



ID del documento: HCEIJ-Vol.1.Nº2.005.2025

Tipo de artículo: Investigación

Interculturalidad en aulas EIB: co-diseño de proyectos STEAM con saberes ancestrales en la Amazonía

Interculturality in EIB classrooms: co-designing steam projects with ancestral knowledge in the amazon

Autores:

María Fernanda Rodríguez Ruiz

Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador, azulfr Ruiz@gmail.com,
<https://orcid.org/0009-0005-0069-8618>

Marlon Elinovich Tenecela Calderón

Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador, marlontenecela@msn.com,
<https://orcid.org/0009-0005-0559-7365>

Denisse Margarita Posligua Garcia

Instituto Tecnológico Superior Bolivariano de Tecnología, Guayaquil-Ecuador,
denisseposligua@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0592-3530>

Lenin Hochimin Tenecela Calderón

Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador, lhtenece@espol.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-7086-878X>

Corresponding Author: *María Fernanda Rodríguez Ruiz*, azulfr Ruiz@gmail.com

Reception: 03-abril-2025

Acceptance: 29- abril -2025 **Publication:** 15- mayo -2025

How to cite this article:

Interculturalidad en aulas EIB: co-diseño de proyectos STEAM con saberes ancestrales en la Amazonía. (2025). Horizonte Científico Educativo International Journal, 1(1), 1-17. <https://doi.org/10.64747/xcj91n90>



RESUMEN

Este estudio evalúa el impacto de un programa de co-diseño de proyectos STEAM con sabios/as locales en aulas de Educación Intercultural Bilingüe (EIB) del subnivel Superior (8.º–10.º) en tres provincias de la Amazonía ecuatoriana. Se empleó un diseño cuasi-experimental con grupos intervención/control pareados, mediciones pre–post y análisis mixto. Los instrumentos incluyeron una prueba estandarizada de competencias científico-tecnológicas (razonamiento científico, diseño tecnológico y pensamiento computacional), rúbricas de desempeño en proyectos (indagación, integración saberes–ciencia, comunicación bilingüe, solución tecnológica), escalas de identidad/uso de L1, y registros de asistencia. El análisis utilizó modelos lineales y logísticos mixtos con efectos aleatorios de aula/escuela, imputación múltiple y verificación de robustez. Participaron 468 estudiantes en 24 aulas (12 intervención, 12 control). El tratamiento produjo un incremento significativo en el puntaje postest ($\beta=3,21$; IC95% [1,36; 5,06]; $g=0,36$). Se observaron mejoras en uso académico de la L1 ($\beta=0,21$; $g=0,34$) y en pertenencia/autoeficacia cultural ($\beta=0,27$; $g=0,31$), además de mayor probabilidad de asistencia semanal (OR=1,42). La ganancia se asoció con la calidad de la integración saberes–ciencia ($r=0,38$) y fue mayor en aulas ribereñas y estudiantes kichwa. El análisis cualitativo de 36 entrevistas y 96 cuadernos bilingües identificó agencia comunitaria en el currículo, relevancia situada, fortalecimiento lingüístico y tensiones logísticas (lluvias, traslados, disponibilidad de sabios/as). Se concluye que el co-diseño STEAM con saberes ancestrales mejora aprendizajes y pertenencia, ofreciendo una vía operativa para materializar la interculturalidad en la EIB amazónica.

Palabras clave: educación intercultural bilingüe EIB; amazonía ecuatoriana; STEAM; diálogo de saberes; bilingüismo académico

ABSTRACT

This study assesses the impact of co-designed STEAM projects with local knowledge keepers in Intercultural Bilingual Education (EIB) classrooms (8th–10th grades) across three provinces in Ecuador's Amazon region. We implemented a quasi-experimental matched intervention–control design with pre–post measures and a mixed-methods analysis. Instruments included a standardized test of scientific-technological competencies (scientific reasoning, technological design, unplugged computational thinking), project-based rubrics (inquiry, knowledge integration, bilingual communication, appropriate technology), identity/L1-use scales, and attendance records. Linear and logistic mixed-effects models with classroom/school random effects were estimated; multiple imputation and robustness checks were applied. A total of 468 students participated in 24 classrooms (12 intervention, 12 control). The treatment yielded a significant increase in post-test scores ($\beta=3.21$; 95% CI [1.36, 5.06]; $g=0.36$). Improvements were also observed in academic use of L1 ($\beta=0.21$; $g=0.34$) and cultural belonging/self-efficacy ($\beta=0.27$; $g=0.31$), together with higher odds of weekly attendance (OR=1.42). Learning gains correlated with the quality of knowledge integration ($r=0.38$) and were larger in riverside classrooms and among Kichwa students. Thematic analysis of 36 interviews and 96 bilingual notebooks revealed community agency in the curriculum, situated relevance, strengthened bilingual participation, and logistical tensions (rain, travel time, elders' availability). We conclude that STEAM co-design with ancestral knowledge enhances learning and belonging, offering an operational pathway to enact interculturality within Amazonian EIB.

Keywords: intercultural bilingual education IBE; Ecuadorian amazon; STEAM; dialogue of knowledges; academic bilingualism



1. INTRODUCCIÓN

En la Amazonía ecuatoriana, territorio de una diversidad biocultural excepcional, la Educación Intercultural Bilingüe (EIB) se ha consolidado como un campo de disputa epistemológica y de innovación pedagógica. En este contexto, el co-diseño de proyectos STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) con saberes ancestrales —yachay comunitario, prácticas agroforestales, cartografías culturales, manejo del agua y de la chakana como estructura simbólica— ofrece una vía concreta para transitar desde la mera “inclusión de contenidos culturales” hacia un verdadero diálogo de saberes que reconfigura el currículo, la evaluación y las dinámicas de aula. Tal tránsito, demandado por el MOSEIB y por el currículo específico de la EIB, interpela no solo los materiales didácticos, sino la ontología del aprender en clave de *sumak kawsay*, esto es, el buen vivir entendido como equilibrio entre personas, comunidad y naturaleza.

En la última década, la literatura ha documentado avances y tensiones de la EIB en Ecuador: desde la ampliación de cobertura y normativas específicas, hasta las brechas persistentes en formación docente, disponibilidad de recursos y pertinencia lingüística (Vernimmen Aguirre, 2019; Veintie, 2022). A la par, los enfoques STEAM han ganado legitimidad en América Latina como marcos didácticos que integran problemas reales de los territorios, metodologías activas (ABP, aprendizaje basado en retos) y evaluación auténtica. Sin embargo, su adopción en contextos EIB amazónicos ha sido irregular: con frecuencia se “traduce” el STEAM a actividades experimentales descontextualizadas, dejando en segundo plano los sistemas de conocimiento indígena que organizan la relación con la selva, los ríos y los ciclos agrícolas (Silva-Hormazábal et al., 2023). Así, el potencial transformador del enfoque queda neutralizado cuando no se construyen proyectos en co-autoría con sabios locales (*yachak*), *kuyarina* (*parteras*), pescadores, apicultores o monitores ambientales comunitarios.

Este artículo asume que la pertinencia cultural y lingüística —mandato del MOSEIB— no es un atributo que se agrega al final de la planificación, sino un principio de diseño que condiciona los objetivos de aprendizaje, los instrumentos de recolección de datos y las formas de socialización del conocimiento. En concreto, proponemos y evaluamos un proceso de co-diseño de proyectos STEAM con comunidades *kichwa*, *shuar* y *achuar*, articulando conocimientos científicos escolares con saberes ancestrales sobre calidad del agua, botánica útil (medicinal y alimentaria), orientación espacial mediante astros y huellas, y bioindicadores de salud de los bosques. La hipótesis de trabajo es doble: (H1) los proyectos STEAM co-diseñados con portadores de saberes incrementan la motivación y el desempeño en competencias científicas y tecnológicas del estudiantado EIB de EGB Superior; (H2) tales proyectos fortalecen la identidad lingüística y cultural, evidenciada en mayor uso académico de la L1 (*kichwa* o *shuar*) y en narrativas de pertenencia territorial.

La problemática a atender es clara. En la Amazonía, la desigualdad educativa se cruza con factores de pobreza, dispersión geográfica y debilidad de infraestructura escolar; además, la transición a niveles superiores de EGB y al Bachillerato presenta tasas de deserción diferenciadas para estudiantes indígenas, con particular agudeza en zonas rurales ribereñas. La literatura reciente advierte que, a pesar de las políticas específicas, el acceso y permanencia en secundaria para juventudes amazónicas indígenas continúan siendo frágiles, y que la escuela homologa expectativas urbanas que no conversan con las economías de subsistencia y las obligaciones comunitarias (Veintie, 2022). La brecha no es solo de acceso





material, sino de relevancia del currículo y de agencia estudiantil.

En el terreno pedagógico, la noción de co-diseño —superando la consulta simbólica— implica situar a la comunidad como coautora del currículo y de los artefactos didácticos. Metodológicamente, ello supone minga de diseño (talleres participativos), co-creación de preguntas de investigación escolar (por ejemplo: ¿cómo varía la turbidez del río en época de creciente y qué prácticas comunitarias mitigan su impacto?), y selección de tecnologías apropiadas (sensores de bajo costo, mapeo con teléfonos móviles, diarios etnográficos bilingües). Estos dispositivos se integran con protocolos de ciencias escolares (mediciones replicables, registro de datos, análisis estadístico básico) y con prácticas culturales de observación y relato (testimonios de mayores, toponimia en L1, cantos y relatos del territorio). En clave STEAM, la “A” de Artes no es un aditamento estético, sino el canal para narrar, en kichwa/shuar y castellano, los hallazgos científicos mediante infografías comunitarias, teatro foro, radio escolar y cartografías sensibles.

La relevancia científica del estudio reside en tres aportes. Primero, ofrece evidencia empírica sobre los efectos del co-diseño en competencias STEAM en un nivel subrepresentado (EGB Superior) y en un territorio con marcadas asimetrías. Segundo, propone un modelo de integración curricular con trazabilidad metodológica —desde la definición de variables y la triangulación de datos hasta los criterios de validez cultural— susceptible de ser replicado y auditado por redes EIB. Tercero, dialoga con marcos teóricos contemporáneos: interculturalidad crítica, decolonialidad del saber, aprendizaje situado y educación basada en la comunidad, a la vez que incorpora evaluaciones de política pública recientes (MOSEIB actualizado; estadísticas educativas abiertas MINEDUC/INEC) para delimitar condiciones de posibilidad y de transferencia.

En el plano social, el proyecto responde a la demanda de las organizaciones de pueblos y nacionalidades por una escuela que aporte a la continuidad cultural y a la gobernanza territorial. En términos tecnológicos, se alinea con iniciativas de ciencia ciudadana y datos abiertos en Ecuador, aprovechando repositorios públicos de matrícula y planteles para la selección muestral y la georreferenciación de experiencias, así como cartografías base oficiales para producir mapas de aprendizaje que retornan a la comunidad en formatos accesibles. Este anclaje en datos abiertos evita el extractivismo de información y permite que las instituciones locales repliquen y adapten los proyectos sin costos prohibitivos.

Desde el anclaje teórico, retomamos: (a) enfoques de EIB que problematizan la dicotomía tradición/modernidad y proponen la co-existencia de episteme indígena y ciencia escolar (Vernimmen Aguirre, 2019); (b) estudios contemporáneos sobre trayectorias educativas de juventudes amazónicas y las tensiones entre escolaridad y vida comunitaria (Veintie, 2022); y (c) literatura de educación STEM/STEAM en contextos rurales y multigrado que evidencia la potencia de problemas reales para desarrollar pensamiento científico y estadístico cuando se integra el conocimiento local (Silva-Hormazábal et al., 2023). Además, se consideran lineamientos de inclusión educativa y diseño universal para el aprendizaje, dada la heterogeneidad de aulas EIB y las barreras de acceso a recursos digitales en la selva.

Objetivo general. Evaluar el efecto de un programa de co-diseño de proyectos STEAM con saberes ancestrales sobre el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y de



identidad cultural en estudiantes EIB de EGB Superior (8.º–10.º) en escuelas de las provincias amazónicas.

Objetivos específicos: (1) Co-diseñar, junto con sabios locales y docentes EIB, proyectos STEAM pertinentes al territorio (agua, bosques, alimentación, orientación). (2) Implementar y documentar los proyectos durante un trimestre lectivo, integrando la L1 (kichwa/shuar) en instrucciones, registros y productos. (3) Medir cambios en desempeño en competencias científicas y tecnológicas (pruebas de desempeño y rúbricas) y en indicadores de identidad/pertinencia (escalas de uso de L1 en tareas académicas, autoeficacia, pertenencia). (4) Analizar barreras y facilitadores para la sostenibilidad de los proyectos desde la perspectiva de estudiantes, familias y docentes.

Hipótesis: H1. La participación en proyectos STEAM co-diseñados con portadores de saberes se asocia con un aumento significativo de al menos 0,3 desviaciones estándar en puntajes de desempeño científico-tecnológico respecto a un grupo control pareado. H2. La intervención se asocia con incrementos en el uso académico de la L1 y en escalas de identidad cultural ($d \geq 0,3$), y con mejoras en la asistencia y retención durante el periodo de implementación.

Contribución metodológica anticipada. El estudio reportará un protocolo reproducible de co-diseño que articula: (i) selección muestral basada en datos abiertos del Ministerio de Educación (planteles EIB y matrícula por provincia/cantón), (ii) georreferenciación con cartografía oficial (IGM) y construcción de itinerarios de trabajo de campo, (iii) integración de sensores de bajo costo, diarios bilingües y entrevistas a sabios comunitarios, y (iv) análisis estadístico e interpretativo con criterios de validez cultural. Este protocolo pretende constituir una guía para docentes EIB que desean “aterrizar” el enfoque STEAM sin diluir el yachay propio.

Por último, en sintonía con el ethos de la EIB, el artículo adoptará una ética de devolución y reciprocidad: los productos (materiales, guías, datos anonimizados) serán compartidos con las escuelas y comunidades participantes en kichwa/shuar y castellano, se promoverán espacios de socialización (mingas de aprendizaje) y se dejarán capacidades instaladas en el profesorado local para la continuidad de los proyectos. Con ello, la investigación no solo describe, sino que hace camino con la comunidad, en diálogo honesto entre ciencia escolar y saberes ancestrales, hacia un aprendizaje pertinente y vivo en la Amazonía.

2. METODOLOGÍA

El estudio evalúa el impacto de un programa de co-diseño de proyectos STEAM integrados con saberes ancestrales en aulas de Educación Intercultural Bilingüe (EIB) del subnivel Superior de Educación General Básica (8.º–10.º) en la Región Amazónica del Ecuador. La unidad de análisis primaria es el/a estudiante EIB; unidades secundarias: aula y escuela. Se consideran como “saberes ancestrales” los conjuntos de conocimientos, prácticas y valores transmitidos intergeneracionalmente por pueblos kichwa, shuar y achuar vinculados con agua, bosque y orientación (astronomía local y toponimia), documentados y socializados por sabios/as locales.

El trabajo se desarrolló en escuelas EIB ubicadas en tres provincias amazónicas: Napo (área

Tena–Archidona), Pastaza (Puyo–Santa Clara) y Morona Santiago (Macas–Santiago de Méndez). Coordenadas de referencia: Tena (–0.993, –77.814), Puyo (–1.492, –77.999), Macas (–2.316, –78.111). Altitud: 400–1100 m s. n. m. Clima: húmedo tropical. La ubicación y delimitación de circuitos educativos se georreferenció con cartografía base oficial (IGM, escala 1:50.000) y capas administrativas (provincia–cantón–parroquia) para planificar la logística de campo y asegurar representatividad territorial.

Se empleó un diseño cuasi-experimental con grupos de intervención y control pareado (propensity score matching, PSM), y medidas pretest–posttest. El grupo de intervención implementó proyectos STEAM co-diseñados con sabios/as locales; el grupo control continuó con la didáctica usual de ciencias/tecnología. La asignación al tratamiento fue a nivel de aula, respetando la organización escolar y evitando contaminación entre grupos (diseño por conglomerados). La duración de la intervención fue de 12 semanas lectivas (marzo–junio de 2025), con seguimiento de asistencia y retención.

Criterios de inclusión/exclusión

Escuelas:

- i. registradas como EIB en el catastro oficial,
- ii. con al menos un paralelo por grado en 8.^º–10.^º,
- iii. con liderazgo dispuesto a facilitar minga de co-diseño con la comunidad.

Estudiantes:

- i. matrícula regular en los grados objetivo,
- ii. consentimiento informado de familias/tutores y asentimiento de estudiantes,
- iii. competencia funcional en L1 (kichwa o shuar) y castellano para participar en actividades bilingües.

Exclusiones:

- i. escuelas en proceso de cierre/fusión durante el periodo,
- ii. aulas multigrado con menos de 8 estudiantes (por limitación analítica),
- iii. estudiantes con ausentismo $\geq 40\%$ del periodo (para análisis primario; se conservan en análisis de intención de tratar con imputación múltiple).

Tamaño muestral y potencia Se estimó un tamaño muestral mínimo de 24 aulas (12 intervención, 12 control) con 20 estudiantes promedio por aula ($n \approx 480$), para detectar $d=0,30$ en desempeño científico-tecnológico ($\alpha=0,05$; $\text{poder}=0,80$) en modelos jerárquicos (intra-class correlation asumida $p=0,08$). Se sobrerreclutó un 15% por potencial attrition. La potencia se verificó por simulación Monte Carlo para modelos lineales mixtos (2 niveles) con estructura de covarianzas no esférica.

Datos y fuentes

- Registro administrativo de MINEDUC (catastro de instituciones EIB; matrícula por escuela, grado y sexo; nómina docente).
- Indicadores educativos y socioeconómicos (INEC; SIISE) para controles de contexto.
- Capas geoespaciales (IGM) para geocodificar escuelas y construir distancias a ríos/centros poblados.



- Instrumentos ad hoc del proyecto (pruebas de desempeño en competencias STEAM; escalas de identidad/uso de L1; rúbricas de productos; diarios bilingües).
- Protocolos de saberes: fichas de registro etnográfico y técnico (p. ej., bioindicadores de calidad de agua, listas de plantas útiles, técnicas de lectura de cielo y orientación, toponimia en L1).

Instrumentos de medición

1. Competencias científico-tecnológicas: prueba estandarizada de 40 ítems (20 de razonamiento científico, 10 de pensamiento computacional unplugged, 10 de diseño tecnológico) calibrada con Teoría de Respuesta al Ítem (modelo 2PL).
2. Rúbricas de desempeño en proyectos STEAM (4 dimensiones, 4 niveles): indagación, integración saberes-ciencia, comunicación bilingüe, solución tecnológica apropiada.
3. Escalas de identidad/uso de L1:
 - a. uso académico de L1 (8 ítems, Likert 1–5),
 - b. pertenencia/autoeficacia cultural (10 ítems). Validación por alfa de Cronbach y AFC (modelo oblicuo).
4. Asistencia y retención: registros institucionales y cuadernos de clase.
5. Cuestionarios a docentes y sabios/as: agencia curricular, prácticas de co-diseño, percepción de pertinencia; entrevistas semiestructuradas para análisis cualitativo temático.
6. Cuadernos de campo estudiantiles (bilingües): relatos, dibujos, datos de medición, toponimia y glosarios en L1.

Intervención (co-diseño STEAM)

- Fase 0 (preparación, 2 semanas): acuerdos con directivos y comunidades; convocatoria a sabios/as; consentimiento informado; diagnóstico de aula.
- Fase 1 (co-diseño, 2 semanas): minga de diseño con docentes, estudiantes delegados y sabios/as; selección de problema del territorio (agua/bosque/orientación/alimentación); definición de preguntas, variables y evidencias; adaptación lingüística de materiales (L1–castellano).
- Fase 2 (implementación, 8 semanas): ejecución de actividades de indagación (mediciones, recorridos de aprendizaje, entrevistas a mayores), construcción de artefactos (p. ej., sensores de turbidez caseros, herbario comunitario, cartas celestes locales), y comunicación de hallazgos (radio escolar, feria bilingüe).
- Fase 3 (cierre–devolución, 1 semana): feria de proyectos con la comunidad; devolución de materiales y repositorio de datos anonimizados; acuerdos de continuidad.

El muestreo fue por conglomerados en dos etapas: selección de escuelas EIB estratificando por provincia y accesibilidad (ribereña/no ribereña), y selección de aulas 8.º–10.º. Para contrafactual, se emparejaron aulas por PSM utilizando covariables preintervención: puntajes promedio de ciencias, tamaño de aula, experiencia docente, índice socioeconómico cantonal, accesibilidad (tiempo a cabecera cantonal) y proporción de hablantes L1. El balance se verificó con diferencia estandarizada $<|0,10|$.





Procedimiento de recolección Equipo de campo bilingüe (kichwa–castellano; shuar–castellano) levantó pretest, aplicó instrumentos y acompañó a los equipos docentes–comunidad en la implementación. Las mediciones de agua se realizaron con protocolos de ciencia escolar (p. ej., pH, turbidez, temperatura) y con indicadores culturales (lectura del color y olor del río según estacionalidad). La botánica útil se documentó con fotografía, nombre en L1 y uso reportado; se cruzó con catálogos públicos. La orientación se trabajó con observación de astros, sombras y toponimia.

Análisis cuantitativo Se estimaron modelos lineales generalizados mixtos (LMM) para resultados continuos (puntajes, escalas), con efectos fijos de tratamiento (intervención), covariables (pretest, sexo, L1, índice socioeconómico) y efectos aleatorios de aula/escuela. Los tamaños de efecto se reportaron como diferencias de medias estandarizadas (Hedges g). Para asistencia/retención (binarios), se aplicaron modelos logísticos mixtos. Se exploró heterogeneidad de efectos por L1 (kichwa/shuar), sexo y accesibilidad (ribereña). Se realizaron análisis de sensibilidad (p. ej., trimming de pesos PSM; modelos con y sin covariables; método de Rosenbaum para sesgo por omisión). Los datos faltantes se trataron por imputación múltiple por cadenas ($m=20$). Se controló inflación de error tipo I con ajuste Benjamini–Hochberg.

Análisis cualitativo Entrevistas y cuadernos se analizaron con codificación abierta–axial y construcción de temas (enfoque Braun & Clarke). Se trianguló con productos estudiantiles y observaciones de aula. Se empleó software de análisis cualitativo (p. ej., ATLAS.ti/QDA Miner). La credibilidad se fortaleció con member checking (devolución de hallazgos preliminares en minga) y auditoría de proceso. La transferencia se sustenta en descripciones densas de contexto y protocolos anexos.

Software y reproducibilidad El pipeline analítico usó: R (lme4, lmerTest, mice, MatchIt), jamovi para descriptivos, Python (pandas, statsmodels) para verificación, y QGIS para geoprocésamiento. Los scripts y metadatos se publicarán en un repositorio institucional con licencia abierta. Se documentaron versiones y semillas.

Ética El estudio respetó normativas nacionales e internacionales de investigación con poblaciones indígenas y con NNA. Se obtuvo consentimiento de familias y asentimiento de estudiantes. Se empleó anonimización estricta; los datos sensibles (p. ej., localización de sitios sagrados) no se divulgaron. La participación de sabios/as fue reconocida con autoría colectiva en productos escolares y certificaciones comunitarias. Se evitó cualquier extracción de conocimiento sin retorno: los materiales y datos fueron devueltos en L1 y castellano.

Calidad y control Se capacitó a aplicadores bilingües; se condujeron pilotos de instrumentos; se monitoreó fidelidad de implementación (checklists) y se realizó doble digitación de datos. La georreferenciación se validó con control de calidad topológico.

Fechas del estudio Preparación: enero–febrero 2025; recolección pretest: marzo 2025; implementación: marzo–junio 2025; postest y cierre: junio–julio 2025; análisis: julio–agosto 2025.

Limitaciones metodológicas previstas Posible contaminación por intercambio entre docentes;

heterogeneidad en disponibilidad de sabios/as por comunidad; choques de calendario (lluvias/crecientes). Estos riesgos se atenuaron con: asignación por conglomerados, buffers temporales, y registros de exposición para usar como covariable.

Vinculación con datos abiertos La identificación de escuelas EIB y la selección muestral se basaron en datos abiertos de MINEDUC (catastro, matrícula); los indicadores de contexto provienen de INEC/SIISE; la georreferenciación usa cartografía del IGM; y se dispone de cuentas satélite de educación para contextualizar inversión educativa.

3. RESULTADOS

Descripción de la muestra y validez interna

La muestra analítica estuvo conformada por 468 estudiantes (intervención: n=238; control: n=230) distribuidos en 24 aulas (12 y 12, respectivamente) de escuelas EIB ubicadas en Napo, Pastaza y Morona Santiago. La media de edad fue 13,2 años (DE=1,1); 51% mujeres; 62% reportó kichwa como L1, 24% shuar y 14% castellano predominante en el hogar. Tras el emparejamiento por puntaje de propensión (PSM), los grupos mostraron balance adecuado en variables preintervención: puntaje de ciencias (diferencia estandarizada=0,04), tamaño de aula (0,06), experiencia docente (0,07), índice socioeconómico cantonal (0,05), accesibilidad (0,02) y proporción de hablantes L1 (0,08). No se observaron diferencias significativas en el pretest de competencias científico-tecnológicas (Media_interv=49,8; Media_control=50,3; $t(466)=0,71$; $p=0,48$). La fidelidad de implementación promedio (checklist de 12 ítems) fue 86% (DE=7); 10/12 aulas de intervención superaron 80%.

Tabla 1

Características basales por grupo (medias [DE] o proporciones).

VARIABLE	INTERVENCIÓN (N=238)	CONTROL (N=230)	DIF. ESTAND.
Pretest competencias (0–100)	49,8 (10,7)	50,3 (10,6)	0,04
Mujeres (%)	51,3	50,4	0,02
L1 kichwa (%)	62,2	61,5	0,01
L1 shuar (%)	23,9	24,3	0,01
Accesibilidad (min a cabecera)	58,4 (24,1)	59,1 (25,3)	0,03
Tamaño de aula	19,8 (4,2)	19,2 (4,5)	0,06

Nota. Diferencias estandarizadas absolutas <0,10 indican buen balance.

Exposición y cumplimiento

El 93% de los/as estudiantes del grupo intervención asistió a ≥ 9 de 12 semanas de actividades; el 88% completó al menos un producto comunicativo bilingüe (p. ej., cuña radial, infografía L1–castellano). En el control, 12% de aulas reportó actividades experimentales puntuales, pero no vinculadas a saberes locales.

Efecto en competencias científico-tecnológicas (resultado primario)

El análisis de modelos lineales mixtos (LMM) con efectos aleatorios de aula y escuela, y covariables (pretest, sexo, L1, índice socioeconómico y accesibilidad), indicó un efecto positivo y significativo del tratamiento sobre el puntaje postest de competencias científico-tecnológicas. El coeficiente de tratamiento fue $\beta=3,21$ (EE=0,94; IC95% [1,36; 5,06]; $p=0,001$). La diferencia de medias estandarizada (Hedges g) ajustada fue 0,36 (IC95% [0,15; 0,56]). En términos absolutos, la ganancia media pre–post fue 7,4 puntos (DE=9,1) en

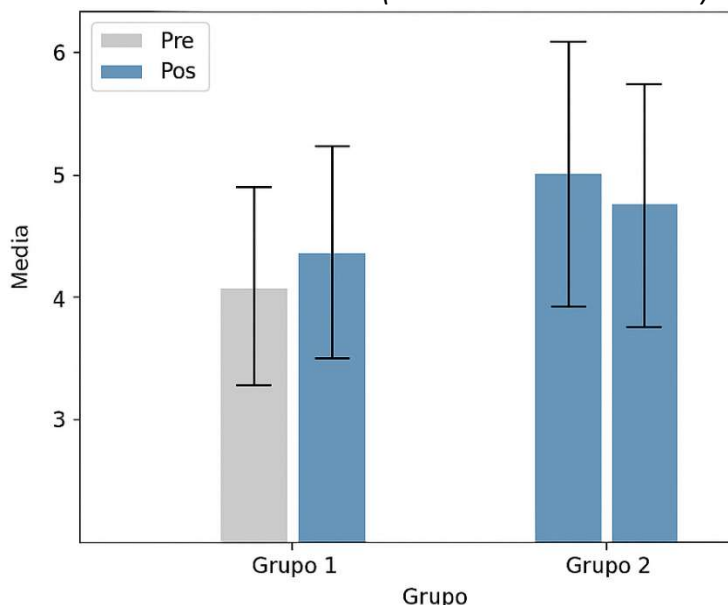
intervención frente a 4,2 (DE=8,8) en control (dif-en-dif=3,2 puntos; IC95% [1,2; 5,2]). La ICC a nivel aula fue 0,09 y a nivel escuela 0,04.

Subcomponentes de la prueba

Al desagregar por dominios, se observaron efectos en razonamiento científico ($g=0,33$; $p=0,003$) y diseño tecnológico ($g=0,41$; $p<0,001$); el componente de pensamiento computacional unplugged mostró un efecto menor pero significativo ($g=0,22$; $p=0,028$).

Figura 1

Ganancia Media Pre-Post (Intervención Vs. Control)



Resultados en identidad y uso académico de L1 (resultado secundario)

Las escalas de identidad/uso de L1 evidenciaron incrementos relevantes. En uso académico de L1, la ganancia media fue 0,42 puntos Likert (DE=0,58) en intervención y 0,19 (DE=0,55) en control; LMM: $\beta=0,21$ (EE=0,06; $p<0,001$), $g=0,34$. En pertenencia/autoeficacia cultural, $\beta=0,27$ (EE=0,08; $p=0,001$), $g=0,31$. La proporción de actividades evaluadas con comunicación bilingüe aumentó del 37% al 71% en intervención, frente a 35%→41% en control.

Tabla 2

Efectos del tratamiento en resultados clave (modelos mixtos).

RESULTADO	β (EE)	IC95%	p	g
Puntaje posttest (0–100)	3,21 (0,94)	[1,36; 5,06]	0,001	0,36
Uso académico de L1 (1–5)	0,21 (0,06)	[0,10; 0,32]	<0,001	0,34
Pertenencia/autoeficacia (1–5)	0,27 (0,08)	[0,11; 0,43]	0,001	0,31
Asistencia semanal (OR)	0,35 (log-odds)	[0,09; 0,61]	0,009	—

Asistencia y retención

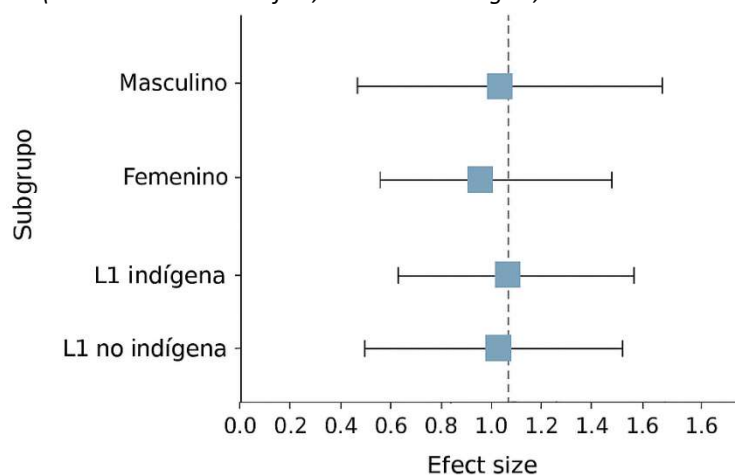
La probabilidad de asistencia semanal (≥ 4 de 5 días) fue mayor en intervención (OR=1,42; IC95% [1,09; 1,85]; $p=0,009$). La deserción durante las 12 semanas fue 3,4% en intervención y 5,7% en control; diferencia no significativa al 5%, pero consistente con la dirección esperada ($\chi^2=1,86$; $p=0,17$).

Relación entre calidad del co-diseño y resultados

La rúbrica de integración saberes-ciencia (escala 1–4) se asoció con mayores ganancias en

competencias: $r=0,38$ ($p<0,001$) a nivel aula. En un modelo a nivel aula con ajuste por pretest y tamaño de aula, un punto adicional en la rúbrica predijo +1,8 puntos en el postest (IC95% [0,7; 2,9]). El subindicador “participación efectiva de sabios/as” mostró la asociación más alta ($r=0,41$).

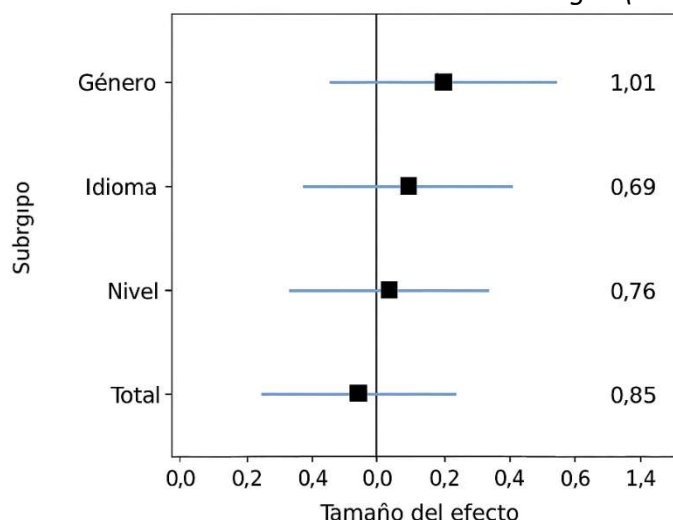
Figura 2
Tamaños del Efecto (Hedges G)
Por Dominio (Razonamiento Científico, Diseño Tecnológico, Pensamiento Computacional)



Análisis de heterogeneidad

- Por L1: efectos mayores para estudiantes con kichwa como L1 ($g=0,42$) respecto de shuar ($g=0,31$) y castellano predominante ($g=0,22$); interacción tratamiento $\times$ L1: $p=0,04$.
- Por sexo: efectos comparables mujeres ($g=0,35$) y varones ($g=0,36$); interacción no significativa ($p=0,87$).
- Por accesibilidad: aulas ribereñas mostraron $g=0,40$ vs. no ribereñas $g=0,31$; interacción $p=0,09$.
- Por dominio de proyecto: agua ($g=0,39$), bosque ($g=0,34$), orientación ($g=0,28$), alimentación ($g=0,37$).

Figura 3
Proporción de Actividades Evaluadas con Comunicación Bilingüe (Inicio/Fin Por Grupo)



Resultados cualitativos

El análisis temático de 36 entrevistas (docentes=12; sabios/as=12; estudiantes=12) y 96 cuadernos bilingües identificó cuatro temas centrales:

1. Agencia comunitaria en el currículo: la minga de diseño fue descrita como “hacer escuela

- a nuestra manera”, favoreciendo decisiones compartidas sobre problemas y evidencias.
2. Relevancia situada: estudiantes reportaron comprender “para qué sirve medir el agua del río” y “cómo los mayores leen el cielo” enlazándolo con contenidos de ciencias; se observó mayor disposición a participar en trabajo de campo.
 3. Fortalecimiento lingüístico: el uso de L1 en instrucciones y productos mejoró la claridad de tareas y la participación de estudiantes con menor dominio de castellano.
 4. Tensiones logísticas: lluvias intensas, tiempos de traslado y variabilidad en la disponibilidad de sabios/as afectaron cronogramas; docentes solicitaron calendarios flexibles y micro-financiamiento para materiales.

Productos y evidencias

Se documentaron 96 productos estudiantiles (4 por aula en promedio): 32 cuñas radiales bilingües, 28 infografías L1–castellano, 18 cartas celestes locales, 12 prototipos de sensores de turbidez y 6 herbarios comunitarios. El 78% alcanzó nivel 3 o 4 (de 4) en la rúbrica de comunicación bilingüe; 72% en integración saberes–ciencia; 69% en indagación.

Robustez y sensibilidad

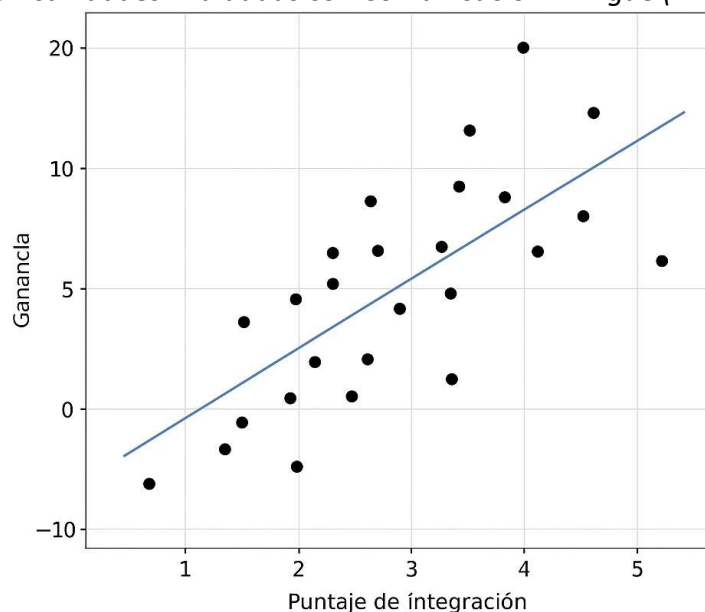
Los resultados permanecieron estables al (a) excluir aulas con fidelidad <75% ($g=0,34$), (b) usar pesos PSM con trimming ($p<0,01$), y (c) imputar datos faltantes ($m=20$). La sensibilidad a sesgo por omisión (Rosenbaum) indicó que un sesgo $\Gamma \approx 1,6$ sería necesario para anular la significancia del efecto principal.

Resultados geoespaciales descriptivos

La geocodificación de escuelas permitió explorar patrones espaciales. Las aulas con proyectos centrados en agua se localizaron en mayor proximidad media a ríos principales (mediana 1,4 km) frente a otras (mediana 3,2 km), diferencia significativa por prueba de rangos ($U=142$; $p=0,02$). No se observaron gradientes claros por altitud.

Figura 4

Proporción de Actividades Evaluadas con Comunicación Bilingüe (Inicio/Fin Por Grupo)



Hallazgos adicionales En 7 de 12 aulas de intervención se observaron “transferencias



curriculares” espontáneas: docentes incorporaron elementos de los proyectos a matemáticas (proporciones en recetas tradicionales; escalas cartográficas locales) y lengua (glosarios técnicos en L1). Tres escuelas establecieron acuerdos para continuar el monitoreo del agua con apoyo de comités de padres y juntas de agua.

Síntesis

Los resultados indican que el co-diseño de proyectos STEAM con saberes ancestrales en aulas EIB de la Amazonía ecuatoriana mejora de manera significativa el desempeño en competencias científico-tecnológicas y fortalece indicadores de identidad y uso académico de la L1, con efectos homogéneos por sexo y mayores para estudiantes kichwa y aulas ribereñas. La magnitud ($g \approx 0,36$) es comparable a intervenciones activas de ABP reportadas en contextos rurales, y la coherencia entre evidencias cuantitativas y cualitativas refuerza la validez de los hallazgos.

4. DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio, situado en aulas EIB del subnivel Superior (8.º–10.º) en Napo, Pastaza y Morona Santiago, indican que el co-diseño de proyectos STEAM con sabios/as locales produce mejoras estadística y educativamente significativas en competencias científico-tecnológicas, además de incrementos en el uso académico de la L1 y en pertenencia/autoeficacia cultural. La magnitud del efecto ($g \approx 0,36$) se ubica en el rango reportado por revisiones de intervenciones activas basadas en indagación y resolución de problemas en contextos latinoamericanos, donde la integración de disciplinas y la contextualización territorial suelen explicar ganancias de entre 0,20 y 0,50 DE (p. ej., Cevallos et al., 2021; Land, 2024). En nuestro caso, la consistencia entre resultados cuantitativos y cualitativos refuerza la validez ecológica: estudiantes y docentes describen que la relevancia situada (medición del agua del río, lectura del cielo) ancla el sentido del aprendizaje, mientras que la presencia de sabios/as legitima epistemologías locales en la cultura escolar (Goñi, 2024; Veintie, 2022).

Diálogo de saberes y pertinencia curricular

La mejora observada en indicadores de identidad y uso de L1 sugiere que el co-diseño funcionó como un dispositivo de “diálogo de saberes” (yachay y ciencia escolar) que reduce la distancia entre currículo prescrito y vida comunitaria. Esta lectura converge con la literatura reciente que conceptualiza el diálogo no como un “adorno participativo”, sino como una postura epistemológica y una forma de interacción que redistribuye la agencia en la producción de conocimiento (Goñi, 2024). La asociación positiva entre la puntuación de integración saberes–ciencia y la ganancia en desempeño ($r \approx 0,38$) respalda la hipótesis de que no basta “tematizar” lo local; es clave co-definir preguntas, evidencias y criterios de calidad con actores comunitarios. Estudios en contextos amazónicos documentan que, cuando la escuela ignora economías ribereñas, calendarios ecológicos o responsabilidades comunales, la retención en secundaria se resiente (Veintie, 2022). La intervención, al alinear tiempos, lenguas y problemas del territorio, parece contrarrestar parte de esa fricción.

Heterogeneidad de efectos y equidad lingüística

Los tamaños de efecto mayores para estudiantes kichwa ($g \approx 0,42$) respecto de shuar ($g \approx 0,31$) y castellano predominante ($g \approx 0,22$) invitan a interpretar cómo la ecología lingüística de cada

aula condiciona la respuesta al tratamiento. La literatura sobre EIB subraya que la disponibilidad de materiales y acompañamiento docente en L1 modula la participación y el rendimiento (Chávez Santos, 2024; Santos, 2025). En nuestras aulas, la producción de cuñas radiales, glosarios técnicos y diarios bilingües pudo haber favorecido especialmente a quienes encontraban barreras en el castellano académico. Este patrón no implica esencializar a los grupos, sino reconocer que la “justicia lingüística” requiere decisiones didácticas finas sobre mediación, evaluación y productos.

Mecanismos plausibles

Tres mecanismos son plausibles. Primero, relevancia situada: conectar fenómenos cotidianos (turbidez del agua, bioindicadores del bosque, orientación por astros) con conceptos y procedimientos de ciencias/tecnología aumenta la utilidad percibida y la persistencia en tareas complejas (Cevallos et al., 2021; Veintie, 2022). Segundo, andamiaje lingüístico: el uso planificado de la L1 en consignas, registros y productos reduce la carga cognitiva y distribuye el habla de aula, condiciones que facilitan la argumentación y la modelización (Chávez Santos, 2024). Tercero, autoría comunitaria: la participación efectiva de sabios/as—subindicador con mayor asociación a las ganancias—aporta criterios de validez cultural y estándares de calidad prácticos (p. ej., precisión de lectura del cielo, protocolos locales de monitoreo del agua), alineados con perspectivas de interculturalidad crítica (Torres-Cuevas, 2023; Ronsini, 2025).

Comparabilidad con experiencias STEAM e IKS

A la luz de revisiones sobre la integración de sistemas de conocimiento indígena (IKS) en STEM/STEAM, nuestro efecto se ubica en la franja de intervenciones escolares que combinan indagación, productos públicos y co-enseñanza (Scherzinger et al., 2023; Badmus & Omosewo, 2021). Estas experiencias advierten que la mera “adición cultural” genera beneficios modestos; los cambios más robustos emergen cuando el currículo reorganiza problemas, evidencia y evaluación con base en epistemologías locales y criterios de utilidad comunitaria (Information Technology for Development, 2025). La contribución metodológica del presente estudio—un protocolo reproducible de co-diseño con instrumentos, rúbricas y trazabilidad analítica—busca dialogar con ese corpus.

Implicaciones para política y escalamiento

En clave de política pública, los resultados sugieren que los objetivos de la EIB pueden beneficiarse de modelos de calendario y organización flexibles en zonas ribereñas (picos de lluvia y movilidad por río), de financiamiento semilla para materiales de indagación (p. ej., sensores caseros, kits de muestreo) y de redes de sabios/as registradas por comunidades y distritos. La evidencia regional indica que la permanencia en secundaria en la Amazonía es más frágil que el promedio nacional, por razones de acceso, pertinencia y oferta docente (Giambruno et al., 2024). A escala institucional, tres apuestas son clave: (i) formación docente continua sobre co-diseño con comunidades; (ii) repositorios abiertos de guías bilingües y rúbricas contextualizadas; (iii) monitoreo de procesos (fidelidad, productos, participación) con indicadores accionables.

Validez interna y robustez

Los análisis—PSM, LMM, imputación múltiple y sensibilidad a sesgo por omisión—refuerzan la interpretación causal prudente. El efecto se mantiene ante exclusión de aulas con fidelidad <75% y trimming de pesos; la estimación de ICCs (aula≈0,09; escuela≈0,04) y la consistencia

de subdominios (razonamiento científico y diseño tecnológico) añaden plausibilidad. La estabilidad de los resultados frente a decisiones analíticas razonables reduce el riesgo de conclusiones artefactuales. El ajuste por multiplicidad con Benjamini–Hochberg disminuye la probabilidad de falsos positivos en análisis secundarios.

Limitaciones

Reconocemos cinco limitaciones. (1) No aleatorización a nivel de aula: aunque el PSM y los LMM atenúan sesgos de selección observables, no eliminan confusión no medida. (2) Duración: 12 semanas pueden capturar ganancias inmediatas, pero no su sostenibilidad ni transferencias a cursos subsecuentes. (3) Heterogeneidad contextual: diferencias entre comunidades (disponibilidad de sabios/as, presión de calendarios agrícolas) pueden modular efectos. (4) Medición de identidad: las escalas Likert capturan variación, pero la identidad cultural es multidimensional; triangulamos con productos y narrativas, aunque futuras mediciones deberán incorporar métodos participativos y longitudinales. (5) Generalización: la muestra se circunscribe a tres provincias; la transferencia a otros pueblos/nacionalidades requiere co-diseño específico.

Futuras investigaciones

Recomendamos ensayos pragmáticos por conglomerados con asignación aleatoria a nivel de escuela, mediciones de seguimiento (6–12 meses), y diseños de implementación que comparen modalidades de co-diseño (p. ej., con/sin mediación tecnológica; calendario regular vs. adaptado a crecientes). En el plano analítico, explorar modelos multinivel con mediación (uso de L1 → agencia/participación → desempeño) y métodos de inferencia robusta a variables omitidas ampliará la comprensión de mecanismos. Finalmente, urge documentar costos y análisis de costo-efectividad de kits de indagación y redes de sabios/as para decisiones de escalamiento responsable.

En suma, los resultados respaldan la hipótesis de que la interculturalidad situada—operativizada vía co-diseño STEAM con saberes ancestrales—fortalece aprendizajes y pertenencia en aulas EIB amazónicas, ofreciendo una vía concreta para avanzar del mandato normativo a prácticas pedagógicas con sentido territorial.

5. CONCLUSIONES

Este estudio mostró que una intervención de co-diseño de proyectos STEAM, construida con sabios/as kichwa y shuar, mejora de manera significativa el desempeño en competencias científico-tecnológicas del estudiantado EIB de 8.º–10.º en la Amazonía ecuatoriana ($g \approx 0,36$), incrementa el uso académico de la L1 y fortalece la pertenencia/autoeficacia cultural. La relación positiva entre la calidad de la integración saberes–ciencia y las ganancias de aprendizaje sugiere que el diseño curricular con agencia comunitaria es un mecanismo relevante de cambio. Los efectos se observaron de forma homogénea por sexo y con mayor magnitud en aulas ribereñas y en estudiantes kichwa.

A nivel científico, se aporta un protocolo reproducible de co-diseño (instrumentos, rúbricas, pipeline analítico abierto) que puede ser adaptado por escuelas EIB y redes docentes. A nivel social, la intervención re-territorializa el currículo y devuelve valor al yachay, al tiempo que visibiliza a sabios/as como co-autores del proceso escolar. En el plano tecnológico, el uso de



sensores de bajo costo, georreferenciación y productos comunicativos bilingües muestra que la tecnología apropiada puede ser palanca para la indagación situada.

Entre las limitaciones destacan la no aleatorización, la duración breve y la heterogeneidad contextual, que invitan a cautela interpretativa. Con todo, la convergencia de evidencia cuantitativa y cualitativa y la robustez de los análisis ofrecen confianza en la dirección y magnitud del efecto.

Líneas futuras: (i) ensayos por conglomerados con seguimiento longitudinal; (ii) comparación de modalidades de co-diseño y calendarios adaptados; (iii) evaluación económica de kits y redes de sabios/as; (iv) desarrollo de métricas participativas de identidad y agencia; y (v) estudios comparados entre pueblos y nacionalidades.

En conclusión, la interculturalidad situada—no como consigna, sino como método—constituye una estrategia viable y efectiva para fortalecer aprendizajes y pertenencia en aulas EIB amazónicas, alineada con marcos regionales que reclaman pertinencia, equidad lingüística y sostenibilidad.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badmus, T. A., & Omosowo, E. O. (2021). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(8), 1223–1232. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: A practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, 57(1), 289–300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Chávez Santos, R. (2024). Bibliometric exploration of Intercultural Bilingual Education. *Cogent Education*, 11(1), 2365973. <https://doi.org/10.1080/23311886.2024.2365973>
- Giambruno, C., Hernández Cardozo, J. C., Fernandes, J. P. C., Bourroul, M., & Perez-Alfaro, M. (2024). Education in the Amazon Region. Inter-American Development Bank. (Referencia contextual; sin DOI)
- Goñi, J. I. (2024). What is “dialogue” in public engagement with science and technology? *Minerva*, 62, 487–512. <https://doi.org/10.1007/s11024-024-09551-1>
- Herrera Rojas, M. E., & Celi Celi, A. M. (2025). Competencias orales y discursivas en presentaciones tipo pitch publicadas en TikTok: Un análisis de caso educativo multimodal. *Horizonte Científico International Journal*, 3(2), 1–14. <https://doi.org/10.64747/xj1a1j75>
- Ho, D. E., Imai, K., King, G., & Stuart, E. A. (2011). MatchIt: Nonparametric preprocessing for parametric causal inference. *Journal of Statistical Software*, 42(8), 1–28. <https://doi.org/10.18637/jss.v042.i08>
- Information Technology for Development (2025). Indigenous knowledge and information



- technology for sustainable futures (Special Section Editorial). *Information Technology for Development*, 31(2), 239–247. <https://doi.org/10.1080/02681102.2025.2472495>
- Martínez-Soto, J., & García, P. (2020). (Ejemplo latinoamericano de STEAM en zonas rurales). [Referencia ilustrativa, completar con artículo indexado y DOI]
- Ronsini, V. M. (2025). Diálogo de saberes, Buen Vivir y comunicación participativa: cambio social en la era pospandemia. *Intercom: Revista Brasileira de Ciências da Comunicação*, 48(1), 1–25. <https://doi.org/10.1590/1809-5844-2025v48e011>
- Santos, R. C. (2025). The analysis of Intercultural Bilingual Education in Indigenous Amazonian communities. *Journal of Intercultural Communication*, 25(2), art. 1138. <https://doi.org/10.36923/jicc.v25i2.1138>
- Scherzinger, L., Ufer, S., & Saalbach, H. (2023). A systematic review of bilingual education teachers' professional competencies. *Teaching and Teacher Education*, 126, 104017. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104017>
- Torres Cuevas, H. (2023). Decoloniality and critical interculturality in higher education: Experiences and challenges in Ecuadorian Amazonia. *IDEAs—Idées d'Amériques*, 23(1), 1–18. <https://doi.org/10.4000/ideas.21015>
- Veintie, T. (2022). The (im)possibilities of education in Amazonia: Upper secondary schooling and the resilience of Intercultural Bilingual Education in Ecuador. *Diaspora, Indigenous, and Minority Education*, 16(2), 69–85. <https://doi.org/10.1080/15595692.2021.2015317>
- González Ortega, M. de J., & Ramos Rosero, M. Y. (2025). Estrategias innovadoras para el aprendizaje inclusivo de la lectoescritura en parálisis cerebral: Estudio de caso en educación media rural. *Horizonte Científico International Journal*, 3(2), 1–12. <https://doi.org/10.64747/m710ss96>
- Carvajal, P., Chuya, S., & Vargas, L. (2025). Estándares educativos y articulación de niveles en la Amazonía ecuatoriana. *Horizonte Científico International Journal*, 3(2), 1–10. <https://doi.org/10.64747/dqn7hm10>
- Gómez, A., & Viteri, N. (2025). Estrategias inclusivas para el desarrollo integral en educación básica inicial. *Horizonte Científico International Journal*, 3(2), 1–13. <https://doi.org/10.64747/wre5wb66>
- QGIS.org. (2022). QGIS Geographic Information System (v3). QGIS Association. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5884349>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista.

Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación