósito es doble. En el plano teórico, formaliza el modelo con la densidad que el escrutinio de pares exige. En el plano práctico, entrega a las instituciones la operación de cada dispositivo, su evidencia, las condiciones de réplica y los riesgos de degradación anticipados.

### **El problema que el modelo responde**

Un modelo pedagógico honesto declara el problema para el que fue construido, porque su pertinencia en otro lugar depende de que el problema sea análogo. El STEM-DUA 3.0 nació de una exclusión que los archivos institucionales registraban con precisión. La mortalidad académica en matemáticas de séptimo grado superó el 30 % durante tres años consecutivos y llegó a 32,5 % en la cohorte previa, el ausentismo del área alcanzó el 18 % frente a un promedio institucional del 11 %, y ambos indicadores golpearon con mayor fuerza al estudiantado neurodivergente. La institución atiende cerca de 1.600 estudiantes en barrios de la Comuna 2 de Valledupar, donde el DANE (2024) reporta una pobreza monetaria del 49,8 %.

La investigación de origen formuló ese problema en tres niveles que exigen respuestas diferentes. En el descriptivo, el problema se expresa en indicadores de pérdida, ausentismo y silencio. En el estructural,



el problema es el mecanismo que los produce, un currículo discapacitante (Alba Pastor, 2016) que admite como única vía de acceso al contenido la explicación verbal en el tablero y como única vía de demostración el ejercicio escrito en tiempo fijo. La barrera no está en el estudiante sino en el diseño, y la escuela fabrica el fracaso que después diagnostica. En el ético-político, el problema es la normalización de la exclusión simbólica (Skliar, 2005), por la cual el silencio del estudiante con dislexia o discalculia se lee como confirmación de un déficit y no como síntoma de una barrera, con lo cual la escuela queda absuelta.

De esa triple formulación derivan las tres exigencias que el modelo debía satisfacer a la vez. Debía mover los indicadores, porque una propuesta que no altera la pérdida ni el ausentismo es un discurso. Debía desmontar el mecanismo diversificando por diseño las vías de acceso y de demostración, dado que intervenir los síntomas sin tocar la estructura reproduce el problema. Y debía disputar la normalización restituyendo al estudiante neurodivergente la posición de agente productor de saber matemático, ya que tolerar la presencia del diferente sin redistribuir la palabra equivale a una integración física con exclusión simbólica intacta.

El problema tiene además una cara normativa que el modelo operacionaliza. La Ley 115 de 1994 consagra el derecho a una educación pertinente y la Ley 1618 de 2013 ordena garantizar los derechos de las personas con discapacidad. El Decreto 1421 de 2017 reglamenta la educación inclusiva con instrumentos concretos, entre ellos el PIAR, y la política Visión STEM+ (MEN, 2022) promueve el enfoque que este modelo territorializa. El cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible completa el horizonte con su fórmula de educación inclusiva, equitativa y de calidad.

La distancia entre ese andamiaje y el aula real constituye el espacio que el modelo ocupa. Las normas ordenan ajustes razonables, pero no dicen cómo se enseña la función lineal a un grupo con cinco perfiles neurodivergentes y treinta trayectorias distintas. Promueven el STEM, pero no resuelven qué significa un reto de ingeniería sin laboratorio y con conectividad intermitente. Cada dispositivo de la sección 6 responde en la práctica a un mandato que, sin esa traducción, permanece declarativo. Implementarlo constituye, así, una vía de cumplimiento del marco vigente, defendible ante secretarías de educación y organismos de control.

### **Fundamentos: un bricolaje fundamentado**

El modelo no deriva de una tradición única, sino que ensambla seis vertientes cuyo encuentro exige vigilancia epistemológica, en lo que la investigación denominó bricolaje fundamentado. La expresión reconoce que el ensamble responde a la necesidad práctica de un aula concreta, con cinco estudiantes con diagnóstico formal y PIAR vigente y una exclusión documentada, antes que a una síntesis teórica acabada, y que las tradiciones convocadas tienen genealogías distintas, con costuras que deben quedar a la vista.

### **La pedagogía crítica: la orientación política**

De Freire (1970) el modelo toma la convicción de que toda enseñanza es un acto político que puede domesticar o emancipar, junto con su crítica a la educación bancaria. En matemáticas, esa pedagogía se disfraza de neutralidad técnica. Los números parecen no tener ideología y, sin embargo, decidir qué problemas merecen resolverse, con qué datos y para beneficio de quién es siempre político. El modelo asume la herencia en el co-diseño y en los círculos donde la voz circula sin jerarquía. La tensión es conocida, la acusación de saber mejor que los sujetos que los emancipa, y la salvaguarda adoptada es participativa. La dirección del cambio la fija la deliberación del grupo, y el caso de origen registró dos reformulaciones de la planeación propuestas por estudiantes y aceptadas.

### **La educación matemática crítica: la traducción al área**

Skovsmose (2012) traduce la orientación freireana a las matemáticas con dos nociones que el modelo operacionaliza. La primera es la materacia, la capacidad de leer y escribir el mundo con herramientas matemáticas, incluida la lectura crítica de los usos sociales del número. La segunda contrapone los escenarios de investigación al paradigma del ejercicio. El ejercicio tiene respuesta única y datos dados, mientras el escenario abre preguntas donde los estudiantes deciden qué medir y cómo. Los ocho retos territorializados son escenarios en ese sentido. La tarifa del mototaxi o la captación de agua lluvia exigen salir a medir, discutir la confiabilidad de los datos y defender las decisiones. El horizonte adoptado, la matematización de la esperanza, cifra el aporte y anuncia unas matemáticas para imaginar y calcular futuros posibles del propio territorio.



### **El Diseño Universal para el Aprendizaje 3.0: la ingeniería de la accesibilidad**

Del DUA (CAST, 2024) el modelo toma su principio fundante y sus tres ejes. El principio es la inversión de la carga. En lugar de normalizar al estudiante para que quepa en un diseño único, se diversifica el diseño para que quepan todos, porque la barrera está en el entorno y retirarla es responsabilidad de quien diseña. Los tres ejes son la implicación, con múltiples formas de comprometerse; la representación, con códigos verbal, gráfico, manipulativo y digital; y la acción y expresión, con múltiples vías de demostrar lo aprendido. La versión 3.0 de las pautas incorpora la pertenencia y la identidad como focos de diseño, lo que permite leer lo afectivo y lo territorial como asuntos de accesibilidad. La tensión reside en su origen anglosajón, con dotaciones ajenas al aula de origen, y el modelo la procesa territorializando los medios sin renunciar a los principios.

### **El enfoque STEM integrador: la unidad curricular**

Del enfoque STEM el modelo toma la formulación integradora (Vasquez et al., 2013), según la cual los problemas reales no llegan divididos en asignaturas y el aprendizaje se organiza alrededor de retos donde las cuatro disciplinas se convocan según el problema. El modelo se cuida de dos degradaciones frecuentes, la yuxtaposición, que dicta materias separadas con un proyecto decorativo al final, y el tecnocentrismo, que reduce el STEM a kits y pantallas. Frente a ambas, define el reto como unidad curricular y lo ancla en Visión STEM+ y los Derechos Básicos de Aprendizaje, para que la integración no sacrifique la progresión disciplinar que el sistema evalúa.

### **Justicia curricular e interculturalidad crítica: el quién y el desde dónde**

De Connell (1997) y Torres Santomé (2011) el modelo toma la pregunta por los intereses del currículo, qué saberes entran al aula con estatuto de conocimiento y cuáles quedan afuera como folclor. La justicia curricular exige organizarlo desde la perspectiva de los menos favorecidos. En el caso de origen, los oficios familiares, los saberes de las abuelas y las prácticas del territorio entraron a los retos como insumos legítimos del trabajo matemático. La interculturalidad crítica de Walsh (2010) y la ecología de saberes de Santos (2010) profundizan el gesto al reconocer que existen matemáticas practicadas fuera de la escuela cuyo diálogo con la matemática escolar enriquece a ambas. La tensión aquí es el esencialismo pintoresquista, y el antídoto consiste en exigir que cada saber convocado trabaje



matemáticamente, de manera que la pendiente del techo se mida, se modele y se argumente y el reconocimiento resulte epistémico y no decorativo.

### **La Investigación-Acción Participativa: el método y la ética**

De Fals Borda (1986, 1991) el modelo toma el método y una ética del conocimiento según la cual el saber sobre una comunidad se produce con ella y se le devuelve, dado que separar investigador e investigado reproduce la jerarquía criticada en el plano pedagógico. Su reactualización (Torres Carrillo, 2024) subraya esa vigencia frente a las metodologías extractivas. La herencia sentipensante se concreta en fases en espiral, devolución de los hallazgos a estudiantes y familias, y voz del investigador asumida como situada. Esta vertiente gobierna además la transferencia, porque un modelo que viaje sin sus nuevos sujetos no lleva conocimiento sino formato.

### **La vigilancia del bricolaje**

Las seis vertientes no se funden en síntesis, sino que se acoplan por las costuras que el problema exige. La pedagogía crítica y la justicia curricular comparten la pregunta por el poder, el DUA y el STEM comparten la lógica del diseño, y la IAP provee el método que las mantiene bajo control participativo. Los puntos de fricción exigen vigilancia, ya que el DUA habla el lenguaje de la ingeniería mientras la pedagogía crítica desconfía de las ingenierías, y el STEM carga una genealogía productivista. El modelo declara esas fricciones y encarga a la espiral de la IAP procesarlas. Eso distingue el bricolaje fundamentado del eclecticismo. Hay un criterio de ensamble, la exclusión, una jerarquía donde decide la participación cuando las vertientes chocan, y un registro de las tensiones.

## **METODOLOGÍA**

### **La postura epistemológica: configurar**

El modelo está gobernado por un verbo, y de esa elección depende el estatuto de todo lo demás. La investigación formuló su pregunta y su objetivo con un único verbo rector, configurar, en lugar de la tríada que separa diseño, implementación y evaluación como etapas. En la lógica lineal se diseña en el escritorio, se aplica después y se mide al final, con el aula como terreno pasivo. En la espiral de la IAP leída con el realismo agencial de Barad (2007), esos momentos se enredan, y así la evaluación de cada sesión reescribía el diseño de la siguiente, la implementación reconfiguraba los instrumentos y el aula intervenía en la producción de la propuesta que supuestamente se le aplicaba. Barad nombra intra-



acción a esa co-constitución de los agentes, y St. Pierre (2011) extrae la consecuencia metodológica de que los procedimientos no capturan una realidad que espera afuera, sino que participan en producirla. Configurar nombra, a la vez, el proceso real por el que la propuesta existió, un movimiento único y recursivo donde diseñar, implementar y evaluar fueron caras del mismo gesto. Nombra la posición del docente adoptante, que actúa como co-configurador junto con su grupo y no como ejecutor de un guion. Y nombra la regla de transferencia, pues el modelo se produjo con un territorio y solo puede reproducirse produciéndose con otro. Un modelo configurado no admite copia porque sus condiciones de producción son parte de su contenido.

Para el docente adoptante, la postura tiene tres implicaciones. Toca primero la planeación, porque planear es formular hipótesis didácticas revisables. El formato incluye un espacio obligatorio de ajustes donde la sesión real corrige a la imaginada, y una planeación sin tachaduras al final del semestre es mal signo. Toca luego el registro, dado que la propuesta se produce en el hacer y el diario, aunque breve, es el instrumento con que el modelo aprende de sí mismo. Y toca por último la identidad profesional. Configurar disuelve la división entre quien aplica y quien diseña y devuelve al profesor el estatuto de productor de conocimiento pedagógico. La docente colaboradora, con 22 años de servicio, nombró esa recuperación al aceptar que sus estudiantes reformularan la planeación por primera vez en su carrera.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Arquitectura del modelo: tres anillos en intra-acción**

La arquitectura se representa en tres anillos concéntricos de fronteras deliberadamente porosas. La imagen se eligió contra la pirámide, que jerarquiza, y el diagrama de flujo, que secuencia. Los anillos expresan simultaneidad y envolvimiento, pues los tres planos existen al mismo tiempo y cada uno solo tiene sentido envuelto por los otros.

### **El núcleo: el estudiante reconocido como agente**

En el centro está el estudiante, neurotípico o neurodivergente, y el sustantivo decisivo es agente, coautor de la enseñanza y no su destinatario. Tres operaciones separan ese reconocimiento de la retórica habitual. Una es que la voz estudiantil tiene audiencia e influencia reales, en el sentido de Lundy (2007), quien distingue cuatro condiciones de participación efectiva, espacio, voz, audiencia e influencia, y advierte que las escuelas suelen escamotear las dos últimas.



Esa influencia quedó documentada en las dos reformulaciones de la planeación aceptadas en el caso de origen. Otra es que el estudiante neurodivergente entra al núcleo con estatuto pleno, desde el paradigma de la neurodiversidad (Armstrong, 2012; Singer, 1998), que entiende su funcionamiento cognitivo como una forma legítima de operar en el mundo. La última es que el agenciamiento se evalúa, pues la participación efectiva se registra sesión a sesión y el núcleo del modelo tiene indicador.

### **El anillo intermedio: los principios DUA acoplados a las disciplinas STEM bajo mediación docente**

El segundo anillo es el plano didáctico, y su regla constitutiva es el acoplamiento, pues los tres principios del DUA no se aplican después de diseñar el reto STEM sino que se diseñan con él. Cada reto ofrece desde su formulación múltiples formas de implicarse, como la elección de roles, la conexión con intereses y los acuerdos de trabajo; múltiples representaciones, y así la función lineal aparece como tabla, gráfica, fórmula, recorrido físico del mototaxi y programa de bloques; y múltiples vías de expresión, del procedimiento escrito a la maqueta, el audio, la explicación oral y la construcción digital. La mediación docente opera el anillo mediante consignas multimodales, andamiajes graduados, manejo del error como información y distribución deliberada de la palabra. La mediación vygotskiana (Vygotsky, 1995) trabaja en la zona donde el estudiante puede con ayuda lo que mañana podrá solo, y esa zona se identifica observando.

### **El anillo externo: el territorio como fuente de retos y de saberes**

El tercer anillo, que en otros modelos suele ser un fondo decorativo llamado contexto, aquí es estructural, con dos funciones activas. Como fuente de retos, el territorio provee las situaciones que la sección 6.2 detalla. Los problemas matemáticos del modelo son problemas de Valledupar, con datos recogidos en la calle, la casa y el patio. Como fuente de saberes, ingresa mediante los oficios familiares. El padre que construye techos aporta el saber de la pendiente, y la abuela que lleva las cuentas del hogar aporta un sistema de registro que conversa con la hoja de cálculo. Este anillo materializa la justicia curricular de la sección 3.5 y produce el efecto que una voz estudiantil convirtió en nombre de línea de fuga (Deleuze y Guattari, 1987), el descubrimiento de que la matemática también es de aquí.

### **El régimen de relaciones: intra-acción, no capas**

Lo distintivo de la arquitectura no son los anillos sino su régimen de relaciones. Los tres planos no funcionan como capas apiladas sino en intra-acción (Barad, 2007), constituyéndose mutuamente.



El territorio reescribe los retos, y así la caída del servicio eléctrico se volvió criterio de diseño. Los retos reposicionan al estudiante, y quien sabía de techos pasó de callar a explicar. El estudiante, a su vez, reconfigura lo que el territorio significa en el aula. De allí deriva una instrucción de uso, no preguntarse cómo aplicar los anillos en orden sino qué configuración concreta toman los tres en cada grupo y territorio.

### **Los seis dispositivos operativos**

La arquitectura se vuelve práctica mediante seis dispositivos que actúan en conjunto y se modulan según el grupo. La palabra designa disposiciones estables del aula que organizan relaciones, tiempos y materiales. Cada apartado presenta un dispositivo con su fundamento, su operación y su evidencia, porque un modelo riguroso debe mostrar qué propone, cómo se hace y qué produjo.

#### **▪ El co-diseño con los estudiantes**

El dispositivo lleva la participación freireana y el modelo de Lundy (2007) a la estructura del curso. En su operación, la fase de co-diseño transcurre entre las semanas 6 y 8, cuando el grupo delibera sobre los retos, ajusta sus reglas, elige el sistema de roles rotativos y participa en el diseño de la rúbrica que lo evaluará. Durante la implementación, la asamblea breve de cierre semanal recoge propuestas que la planeación siguiente procesa. La evidencia incluye, además de las dos reformulaciones aceptadas, el registro del diario según el cual la apropiación de los roles redujo la dependencia del docente desde la sesión 8, y las entrevistas de cierre recogen la percepción de que las ideas estudiantiles cambiaron la clase. El riesgo de degradación es el co-diseño simulado, que consulta lo accesorio y reserva lo sustantivo. El antídoto consiste en deliberar al menos un componente con consecuencias, como la rúbrica y la elección de retos.

#### **▪ Los retos territorializados**

El dispositivo se fundamenta en los escenarios de investigación de Skovsmose (2012) anclados en la justicia curricular. Opera mediante ocho retos, uno por secuencia, cada uno con anclaje territorial reconocible, producto esperado con formatos diversos y articulación explícita con los Derechos Básicos de Aprendizaje del grado. La Tabla 1 los sintetiza, y la primera instrucción de réplica es rehacerla con el territorio propio.



**Tabla 1** Los ocho retos territorializados del caso de origen

| <b>Reto</b>                     | <b>Anclaje territorial</b>       | <b>Contenido matemático central</b>    | <b>Producto (vías diversas)</b>                   |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. La tarifa justa del mototaxi | Transporte informal del barrio   | Función lineal, proporcionalidad       | Tabla y gráfica de tarifas; simulación en bloques |
| 2. El techo de mi casa          | Oficio familiar de construcción  | Pendiente, medición                    | Maqueta con pendiente medida y argumentada        |
| 3. Agua que cae, agua que sirve | Lluvia e infraestructura escolar | Volumen, razón de cambio               | Prototipo de captación con cálculo de litros      |
| 4. Las semillas de la abuela    | Huerto escolar y saber campesino | Fracciones, área, perímetro            | Cajones sembrados con plano y registro            |
| 5. Las cuentas del rebusque     | Economía doméstica               | Operaciones con racionales, porcentaje | Presupuesto familiar simulado en hoja de cálculo  |
| 6. El bingo del Festival        | Práctica cultural vallenata      | Probabilidad básica                    | Análisis del juego con experimento y conteo       |
| 7. El clima de mi ciudad        | Datos meteorológicos locales     | Estadística descriptiva, gráficas      | Informe gráfico con datos reales de Valledupar    |
| 8. El plano del barrio          | Recorridos cotidianos            | Plano cartesiano, escala               | Mapa a escala con rutas y coordenadas             |

Nota. Cada reto se desarrolla en una secuencia de tres semanas con momentos de exploración, formalización y comunicación. La articulación con los Derechos Básicos de Aprendizaje queda consignada en la planeación de cada secuencia. Elaboración propia (2026).

Como evidencia, la representación gráfica, transversal a los ocho retos, registró el mayor avance del caso con +27,7 puntos, y la línea de justicia curricular consolidó once códigos in vivo, diez de ellos triangulados, con voces que nombran la restitución de pertenencia. El riesgo de degradación es el pintoresquismo, y el antídoto es exigir que cada anclaje produzca medición, modelación y argumento.

### **La aplicación simultánea de los tres principios DUA**

El dispositivo se fundamenta en las pautas DUA 3.0 (CAST, 2024) leídas como diseño anticipado. En su operación, cada sesión se planea con los tres principios explícitos en el formato, y la observación de aula verifica su presencia en acto. La Tabla 2 muestra la correspondencia que el caso estabilizó. La clave es la simultaneidad, porque aplicar solo la representación múltiple deja intactas las barreras de implicación y de expresión, que más pesan sobre el estudiantado neurodivergente.

**Tabla 2** Correspondencia operativa de los principios DUA en el modelo

| Principio DUA 3.0  | Traducción operativa en el aula                                                                                                                                                           | Verificación                                                                    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Implicación        | Elección de roles y de reto cuando es posible; acuerdos de convivencia propios; conexión explícita del reto con la vida del estudiante; música y ambientación acordadas.                  | Formato de planeación (casilla obligatoria) y guía de observación (dimensión 4) |
| Representación     | Cada contenido presentado en al menos tres códigos: verbal, gráfico y manipulativo, con el digital como cuarto cuando la conectividad lo permite; consignas leídas en voz alta a demanda. | Formato de planeación y observación de aula                                     |
| Acción y expresión | Toda evidencia admite vías alternativas de igual estatuto: escrito, esquema, maqueta, audio, explicación oral, construcción digital; la rúbrica las reconoce sin penalización.            | Rúbrica STEM-DUA (columna de vía de expresión)                                  |

Nota. La casilla obligatoria del formato de planeación impide que un principio se omita por inercia; la observación externa de doce sesiones del caso de origen verificó la presencia simultánea. Elaboración propia (2026).

La evidencia muestra que el subgrupo neurodivergente avanzó 36,6 puntos frente a los 26,5 del grupo general. El equipo investigador atribuye buena parte del diferencial al tercer principio, porque las vías alternativas de expresión retiraron la barrera que más silenciaba a ese subgrupo, la respuesta escrita única en tiempo fijo. El riesgo de degradación es el DUA de lista de chequeo, y el antídoto combina la verificación observacional con la pregunta de cierre de cada planeación sobre qué estudiante queda afuera con el diseño.

### Los círculos de palabra y la cultura del error

El dispositivo se fundamenta en el diálogo freireano y en la afectividad del aula como infraestructura del aprendizaje, en sintonía con la hospitalidad pedagógica de hooks (1994) y la comunidad inclusiva de Sapon-Shevin (2010). En su operación, el círculo de palabra abre y cierra cada secuencia, con disposición circular, palabra que rota y escucha sin interrupción, y en la tercera sesión el grupo construye su acuerdo de trato del error, escrito y visible. El del caso de origen estableció que cuando alguien se equivoca no hay burla sino ayuda para entender. Los errores frecuentes se llevan al tablero sin autor, como material de análisis colectivo. La evidencia registra que las burlas cayeron de 4,0 por sesión a 0,3 tras el acuerdo, el ausentismo del área bajó del 18 % al 9 % y el tablero pasó del 78 % al 31 % en la cartografía de zonas rojas. El acuerdo antecedió a los desplazamientos cognitivos, lo que sugiere instalar este dispositivo primero. El riesgo de degradación es el círculo ritual sin consecuencias, y el antídoto es el seguimiento verificable de los acuerdos.

### **La mediación tecnológica situada y la pedagogía de respaldo**

El dispositivo se fundamenta en la posición intermedia frente a la tecnología educativa, equidistante del solucionismo y del rechazo, en sintonía con la crítica de Selwyn (2011) y con el criterio de tecnología apropiada (Pacey, 1990), según el cual la mejor tecnología es la que el contexto sostiene y el estudiante puede llevar a su casa. Opera con tres reglas. La primera es la dirección pedagógica, pues lo digital entra con una función didáctica declarada y nunca como fin en sí mismo. La segunda ordena los códigos, con el papel primero y el programa después. La tercera es la pedagogía de respaldo, por la cual todo componente digital tiene su doble analógico preparado, como regletas de cartón, tableros milimetrados, dados y fichas, para que la caída de la conectividad active el plan B en minutos. El software fue libre e instalable sin conexión, con GeoGebra, hojas de cálculo y programación por bloques. Como evidencia, la caída total del servicio en la sesión 9, a los 22 minutos, se resolvió con reorganización en tres minutos y continuidad de la clase. La docente colaboradora resumió que sin internet igual hubo clase. El riesgo de degradación es tratar el respaldo analógico como plan de emergencia vergonzante, cuando en el modelo es componente de pleno derecho.

### **La evaluación 40-40-20 y la rúbrica de múltiples vías**

El dispositivo se fundamenta en la evaluación como oportunidad de aprendizaje y no como auditoría terminal (Anijovich y Cappelletti, 2017), articulada con el tercer principio del DUA. Opera con tres componentes armonizados con el sistema institucional. El 40 % corresponde a la producción, los productos de los retos valorados con la rúbrica STEM-DUA, que valora resolución de problemas, comprensión conceptual, representación gráfica y argumentación en cuatro niveles, con dos evaluadores en paralelo. Otro 40 % corresponde al proceso, con la misma rúbrica en al menos tres momentos de cada secuencia para que el avance tenga valor. El 20 % restante corresponde a la autoevaluación dialógica, una conversación estructurada estudiante-docente con evidencias en mano. La rúbrica reconoce como vías de igual estatuto el procedimiento escrito, el esquema, la maqueta, la grabación de voz, la explicación oral, la hoja de cálculo, GeoGebra y el código en bloques. La evidencia registra una concordancia inter-evaluador del 87 % y un avance promedio de 1,7 niveles entre la primera y la última entrega. El riesgo de degradación es la rúbrica convertida en tarifario punitivo, y el antídoto es su co-diseño con los estudiantes junto con la conversación dialógica del 20 %.



## **Un engranaje transversal: el sistema de roles rotativos**

Atravesando los seis dispositivos funciona un engranaje que las réplicas tienden a omitir, el sistema de roles rotativos. Cada equipo de cuatro distribuye los roles de coordinador, reportero, técnico y mediador, que rotan con cada reto hasta que todo estudiante ejerce todos en el semestre. La rotación es la clave inclusiva, porque impide la distribución por estereotipo y garantiza que el estudiante neurodivergente pase también por las posiciones de autoridad y de palabra pública, con los andamiajes que necesite. Dos de las escenas con mayor densidad de la línea de agenciamiento ocurrieron en rol, la de un estudiante con TDAH y dislexia dirigiendo la programación del robot de su equipo y la de una estudiante con TDAH explicando la medición del techo como reportera. El engranaje se instala en el co-diseño y se registra en la observación, para que la rotación sea verificable.

## **El modelo en acto: la evidencia del caso de origen**

Aunque este artículo es teórico-metodológico, la matriz debe anclarse en su evidencia, presentada aquí para que el lector la juzgue con datos. El caso de origen es el grupo 7-02, integrado por 35 estudiantes, 18 mujeres y 17 hombres de 11 a 14 años con tres casos de extra-edad, cinco de ellos con diagnóstico formal y PIAR vigente. La implementación cubrió 20 semanas en cuatro fases, con 24 sesiones y los ocho retos de la Tabla 1. La información se produjo con nueve técnicas articuladas y se analizó con codificación abierta-axial-selectiva (Strauss y Corbin, 2002) y triangulación de fuentes, técnicas y momentos (Denzin, 2012).

En el plano del pensamiento matemático, el cruce del pre-test y el post-test, dos pruebas equivalentes de dieciséis ítems en cuatro dimensiones con múltiples vías de respuesta y doble evaluador, registró un avance promedio de 26,5 puntos porcentuales. La resolución de problemas pasó de 39,5 a 64,2; la comprensión conceptual, de 36,8 a 63,4; la representación gráfica, de 38,1 a 65,8; y la argumentación, de 34,9 a 61,8. El subgrupo neurodivergente avanzó 36,6 puntos al pasar de 26,4 a 63,0, con avances individuales de +34 en E-08 con dislexia, +38 en E-12 con TDAH y dislexia, +38 en E-15 con discalculia, +41 en E-21 con TDAH y +32 en E-26 con discalculia, 10,1 puntos por encima del grupo general y con reducción de la brecha en términos absolutos. Estas cifras describen un caso (Flyvbjerg, 2006) y se leen trianguladas con el corpus cualitativo, sin pretensión inferencial.



En el plano participativo y afectivo, la participación efectiva del subgrupo neurodivergente pasó del 17 % al 60 %, las burlas cayeron de 4,0 a 0,3 por sesión y el ausentismo bajó del 18 % al 9 %. Las zonas rojas de la cartografía también se desplazaron. El salón completo pasó del 60 % al 22 %, el tablero del 78 % al 31 % y los pupitres del fondo del 65 % al 18 %. En el plano cualitativo, el análisis consolidó 47 códigos in vivo, 38 de ellos triangulados, el 80,8 %, organizados en las cuatro líneas de fuga del agenciamiento de la neurodivergencia, la mediación tecnológica situada, la justicia curricular y voz, y la afectividad como infraestructura. La Tabla 3 sintetiza la correspondencia entre dispositivos y evidencia.

La evidencia incluye un plano que los modelos suelen omitir, los desplazamientos de los adultos y de la institución. Las docentes colaboradoras registraron el tránsito de la lástima al respeto frente al estudiantado neurodivergente y la aceptación, inédita en 22 años de servicio, de reformulaciones estudiantiles de la planeación, y cerraron con una síntesis que el modelo adopta como divisa de sobriedad, la de que no es magia sino trabajo, pero funciona. Las familias pasaron de la distancia a la demanda. Siete acudientes participaron de los grupos focales y de la jornada de huerta, y el cierre los encontró exigiendo continuidad. Los formatos diversos quedaron admitidos en el sistema de evaluación y las jornadas de planeación colaborativa, en el horario. Ese triple desplazamiento autoriza a hablar de transformación de la cultura escolar y no solo de un buen semestre.

**Tabla 3** Síntesis de la correspondencia entre dispositivos del modelo y evidencia del caso de origen

| Dispositivo                   |     | Evidencia principal asociada                                                                                       |
|-------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Co-diseño                     |     | Dos reformulaciones estudiantiles de la planeación aceptadas; autonomía creciente de los equipos desde la sesión 8 |
| Retos territorializados       |     | Mayor avance en representación gráfica (+27,7); once códigos de justicia curricular, diez triangulados             |
| Principios simultáneos        | DUA | Avance diferencial del subgrupo neurodivergente (+36,6 frente a +26,5); reducción de la brecha                     |
| Círculos y cultura del error  |     | Burlas de 4,0 a 0,3 por sesión; ausentismo del 18 % al 9 %; desplazamiento de zonas rojas                          |
| Mediación tecnológica situada |     | Continuidad de la clase ante la caída de conectividad (sesión 9); orden papel-programa sostenido                   |
| Evaluación 40-40-20           |     | Concordancia inter-evaluador del 87 %; avance de 1,7 niveles en rúbrica; formatos diversos institucionalizados     |

Nota. La correspondencia es analítica, no causal en sentido estricto, pues los dispositivos actúan en conjunto y la evidencia los triangula como sistema. Elaboración propia (2026).

## **Validación interna y diálogo con otros modelos**

### **Las cuatro líneas de fuga como validación interna**

Un modelo puede exhibir indicadores favorables y descansar sobre una lectura equivocada de por qué funcionó. Las cuatro líneas de fuga del análisis cualitativo, con 47 códigos in vivo y 38 triangulados en al menos tres fuentes, funcionan como validación interna, porque cada una converge con dispositivos específicos sin haber sido inducida por ellos. Las líneas emergieron del lenguaje literal de los participantes, y su correspondencia posterior con la arquitectura es un hallazgo y no una profecía autocumplida.

La primera línea, el agenciamiento de la neurodivergencia, valida el núcleo, pues sus doce códigos, entre ellos las voces de estudiantes que pasaron de esconderse a explicar, muestran que el reconocimiento como agente ocurrió en la experiencia de los sujetos y no solo en el diseño. La segunda, la mediación tecnológica situada, valida el dispositivo 6.5 desde el lado menos esperado, cuando un evento de falla reveló que la pedagogía de respaldo estaba instalada y los estudiantes la habían hecho criterio propio. La tercera, la justicia curricular y voz, valida los dispositivos 6.1 y 6.2 con la evidencia más difícil de fabricar, la de familias que declararon sentirse parte de la escuela por primera vez y estudiantes que reconocieron sus saberes domésticos en el trabajo matemático. La cuarta, la afectividad como infraestructura, valida el dispositivo 6.4 y su prioridad temporal, dado que el acuerdo del error antecedió a los desplazamientos cognitivos. En conjunto, los mecanismos declarados del modelo coinciden con los mecanismos vividos.

### **Diálogo con otros modelos**

Frente al aprendizaje basado en proyectos genérico, el STEM-DUA 3.0 comparte la unidad del reto pero añade la accesibilidad por diseño y el anclaje territorial con justicia curricular. Frente a las aulas STEM de dotación intensiva, invierte la relación con la tecnología, porque parte del territorio y trata el dispositivo digital como amplificador bajo dirección pedagógica, con la austeridad como criterio de transferibilidad. Frente al DUA como estrategia aislada, le provee el reto como unidad curricular que da sentido a la diversificación. Y frente a la tradición de Escuela Nueva, con la que comparte la herencia participativa colombiana, se diferencia por su especialización en matemáticas de secundaria con neurodivergencia explícita y por su apuesta evaluativa. La Tabla 4 sintetiza el contraste.



**Tabla 4** Contraste del modelo STEM-DUA 3.0 con alternativas frecuentes

| Alternativa                              | Coincidencia principal                                 | Diferencia decisiva del STEM-DUA 3.0                                                                  |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aprendizaje basado en proyectos genérico | El reto o proyecto como unidad de trabajo              | Accesibilidad por diseño (DUA obligatorio) y justicia curricular territorial                          |
| Aula STEM de dotación intensiva          | Enfoque interdisciplinar STEM                          | Parte del territorio y no del equipamiento; austeridad como criterio de transferibilidad              |
| DUA como estrategia aislada              | Los tres principios de accesibilidad                   | Unidad curricular potente (reto territorializado) que evita el DUA de lista de chequeo                |
| Tradición Nueva                          | Escuela Participación y herencia pedagógica colombiana | Especialización en matemáticas de secundaria, neurodivergencia explícita y rúbrica articulada al SIEE |

Nota. El contraste no descalifica las alternativas, sino que identifica el nicho específico del modelo para orientar decisiones institucionales de adopción. Elaboración propia (2026)

### Condiciones de réplica

La evidencia disponible permite recomendar el modelo bajo cuatro condiciones, y la primera gobierna a las demás. Esta sección las desarrolla con el detalle que una adopción responsable requiere, incluidos los riesgos de incumplimiento que la experiencia del caso permitió anticipar.

#### La condición epistemológica: reconfigurar, no copiar

La adaptación territorial constituye una obligación, no una licencia. Replicar el modelo es rehacer sus retos con el territorio propio, reescribir el acuerdo de trato del error, recalibrar la rúbrica con el sistema de evaluación propio y someter todo a la deliberación de los nuevos participantes. La Tabla 1 es, en ese sentido, un ejemplo resuelto y no una plantilla. Una réplica idéntica sería, por definición, fallida. Si los estudiantes de la nueva institución pueden señalar qué parte del modelo cambió por su participación, la réplica va bien, y si no pueden, se está aplicando un paquete.

#### La condición formativa: acompañamiento situado y sostenido

El modelo exige la formación docente que proveyeron las jornadas semanales de planeación colaborativa, una formación situada sobre las sesiones reales del grupo real, sostenida durante toda la implementación y entre pares, con el docente adoptante y un acompañante experimentado en relación de colaboración y no de supervisión. Sin esa condición, los dispositivos se degradan a formatos en pocas semanas. El círculo se vuelve ritual, la casilla DUA se marca sin diseño y la rúbrica se convierte en tarifario. El costo se paga en tiempo, no en dinero.

### La condición institucional: protección de tiempos y admisión de formatos

La dirección escolar adoptante contrae tres compromisos verificables. Proteger en el horario los tiempos de planeación colaborativa, que en el caso de origen fueron dos horas semanales, porque la planeación robada a la vida personal del docente no es sostenible. Admitir en el sistema de evaluación los formatos diversos que la rúbrica reconoce, dado que rechazarlos pone al docente en contradicción permanente. Y asumir la continuidad como compromiso de gobierno escolar, pues la abuela acudiente que pidió al docente no quedarse ahí señalaba que un semestre excepcional que no se institucionaliza es una promesa incumplida.

### La condición material: la austeridad como diseño

El modelo es deliberadamente austero. Su implementación de origen costó menos de 200.000 pesos colombianos en materiales, unos 50 dólares, con software libre sin conexión, materiales analógicos de bajo costo y los equipos preexistentes. La austeridad es diseño por una razón de transferibilidad, dado que un modelo dependiente de dotación extraordinaria no es replicable en el sistema público real, su destinatario declarado, y por una razón pedagógica, porque la pedagogía de respaldo enseña una relación soberana con la técnica que en territorios de precariedad conectiva es en sí misma un aprendizaje para la vida. La Tabla 5 resume las cuatro condiciones.

**Tabla 5** Condiciones de réplica del modelo: verificadores y riesgos de incumplimiento

| Condición                          | Verificador práctico                                                         | Riesgo si se incumple                                                   |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Epistemológica (reconfigurar)      | Los estudiantes pueden señalar qué cambió por su participación               | Aplicación de paquete; pérdida del sentido participativo                |
| Formativa (acompañamiento situado) | Jornadas de planeación sobre sesiones reales, durante toda la implementación | Degradación de dispositivos a formatos en pocas semanas                 |
| Institucional (tiempos y formatos) | Horas de planeación en horario; formatos diversos admitidos en el SIEE       | Sobrecarga docente; contradicción evaluativa; abandono                  |
| Material (austeridad)              | Presupuesto acotado; software libre sin conexión; respaldo analógico         | Dependencia de dotación; fracaso de la transferencia al sistema público |

Nota. La sigla SIEE corresponde al sistema institucional de evaluación de estudiantes. Los verificadores se proponen como preguntas de auditoría amable para el acompañamiento entre pares. Elaboración propia (2026).

### Ruta de adopción sugerida

La experiencia permite proponer a las instituciones adoptantes una ruta de 20 semanas que respeta la espiral de la IAP y el orden sugerido por la evidencia, primero la infraestructura afectiva y participativa



y después la operación curricular plena. La ruta no es un cronograma rígido sino una secuencia de condiciones. Cada fase habilita la siguiente y el paso se da cuando los verificadores se cumplen. La Tabla 6 la sintetiza.

**Tabla 6** Ruta de adopción sugerida en cuatro fases (20 semanas)

| Fase                         | Semanas | Acciones centrales                                                                                                                                                              | Verificador de paso                                                  |
|------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1. Diagnóstico participativo | 1 a 8   | Caracterización del grupo; consentimientos y asentimientos; primera cartografía; pre-test; círculo inicial y acuerdo del error (sesión 3); inventario de saberes territoriales. | Acuerdo del error construido y visible; línea base registrada        |
| 2. Co-diseño                 | 6 a 8   | Deliberación de retos con el grupo; diseño de la rúbrica con los estudiantes; preparación de materiales analógicos de respaldo; instalación del software libre sin conexión.    | Retos y rúbrica reformulados con participación verificable           |
| 3. Implementación            | 9 a 16  | Secuencias con los retos territorializados; observación con conteo de indicadores; jornadas semanales de planeación colaborativa; ajustes de la asamblea de cierre semanal.     | Planeación semanal sostenida; indicadores en registro continuo       |
| 4. Evaluación y devolución   | 17 a 20 | Post-test y segunda cartografía; grupos focales de cierre con estudiantes y familias; devolución pública de resultados; decisión institucional de continuidad.                  | Resultados devueltos a la comunidad antes de circular académicamente |

Nota. Las fases 1 y 2 se traslapan deliberadamente en las semanas 6 a 8, como en el caso de origen. La ruta completa presupone las condiciones 9.1 a 9.4. Elaboración propia (2026).

### Alcance y limitaciones

La honestidad del modelo exige declarar lo que su evidencia no autoriza. Esta proviene, primero, de un caso único con un docente investigador implicado, cuyo diseño produce transferencia reflexiva y no generalización estadística, y las cifras de la sección 7 describen lo que ocurrió allí. Luego, la sostenibilidad más allá del semestre y del docente configurador sigue abierta, aún sin evidencia longitudinal propia. Asimismo, la propuesta no eliminó todas las barreras, pues dos estudiantes con dislexia requirieron apoyos residuales de lectura en voz alta todo el semestre, recordatorio de que el diseño universal reduce los ajustes sin volverlos innecesarios y el PIAR conserva su función. Por último, el modelo fue configurado para matemáticas de séptimo grado en un contexto caribeño colombiano, y su extensión a otras áreas, grados o geografías, plausible por diseño, no está demostrada y constituye la agenda propuesta a la comunidad académica.

## **CONCLUSIONES**

El modelo STEM-DUA 3.0 aporta una matriz que articula lo que las políticas enuncian por separado. La pertinencia llega con el STEM territorializado, la accesibilidad con el DUA 3.0 como diseño anticipado, la participación con el co-diseño con audiencia e influencia, la afectividad con la cultura del error y la viabilidad con la austeridad armonizada con la evaluación institucional. La formalización descansa en las seis vertientes, los tres anillos en intra-acción y los seis dispositivos declarados.

Su rasgo distintivo es la postura que lo atraviesa, el verbo configurar como regla de existencia y transferencia. Presentarse como matriz y no como receta cambia la promesa de resultados garantizados por una más honesta, la de un proceso que, hecho con cada territorio y grupo, movió a la vez lo cognitivo, lo participativo y lo afectivo en su caso de origen y redujo la brecha del estudiantado neurodivergente. La agenda invita a estudios longitudinales sobre la sostenibilidad de sus efectos y a réplicas en territorios contrastantes que pongan a prueba lo único prometido, su capacidad de reconfigurarse.

### **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 BIBLIOGRÁFICAS

- Alba Pastor, C. (2016). *Diseño Universal para el Aprendizaje: educación para todos y prácticas de enseñanza inclusivas*. Ediciones Morata.
- Anijovich, R., y Cappelletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.
- 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.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2024). *Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2023: boletín técnico*. DANE.
- 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>
- 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.
- hooks, b. (1994). *Teaching to transgress: Education as the practice of freedom*. Routledge.
- 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.



- Pacey, A. (1990). La cultura de la tecnología. Fondo de Cultura Económica.
- Sapon-Shevin, M. (2010). Because we can change the world: A practical guide to building cooperative, inclusive classroom communities (2.<sup>a</sup> ed.). Corwin.
- 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.<sup>a</sup> 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.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., y Comer, M. (2013). STEM lesson essentials, grades 3–8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics. Heinemann.
- 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.