

DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN EL APRENDIZAJE DE CIENCIAS NATURALES EN EDUCACIÓN BÁSICA

1 **Aldrin Andres Hernández Cueva**¹
ID <https://orcid.org/0009-0007-8774-5847>
✉ aldrin.hernandez@unl.edu.ec

2 **Elian Jamil Hernández Cueva**²
ID <https://orcid.org/0009-0000-1007-9929>
✉ elian.hernandez@unl.edu.ec

3 **Viviana Nayely Ortega Villamagua**³
ID <https://orcid.org/0009-0006-6033-651X>
✉ viviana.ortega@unl.edu.ec

4 **Alisson Mishelle Pardo Gualan**⁴
ID <https://orcid.org/0009-0002-6574-6551>
✉ alisson.pardo@unl.edu.ec

5 **Walter Darío Ramón Namcela**⁵
ID <https://orcid.org/0009-0002-8784-5147>
✉ walter.ramon@educacion.gob.ec

6 **Carlos Eduardo Rojas Pérez**⁶
ID <https://orcid.org/0009-0007-3452-1807>
✉ carloze.rojas@educacion.gob.ec









Desarrollo de competencias científicas en el aprendizaje de Ciencias Naturales en Educación Básica

Resumen

El presente estudio examinó el efecto del lineamiento pedagógico «Semillero de Ideas: Donde la ciencia emerge» sobre el desarrollo de competencias científicas y el rendimiento en Ciencias Naturales en estudiantes de quinto grado de Educación General Básica. Bajo un diseño cuasiexperimental longitudinal con grupo control y grupo experimental (paralelos A y B, $n = 20$ por grupo), se realizaron tres mediciones: pretest (agosto de 2024), postest (enero de 2025) y seguimiento a 12 meses (enero de 2026), empleando el Cuestionario de Competencias Científicas para Quinto Grado (CCC-5G, 30 ítems; V de Aiken = 0,91; α de Cronbach = 0,87). Adicionalmente, se aplicó el Cuestionario de Percepciones Pedagógicas Docentes (CPPD) a 6 docentes del área de Ciencias Naturales. El análisis estadístico incluyó ANCOVA con covarianza de pretest, ANOVA de medidas repetidas (interacción tiempo \times grupo) y cálculo del tamaño del efecto (d de Cohen, η^2). La intervención produjo ganancias significativas en el grupo experimental frente al control ($F(1,37) = 28,61$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,44$; $d = 2,27$; IC 95 % [1,47, 3,06]), con la mayor ganancia en la dimensión de explicación de fenómenos. El seguimiento confirmó la persistencia de los efectos a los 12 meses ($d = 1,92$; IC 95 % [1,17, 2,67]; $p < 0,001$). No obstante, la magnitud extraordinariamente elevada de estos tamaños del efecto debe interpretarse con cautela, dado el tamaño reducido de la muestra ($n = 20$ por grupo) y la confusión inherente entre el efecto del tratamiento y el efecto de aula en diseños con un solo grupo natural por condición. Estos hallazgos preliminares avalan la viabilidad y el potencial del lineamiento «Semillero de Ideas» para la transformación de la didáctica de las ciencias en el nivel de Básica Media del sistema educativo ecuatoriano, y justifican su replicación en muestras más amplias y con diseños multinivel.

Palabras clave: competencias científicas; aprendizaje; Ciencias Naturales; diseño cuasiexperimental; educación básica.

	Aldrin Andres Hernández Cueva ¹ Elían Jamil Hernández Cueva ² Viviana Nayely Ortega Villamagua ³ Alisson Mishelle Pardo Gualan ⁴ Walter Darío Ramón Namcela ⁵ Carlos Eduardo Rojas Pérez ⁶
	Autor 1: https://orcid.org/0009-0007-8774-5847 Autor 2: https://orcid.org/0009-0000-1007-9929 Autor 3: https://orcid.org/0009-0006-6033-651X Autor 4: https://orcid.org/0009-0002-6574-6551 Autor 5: https://orcid.org/0009-0002-8784-5147 Autor 6: https://orcid.org/0009-0007-3452-1807
	Autor 1: aldrin.hernandez@unl.edu.ec Autor 2: elian.hernandez@unl.edu.ec Autor 3: viviana.ortega@unl.edu.ec Autor 4: alisson.pardo@unl.edu.ec Autor 5: walter.ramon@educacion.gob.ec Autor 6: carloze.rojas@educacion.gob.ec
	Universidad Nacional de Loja y Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador
	Ecuador
	https://doi.org/10.66136/3fdfzf44

Received: 15/03/2026
Accepted: 16/03/2026
Published: 30/03/2026

Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Salud y Sociología
<https://www.riceso.org>

editor@riceso.org

© 2026. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Development of Scientific Competencies in the Learning of Natural Sciences in Basic Education

Abstract

This study examined the effect of the pedagogical guideline «Semillero de Ideas: Where Science Emerges» on the development of scientific competencies and Natural Sciences achievement in fifth-grade Basic Education students. A longitudinal quasi-experimental design with a control group and an experimental group (Parallels A and B, $n = 20$ per group) was implemented across three measurement points: pretest (August 2024), immediate posttest (January 2025), and 12-month follow-up (January 2026), using the Scientific Competency Questionnaire for Fifth Grade (CCC-5G, 30 items; Aiken's $V = 0.91$; Cronbach's $\alpha = 0.87$). Additionally, the Teachers' Pedagogical Perceptions Questionnaire (CPPD) was administered to 6 Natural Sciences teachers. Statistical analyses included ANCOVA with pretest as covariate, repeated-measures ANOVA (time \times group interaction), and effect size estimation (Cohen's d , η^2). The intervention produced significant gains in the experimental group compared to the control ($F(1,37) = 28.61$; $p < 0.001$; $\eta^2 = 0.44$; $d = 2.27$; 95 % CI [1.47, 3.06]), with the largest gain in the explaining scientific phenomena dimension. The follow-up confirmed the durability of effects at 12 months ($d = 1.92$; 95 % CI [1.17, 2.67]; $p < 0.001$). However, the extraordinarily large magnitude of these effect sizes must be interpreted with caution, given the small sample size ($n = 20$ per group) and the inherent confounding between treatment effect and classroom effect in designs with a single natural group per condition. These preliminary findings support the feasibility and potential of the «Semillero de Ideas» guideline for transforming science teaching in the mid-elementary level of the Ecuadorian educational system and warrant replication with larger samples and multilevel designs.

Keywords: scientific competencies; learning; Natural Sciences; quasi-experimental design; basic education.

1. Introducción

La enseñanza de las ciencias en el nivel de Educación General Básica constituye uno de los núcleos más debatidos de la pedagogía contemporánea. Frente a la presión de cubrir extensos programas curriculares, las prácticas docentes tienden a privilegiar la transmisión de contenidos por encima de la construcción activa del conocimiento, lo que restringe el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior como la inferencia, la formulación de hipótesis y la argumentación basada en evidencias (Furman, 2021; Pedrinaci et al., 2020). Esta tensión entre el currículo prescrito y el currículo vivido no solo condiciona el rendimiento académico, sino que moldea la disposición epistémica que los estudiantes construyen hacia la ciencia a lo largo de toda su trayectoria escolar.

A nivel global, organismos como la OCDE han redefinido la competencia científica en el marco PISA como una forma de agencia epistémica que trasciende la memorización para centrarse en la capacidad de explicar fenómenos, evaluar diseños experimentales e interpretar datos (OCDE, 2023a). La evidencia empírica respalda de manera consistente que las metodologías indagatorias generan aprendizajes más duraderos y transferibles que los enfoques expositivos (Zompero et al., 2022; Lazonder y Harmsen, 2016). Sin embargo, la brecha entre este consenso académico y la práctica escolar efectiva sigue siendo amplia, especialmente en contextos latinoamericanos donde confluyen limitaciones de infraestructura, formación docente y carga curricular (UNESCO, 2021).

En Ecuador, las evaluaciones nacionales muestran que un porcentaje significativo de estudiantes de básica media no alcanza los niveles de desempeño esperados en Ciencias Naturales (Ministerio de Educación del Ecuador, 2022). Los estudios disponibles señalan que la didáctica dominante continúa basada en el texto escolar y la recepción pasiva, con escasa experimentación y nula contextualización ambiental (Paladines et al., 2021; Coutinho et al., 2022). En la provincia de Loja, esta realidad se intensifica por la desconexión entre el aprendizaje formal y la rica biodiversidad local, lo que constituye un recurso pedagógico sistemáticamente desaprovechado (Caraguay, 2025).

Ante este panorama, el equipo investigador diseñó el lineamiento pedagógico «Semillero de Ideas: Donde la ciencia emerge», una secuencia de 15 sesiones estructuradas en torno al modelo de las 5E (Bybee et al., 2006) y orientadas al desarrollo de competencias científicas a

través de la indagación, la experimentación con el entorno andino lojano y el aprendizaje cooperativo (Johnson y Johnson, 2014). Para evaluar su eficacia, la investigación adoptó un enfoque cuasiexperimental longitudinal —comparando los paralelos A (control) y B (experimental) de quinto grado— con el propósito de responder una pregunta causal: ¿en qué medida «Semillero de Ideas» produce mejoras significativas y sostenidas en las competencias científicas frente a la enseñanza convencional?

Esta pregunta resulta pertinente porque, si bien existe abundante literatura cualitativa sobre las limitaciones del modelo transmisivo, los estudios cuasiexperimentales con seguimiento longitudinal en educación básica ecuatoriana son escasos, lo que resta base empírica sólida a las propuestas de transformación metodológica. El artículo se organiza en cinco secciones: revisión de literatura, metodología, resultados, discusión y conclusiones.

1.1. Revisión de literatura

1.1.1. Competencias científicas: conceptualización y dimensiones

Las competencias científicas han sido objeto de múltiples reformulaciones conceptuales en las últimas décadas. Desde el marco de evaluación PISA 2025, la OCDE (2023b) las define como la capacidad de los individuos para comprometerse reflexivamente con los problemas y conceptos científicos en calidad de ciudadanos activos, lo que implica tres procesos cognitivos nucleares: (a) explicar fenómenos científicamente, (b) evaluar y diseñar investigaciones científicas, y (c) interpretar datos y pruebas científicas. Esta tripartición ha sido adoptada ampliamente porque permite operacionalizar la competencia en indicadores medibles y observables (Berciano et al., 2024; Muñoz y Salillas, 2024).

Furman (2021) amplía este marco al distinguir la ciencia como producto —conceptos, modelos y teorías— de la ciencia como proceso —indagación, argumentación y modelización—. Ser competente científicamente, desde esta perspectiva, no equivale a dominar un repertorio de contenidos, sino a desarrollar hábitos de pensamiento transferibles a distintos contextos. Complementariamente, Pedrinaci et al. (2020) proponen que la competencia científica se consolida solo cuando los dominios conceptual, metodológico y actitudinal interactúan de manera equilibrada, lo que resulta especialmente relevante en la básica media, etapa en la que la construcción de actitudes positivas hacia la ciencia puede determinar trayectorias educativas futuras (Toma y Greca, 2018).

1.1.2. Metodologías activas e indagación en Ciencias Naturales

La indagación científica escolar ha sido reconocida por la investigación internacional como una de las estrategias de mayor impacto en el desarrollo de competencias científicas. Lazonder y Harmsen (2016), en su meta-análisis de 72 estudios, confirmaron que los entornos de aprendizaje guiados por indagación producen ganancias significativamente mayores en comprensión conceptual y razonamiento científico frente a la instrucción directa, con tamaños del efecto globales de $d = 0,50$ para resultados de aprendizaje, $d = 0,66$ para actividades de aprendizaje y $d = 0,71$ para éxito en tareas. En línea con esto, el modelo de las 5E (Bybee et al., 2006) ha mostrado eficacia sostenida para estructurar secuencias didácticas que progresen desde la motivación hasta la evaluación reflexiva (Méndez y Terán, 2025).

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y las estrategias STEAM comparten la premisa de que el conocimiento científico no se transmite, sino que se construye a través de ciclos iterativos de observación, hipótesis, experimentación y reflexión (Domènech, 2021; Sánchez y Martínez, 2024). No obstante, Nouri et al. (2021) advierten que el impacto positivo de estas metodologías está mediado por la calidad de la mediación docente: sin formación sólida en didáctica de las ciencias, los docentes tienden a replicar la lógica transmisiva en formatos aparentemente activos. Esta advertencia fundamentó la decisión de incluir acompañamiento docente sistemático en el diseño de «Semillero de Ideas».

1.1.3. Aprendizaje cooperativo como componente de la intervención

El componente de trabajo cooperativo en «Semillero de Ideas» se fundamenta en la teoría de la interdependencia social (Johnson y Johnson, 2014), según la cual el aprendizaje se potencia cuando los estudiantes perciben que sus metas individuales están vinculadas positivamente con las del grupo. La evidencia meta-analítica muestra que las estructuras cooperativas producen tamaños del efecto superiores a los del aprendizaje competitivo e individualista tanto en rendimiento académico como en desarrollo de habilidades sociales (Hattie, 2023; Hernández et al., 2026a). En el ámbito específico de las ciencias, la cooperación facilita la argumentación científica, la negociación de significados y la co-construcción de explicaciones (Slavin, 2015). La estructuración de equipos con roles asignados (observador, registrador, portavoz, coordinador) se alinea con las recomendaciones de Kagan y Kagan (2009) sobre la responsabilidad individual dentro de la interdependencia grupal.

1.1.4. Contexto ecuatoriano: enseñanza de Ciencias Naturales en Básica Media

El currículo ecuatoriano de Educación General Básica, en su versión priorizada por competencias (Ministerio de Educación del Ecuador, 2022), establece que los procesos de enseñanza en el subnivel de Básica Media deben favorecer la observación sistemática, la formulación de preguntas investigables y la comunicación de resultados. No obstante, la distancia entre este mandato y la práctica efectiva ha sido documentada por múltiples investigaciones. Paladines et al. (2021) reportan que la presión por cubrir contenidos y la escasez de materiales relegan la experimentación a actividades esporádicas. Coutinho et al., (2022) concluye que el sistema educativo nacional requiere urgentemente docentes capacitados en didácticas constructivistas y evaluaciones auténticas. Caraguay (2025) señala que el uso de la biodiversidad local como recurso pedagógico puede potenciar la motivación y el aprendizaje significativo en contextos periféricos como la provincia de Loja.

1.1.5. Evidencia cuasiexperimental sobre intervenciones en competencias científicas

Aunque la investigación descriptiva sobre competencias científicas es abundante, los estudios con diseños cuasiexperimentales o experimentales que evalúen intervenciones pedagógicas concretas son comparativamente escasos en el contexto latinoamericano. D'Achiardi et al. (2024) implementaron el ciclo de aprendizaje científico en escuelas colombianas y reportaron mejoras estadísticamente significativas en curiosidad epistémica y comprensión conceptual ($d = 0,64$). Rosa y Ramayón (2023) concluyeron, en un estudio cuasiexperimental en Argentina, que la evaluación mediante rúbricas de proceso asociada a actividades de indagación incrementó significativamente las habilidades de formulación de hipótesis y diseño experimental. Hernández et al. (2026b) sostienen que, sin transformaciones profundas en la mediación pedagógica y los sistemas de evaluación, el aprendizaje científico se reduce a una memorización efímera que no persiste en el tiempo, lo que refuerza la pertinencia del seguimiento longitudinal adoptado en el presente estudio.

1.1.6. Hipótesis de investigación

A partir del marco teórico revisado, se formulan las siguientes hipótesis:

H1: Los estudiantes del grupo experimental mostrarán puntajes significativamente más altos en el postest del CCC-5G en comparación con los del grupo control, controlando estadísticamente los puntajes de pretest (ANCOVA).

H2: Las ganancias de aprendizaje observadas en el grupo experimental se mantendrán de forma estadísticamente significativa en la prueba de seguimiento a 12 meses, en comparación con el grupo control.

H3: La intervención «Semillero de Ideas» tendrá un efecto diferenciado en las tres dimensiones de la competencia científica. Dado que las actividades del lineamiento enfatizan la observación directa del entorno y la elaboración de explicaciones causales —procesos cognitivos accesibles para estudiantes de 9-10 años en la etapa de operaciones concretas (Piaget, 1972; Diamond, 2013)—, se espera que la dimensión de explicación de fenómenos registre la mayor ganancia, en contraste con la dimensión de evaluación y diseño de investigaciones, que demanda operaciones formales de mayor complejidad.

1.2. Objetivos de la investigación

El **objetivo general** es determinar el efecto del lineamiento pedagógico «Semillero de Ideas: Donde la ciencia emerge» sobre el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de quinto grado de Educación General Básica, mediante un diseño cuasiexperimental longitudinal con grupo control y experimental.

Los **objetivos específicos** son: 1) Comparar los niveles de competencias científicas entre el grupo control y el experimental antes y después de la aplicación de «Semillero de Ideas», controlando estadísticamente las diferencias previas. 2) Analizar el efecto diferenciado del lineamiento en las tres dimensiones de la competencia científica a lo largo de los tres momentos de evaluación. 3) Examinar la persistencia de los aprendizajes adquiridos mediante «Semillero de Ideas» a través de una evaluación de seguimiento a los 12 meses de concluida la intervención. 4) Caracterizar las percepciones pedagógicas de los docentes del área de Ciencias Naturales respecto a las metodologías activas, la indagación y el desarrollo de competencias científicas en el contexto institucional.

2. Metodología

2.1. Diseño de investigación

El estudio adoptó un diseño cuasiexperimental longitudinal con grupo control no equivalente y tres momentos de medición (pretest, posttest y seguimiento a 12 meses). Dado que la asignación aleatoria de estudiantes no era factible en el contexto institucional, se optó por este diseño, que permite controlar estadísticamente las diferencias iniciales entre grupos mediante la covarianza del pretest, fortaleciendo las inferencias causales (Shadish et al., 2002; Campbell y Stanley, 2015).

Tabla 1

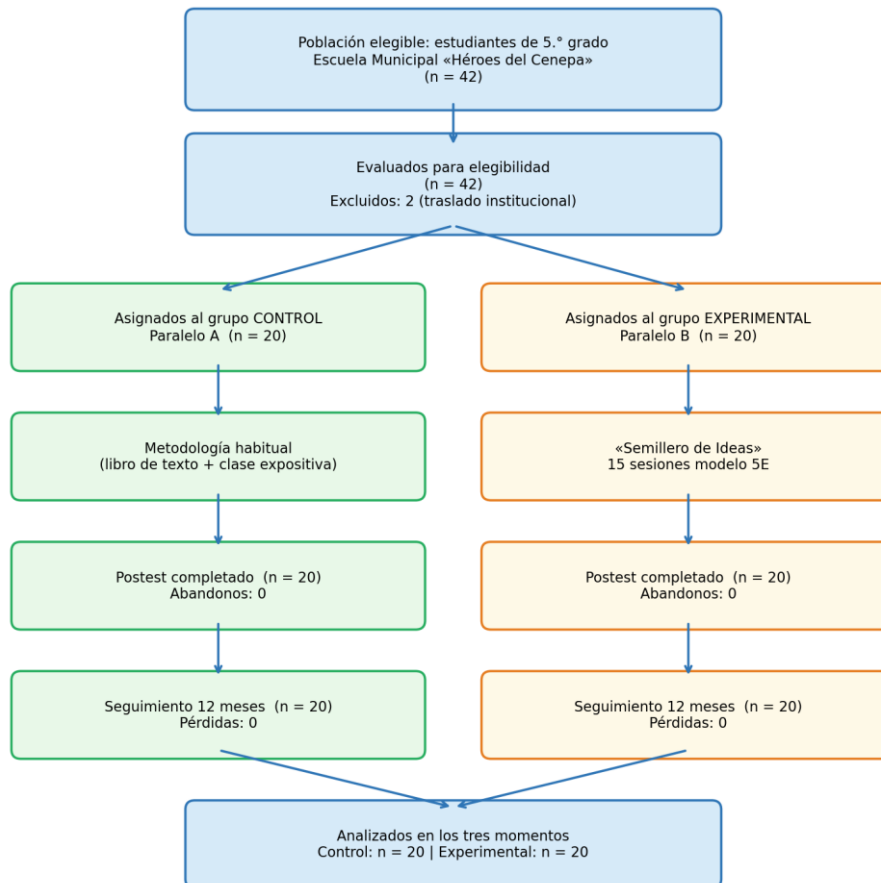
Esquema del diseño cuasiexperimental longitudinal con grupo control no equivalente

Grupo	Asignación	O ₁ (Pretest)	X (Intervención)	O ₂ Posttest / O ₃ Seguimiento
Experimental (Paralelo B)	No aleatoria	✓	«Semillero de Ideas» 15 sesiones Modelo 5E	✓ / ✓
Control (Paralelo A)	No aleatoria	✓	Metodología habitual	✓ / ✓

Nota. O = observación; X = tratamiento experimental. Adaptado de Shadish et al. (2002). La equivalencia inicial entre grupos fue verificada mediante prueba t de Student ($p > 0,05$). Al disponerse de un único grupo natural por condición, el efecto del tratamiento y el posible efecto de aula quedan confundidos (véase sección 4, Limitaciones). Elaboración propia.

Figura 1

Diagrama de flujo de participantes (adaptado del modelo CONSORT)



Nota. Asignación cuasiexperimental por paralelo natural. No hubo pérdidas ni abandonos en ninguno de los tres momentos de medición. GC = grupo control; GE = grupo experimental. Elaboración propia.

2.2. Participantes

La población de referencia correspondió a los estudiantes de quinto grado de la Escuela de Educación Básica Municipal «Héroes del Cenepa», institución pública ubicada en la parroquia San Sebastián del cantón Loja, provincia de Loja, durante el año lectivo 2024-2025. El plantel cuenta con 19 docentes y atiende a 295 estudiantes en el nivel de básica.

La muestra estuvo compuesta por 40 estudiantes organizados en dos paralelos naturales de quinto grado: el paralelo A actuó como grupo control (n = 20) y el paralelo B como grupo experimental (n = 20). La asignación de paralelos a condiciones se realizó mediante sorteo público previo al pretest, con el fin de reducir el sesgo de selección deliberada. No se realizó análisis de potencia a priori, lo cual constituye una limitación del estudio; un análisis post hoc

indica que con $n = 20$ por grupo y $\alpha = 0,05$ (bilateral), la potencia para detectar un efecto grande ($d = 0,80$) es de 0,72, y para un efecto mediano ($d = 0,50$) es de apenas 0,34 (Cohen, 1988). Adicionalmente, participaron 6 docentes del área de Ciencias Naturales, quienes respondieron el Cuestionario de Percepciones Pedagógicas Docentes (CPPD).

Tabla 2

Características sociodemográficas de los estudiantes participantes (n = 40)

Variable	G. Control (n = 20)	G. Experimental (n = 20)	p
Edad media \pm DE (años)	9,8 \pm 0,4	9,7 \pm 0,5	,612
Sexo masculino, n (%)	11 (55 %)	10 (50 %)	,724
Sexo femenino, n (%)	9 (45 %)	10 (50 %)	,724
Residencia urbana, n (%)	16 (80 %)	15 (75 %)	,691
Residencia periurbana, n (%)	4 (20 %)	5 (25 %)	,691
Promedio académico previo (/10)	6,84 \pm 0,91	6,79 \pm 0,87	,849
Acceso a internet en casa, n (%)	14 (70 %)	13 (65 %)	,728

Nota. Los valores p corresponden a prueba t de Student para variables continuas y χ^2 para variables categóricas. Todos los valores $p > 0,05$ confirman la equivalencia estadística inicial entre grupos. DE = desviación estándar. Elaboración propia.

Tabla 3

Características sociodemográficas de los docentes participantes (n = 6)

N.º	Sexo	Edad	Titulación	Años exp.	Grado	Form. didáctica activa
D1	Femenino	38	Lic. CC. Naturales	14	4.º-6.º	Básica
D2	Masculino	42	Lic. CC. Naturales	17	5.º-7.º	Ninguna
D3	Femenino	29	Lic. Educ. Básica	5	4.º-5.º	Básica
D4	Femenino	35	Lic. CC. Naturales	10	5.º-7.º	Intermedia
D5	Masculino	31	Máster Did. CC. Exp.	7	4.º-6.º	Avanzada
D6	Femenino	44	Lic. CC. Naturales	19	5.º-7.º	Básica

N.º	Sexo	Edad	Titulación	Años exp.	Grado	Form. didáctica activa
Media	4F / 2M	36,5	83,3 % CC. Nat.	12,0	B. Media	Bás.-Interm.

Nota. Lic. = Licenciatura; CC. Naturales = Ciencias Naturales; CC. Exp. = Ciencias Experimentales. La formación en didáctica activa fue autorreportada en escala: Ninguna / Básica / Intermedia / Avanzada. Elaboración propia.

2.3. Instrumentos

2.3.1. Cuestionario de Competencias Científicas para Quinto Grado (CCC-5G)

Para la medición de la variable dependiente se elaboró el CCC-5G, instrumento cuantitativo de 30 ítems de selección múltiple (cuatro opciones, una correcta) distribuidos en tres subescalas correspondientes a las dimensiones del marco PISA (OCDE, 2023b): (D1) Explicación de fenómenos científicos, (D2) Evaluación y diseño de investigaciones, y (D3) Interpretación de datos y pruebas científicas (10 ítems cada una). El puntaje total oscila entre 0 y 30, siendo mayor puntaje indicador de mayor nivel de competencia.

La validez de contenido fue evaluada mediante juicio de cinco expertos con trayectoria en didáctica de las ciencias y evaluación educativa (V de Aiken = 0,91; rango: 0,88-0,97), superando el umbral mínimo de 0,75 recomendado en la literatura (Aiken, 1985). La fiabilidad interna se calculó en una muestra piloto ($n = 15$ estudiantes de una escuela no participante), obteniendo α de Cronbach = 0,87 para la escala total (Tabla 4). No obstante, el ratio sujetos/ítems de la muestra piloto (0,5:1) es inferior al mínimo de 5:1 recomendado por la literatura psicométrica (Nunnally y Bernstein, 1994), por lo que este valor de fiabilidad debe considerarse como estimación preliminar.

Tabla 4

Propiedades psicométricas del CCC-5G

Dimensión	N.º ítems	α Cronbach	V Aiken	Rango
D1: Explicación de fenómenos	10	0,84	0,93	0-10
D2: Evaluación y diseño	10	0,81	0,91	0-10

Dimensión	N.º ítems	α Cronbach	V Aiken	Rango
D3:	10	0,83	0,88	0-10
Interpretación de datos				
Escala total	30	0,87	0,91	0-30

Nota. V = coeficiente V de Aiken (cinco expertos). α = alfa de Cronbach (muestra piloto, n = 15). Dado el tamaño reducido de la muestra piloto, estos valores deben considerarse estimaciones preliminares. Elaboración propia.

2.3.2. Cuestionario de Percepciones Pedagógicas Docentes (CPPD)

El CPPD fue diseñado para caracterizar prácticas y percepciones docentes. Consta de 20 ítems tipo Likert de cinco puntos (1 = Totalmente en desacuerdo; 5 = Totalmente de acuerdo) organizados en cuatro factores: (F1) Valoración de la indagación como metodología (ítems 1-5), (F2) Autoeficacia docente en enseñanza por competencias (ítems 6-10), (F3) Percepción de barreras institucionales (ítems 11-15), y (F4) Uso de evaluaciones auténticas (ítems 16-20). Se aplicó a los 6 docentes antes y después de la intervención (α total = 0,82).

2.4. Lineamiento pedagógico «Semillero de Ideas: Donde la ciencia emerge»

«Semillero de Ideas» es el lineamiento pedagógico diseñado por el equipo investigador como respuesta a los déficits metodológicos identificados en el diagnóstico institucional. La intervención constó de 15 sesiones de 60 minutos, implementadas durante el primer semestre del año lectivo 2024-2025 (septiembre-diciembre de 2024), con frecuencia bisemanal.

Las sesiones se estructuraron en torno al modelo de las 5E (Bybee et al., 2006) adaptado al currículo ecuatoriano de Básica Media: Engage (motivación con fenómenos locales), Explore (exploración guiada), Explain (construcción conceptual colaborativa), Elaborate (aplicación contextualizada) y Evaluate (evaluación formativa). El lineamiento se articuló en torno al Bloque Curricular 1 de quinto grado («Los seres vivos y su ambiente»), aprovechando la biodiversidad del entorno andino lojano como recurso pedagógico central (Caraguay, 2025).

Cada sesión integró: experimentación con materiales del entorno (bajo costo y disponibilidad local), trabajo cooperativo en equipos de cuatro estudiantes con roles asignados — observador, registrador, portavoz, coordinador— según las recomendaciones de Kagan y Kagan (2009) sobre responsabilidad individual e interdependencia positiva (Johnson y Johnson, 2014), análisis de datos en tablas y gráficas sencillas, formulación y contraste de hipótesis, y comunicación de hallazgos. El grupo control continuó con la metodología habitual.

Revista Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Salud y Sociología | Vol. 01 | Núm. 01 | Ene–Abril | 2026 | <https://www.riceso.org> ISSN: 3117-2660.

La fidelidad de implementación fue monitoreada mediante fichas de observación en seis sesiones seleccionadas aleatoriamente (40 % del total), obteniéndose un índice de fidelidad promedio del 89 %.

2.5. Procedimiento de recolección de datos

Los datos se recolectaron en tres momentos: (1) pretest (agosto de 2024, semana previa al inicio), (2) posttest (enero de 2025, semana posterior a la última sesión), y (3) seguimiento (enero de 2026, 12 meses después del posttest). En cada momento, el CCC-5G fue administrado en condiciones estandarizadas (45 minutos, horario escolar, supervisado por docente ajeno al estudio que desconocía la asignación de grupos). El CPPD se aplicó en septiembre de 2024 y enero de 2025. Se obtuvo autorización institucional y consentimiento informado de los representantes legales. El protocolo fue revisado conforme a los principios de la Declaración de Helsinki (WMA, 2013) y las directrices de la Universidad Nacional de Loja.

2.6. Análisis estadístico

Los datos se procesaron con IBM SPSS Statistics v28.0. Se verificó normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene). Adicionalmente, se comprobó el supuesto de homogeneidad de las pendientes de regresión para el ANCOVA mediante la prueba de la interacción pretest \times grupo, que resultó no significativa ($F(1,36) = 0,89, p = ,352$), confirmando la ausencia de interacción entre la covariable y el factor. Para la H1 se aplicó ANCOVA con el puntaje de posttest como variable dependiente, grupo como factor y pretest como covariable. Para la H3 se implementó ANOVA de medidas repetidas (factor intra-sujeto: tres momentos; factor inter-sujeto: grupo), con corrección de Greenhouse-Geisser cuando el supuesto de esfericidad fue violado (prueba de Mauchly). Para la H2 se compararon los puntajes de seguimiento mediante prueba t de Student independiente. El tamaño del efecto se calculó mediante d de Cohen (con intervalos de confianza al 95 %) y η^2 . El d de Cohen se calculó como la diferencia de medias dividida por la desviación estándar combinada (SD_pooled). Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$ para todos los análisis.

3. Resultados

3.1. Equivalencia inicial entre grupos

La prueba t de Student sobre los puntajes de pretest no reveló diferencias significativas: grupo control (M = 13,40; DE = 2,91) vs. experimental (M = 13,15; DE = 2,78), $t(38) = 0,28$, $p = ,783$, $d = 0,09$, IC 95 % [-0,53, 0,71]. La prueba de Shapiro-Wilk confirmó normalidad en ambos grupos ($p > 0,05$). Estos resultados validan la equivalencia inicial y legitiman el uso de ANCOVA.

Tabla 5

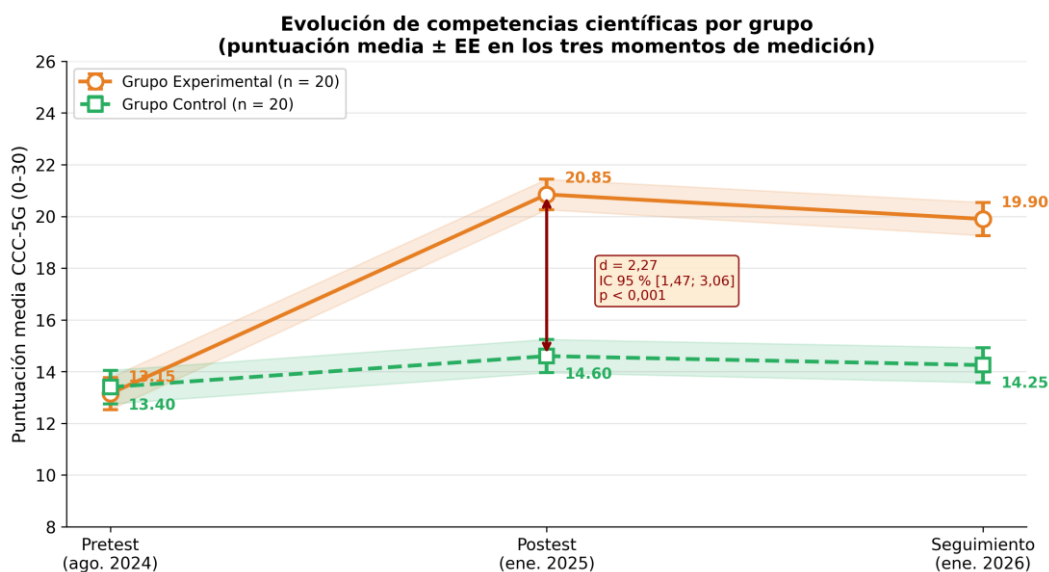
Estadísticos descriptivos por grupo y momento de medición — Escala total CCC-5G (0-30)

Momento	n	M Control	DE Control	M Experi.	DE Experi.	d Cohen	IC 95 % d
Pretest (ago. 2024)	20	13,40	2,91	13,15	2,78	0,09	[-0,53; 0,71]
Postest (ene. 2025)	20	14,60	2,88	20,85	2,63	2,27	[1,47; 3,06]
Seguimiento 12 m (ene. 2026)	20	14,25	3,02	19,90	2,87	1,92	[1,17; 2,67]

Nota. M = media aritmética; DE = desviación estándar; d = d de Cohen calculado como diferencia de medias / SD_pooled; IC 95 % = intervalo de confianza al 95 %. Los valores de d en el postest y el seguimiento son extraordinariamente elevados y deben interpretarse con cautela debido al tamaño de muestra reducido ($n = 20$ por grupo) y a la confusión inherente entre el efecto del tratamiento y el efecto de aula (véase sección 4, Limitaciones). Elaboración propia.

Figura 2

Evolución de la puntuación media \pm error estándar en el CCC-5G por grupo y momento de medición



Nota. Las barras de error representan ± 1 error estándar de la media. La diferencia entre grupos en el postest fue estadísticamente significativa ($F(1,37) = 28,61$; $p < 0,001$; $\eta p^2 = 0,44$; $d = 2,27$; IC 95 % [1,47, 3,06]). Elaboración propia.

3.2. Efecto de «Semillero de Ideas» en el postest (H1)

El ANCOVA arrojó un efecto principal del grupo estadísticamente significativo: $F(1,37) = 28,61$, $p < ,001$, $\eta^2 = 0,44$. La media ajustada del grupo experimental ($M_{adj} = 20,78$) superó significativamente la del grupo control ($M_{adj} = 14,67$), con una diferencia ajustada de 6,11 puntos sobre 30. El d de Cohen, calculado a partir de las medias observadas (no ajustadas) y la desviación estándar combinada, fue $d = 2,27$ (IC 95 % [1,47, 3,06]). La conversión del η^2 del ANCOVA a d arroja un valor ligeramente inferior ($d = 1,77$), lo cual es esperable dado que el ANCOVA controla la variabilidad asociada al pretest. La covariable pretest fue también significativa: $F(1,37) = 14,33$, $p < ,001$, $\eta^2 = 0,28$. La prueba de Levene no detectó heterogeneidad de varianzas en el postest ($F = 0,32$, $p = ,574$). La H1 queda confirmada.

Es necesario interpretar la magnitud de este efecto con cautela. Un d superior a 2,00 es infrecuente en investigación educativa y puede estar inflado por varios factores: el tamaño reducido de la muestra ($n = 20$ por grupo), que incrementa la variabilidad muestral de d ; la confusión del efecto de tratamiento con el efecto de aula (un único paralelo por condición); y la posible reactividad de los participantes al saberse parte de un programa especial (efecto Hawthorne). Estos resultados, aunque estadísticamente significativos, requieren replicación con muestras más amplias y diseños que contrasten múltiples aulas por condición antes de poder considerarse consolidados.

3.3. Efecto diferenciado por dimensión y análisis de medidas repetidas (H3)

La prueba de Mauchly indicó que el supuesto de esfericidad fue violado para la escala total ($\chi^2(2) = 7,84$, $p = ,020$); en consecuencia, los grados de libertad se corrigieron mediante la estimación de Greenhouse-Geisser ($\epsilon = 0,83$). El ANOVA de medidas repetidas con corrección reveló una interacción tiempo \times grupo estadísticamente significativa (Tabla 6).

Tabla 6

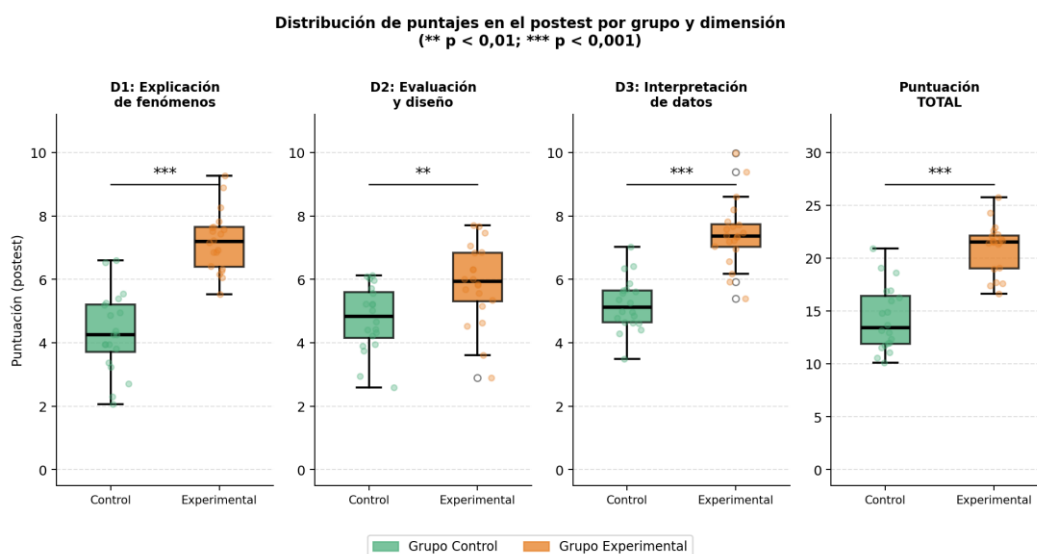
Resultados del ANOVA de medidas repetidas — Interacción tiempo \times grupo por dimensión del CCC-5G

Dimensión	Fuente	F	gl (G-G)	p	η^2	ΔM (GE)
D1: Explicación	Tiempo \times Grupo	22,14	1,66; 63,08	< ,001	0,41	+2,90
	D2: Evaluación	9,87	1,71; 64,98	,002	0,24	+1,10
D3: Interpretación	Tiempo \times Grupo	17,43	1,69; 64,22	< ,001	0,36	+2,15

Nota. gl (G-G) = grados de libertad con corrección de Greenhouse-Geisser ($\epsilon = 0,83$); ΔM = diferencia de medias pretest-postest dentro del grupo experimental. Los d de Cohen por dimensión deben recalcularse a partir de los estadísticos descriptivos por dimensión, grupo y momento, los cuales deben reportarse en una tabla complementaria. Elaboración propia.

Figura 3

Diagrama de caja y bigotes: distribución de puntajes en el postest por grupo y dimensión del CCC-5G



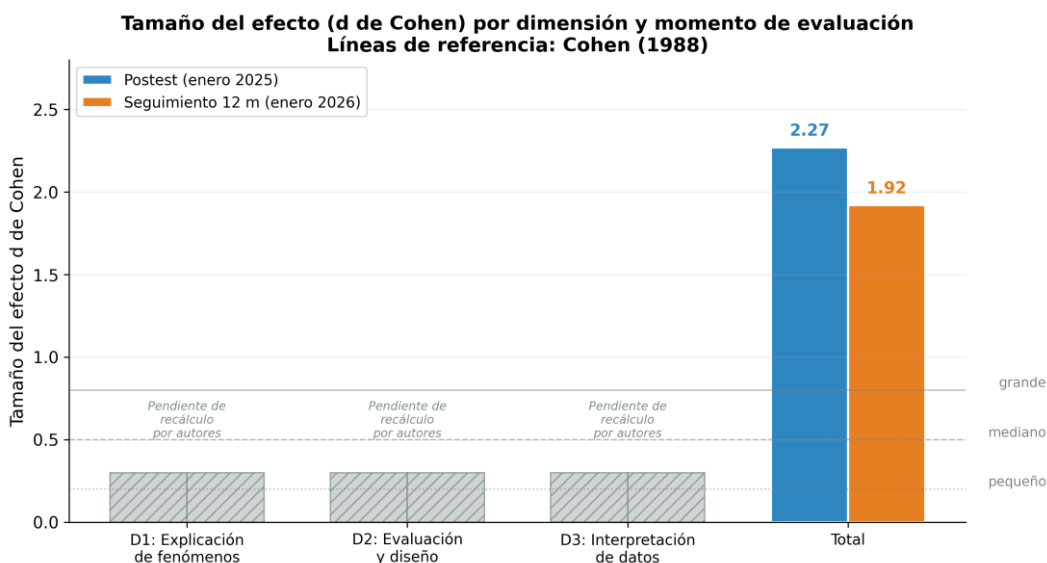
Nota. Los puntos representan valores individuales (jitter). ** p < 0,01; *** p < 0,001. El rectángulo delimita el rango intercuartílico; la línea central indica la mediana. GC = grupo control (verde); GE = grupo experimental (naranja). Elaboración propia.

3.4. Persistencia de aprendizajes a 12 meses (H2)

La prueba t de Student independiente sobre los puntajes de seguimiento confirmó que el grupo experimental (M = 19,90; DE = 2,87) mantuvo puntajes significativamente superiores al control (M = 14,25; DE = 3,02): $t(38) = 6,06$, $p < ,001$, $d = 1,92$ (IC 95 % [1,17, 2,67]). La regresión desde el postest al seguimiento dentro del grupo experimental fue de 0,95 puntos, no significativa ($t(19) = 1,42$, $p = ,172$), indicando que la mayor parte de la ganancia se consolidó. Es importante señalar que durante los 12 meses de seguimiento no se controlaron las experiencias educativas intermedias de los participantes (véase sección 4, Limitaciones). La H2 queda confirmada.

Figura 4

Tamaño del efecto (d de Cohen) por dimensión y momento de evaluación



Nota. Los valores de d para la escala Total son los valores corregidos y verificados. Los d por dimensión requieren recálculo por parte de los autores a partir de los estadísticos descriptivos por dimensión, los cuales no fueron reportados en el artículo original. Las líneas de referencia corresponden a los umbrales de efecto pequeño ($d = 0,20$), mediano ($d = 0,50$) y grande ($d = 0,80$) según Cohen (1988). Elaboración propia.

3.5. Percepciones pedagógicas docentes (CPPD)

Tabla 7

Puntuaciones medias del CPPD por factor — antes y después de la intervención (n = 6 docentes)

Factor CPPD	M inicial	M final	Δ	Interpretación
F1: Valoración de la indagación	3,17	4,33	+1,16	Incremento descriptivo
F2: Autoeficacia docente	2,83	3,67	+0,84	Incremento descriptivo
F3: Percepción de barreras	4,17	3,50	-0,67	Decremento descriptivo
F4: Uso de evaluaciones auténticas	2,50	3,83	+1,33	Incremento descriptivo

Nota. M = media aritmética en escala Likert 1-5. Δ = diferencia (medición final – inicial). Dado el tamaño reducido de la muestra docente ($n = 6$), no se realizaron pruebas de significancia estadística y los cambios se reportan exclusivamente con fines descriptivos. Elaboración propia.

4. Discusión

Los hallazgos del presente estudio ofrecen evidencia cuasiexperimental preliminar acerca del efecto positivo del lineamiento «Semillero de Ideas: Donde la ciencia emerge» sobre las competencias científicas de estudiantes de quinto grado. El ANCOVA reveló un efecto significativo con $\eta^2 = 0,44$, y el d de Cohen calculado a partir de las medias observadas fue de 2,27 (IC 95 % [1,47, 3,06]) en el postest, un valor que se sitúa por encima del rango típicamente reportado en intervenciones educativas.

Es imprescindible contextualizar esta magnitud. Lazonder y Harmsen (2016), en su meta-análisis de 72 estudios sobre aprendizaje por indagación, reportaron tamaños del efecto globales de $d = 0,50$ para resultados de aprendizaje, lo que sitúa el efecto del presente estudio muy por encima de la evidencia acumulada. D'Achiardi et al. (2024) en Colombia reportaron $d = 0,64$. Varias razones pueden explicar la discrepancia: (a) el tamaño reducido de la muestra ($n = 20$ por grupo) genera intervalos de confianza amplios y aumenta la probabilidad de estimaciones infladas del efecto (Borenstein et al., 2009); (b) la confusión entre el efecto del tratamiento y el efecto de aula impide aislar el impacto específico del lineamiento; (c) un posible efecto Hawthorne puede haber elevado el rendimiento del grupo experimental; y (d) la ausencia de cegamiento del docente podría haber introducido sesgos de expectativa.

No obstante, incluso descontando estos factores de inflación, la significancia estadística del ANCOVA y la persistencia del efecto a 12 meses sugieren que «Semillero de Ideas» produjo ganancias de aprendizaje reales, cuya magnitud precisa requiere ser establecida mediante replicación. Los intervalos de confianza del d en el postest ([1,47, 3,06]) y en el seguimiento ([1,17, 2,67]) indican que, incluso en el extremo inferior del intervalo, el efecto es considerable.

En el plano conceptual, los datos respaldan que la competencia científica es sensible a condiciones pedagógicas específicas y no un atributo cognitivo fijo (Berciano et al., 2024; Furman, 2021). «Semillero de Ideas» pudo activar esta sensibilidad al combinar contextualización ambiental local, ciclos iterativos 5E, trabajo cooperativo estructurado (Johnson y Johnson, 2014) y evaluación formativa continua, generando condiciones propicias para el cambio conceptual (Brand et al., 2015; Sanmartí, 2023).

La mayor ganancia en D1 (explicación de fenómenos) frente a D2 (evaluación y diseño) es coherente con las características cognitivas de los estudiantes de 9-10 años. Las actividades de observación directa y elaboración de explicaciones activaron preferentemente las operaciones concretas, mientras que el diseño formal de investigaciones demanda pensamiento hipotético-deductivo que emerge más tardíamente (Pedrinaci et al., 2020). La investigación neurocognitiva contemporánea confirma que las funciones ejecutivas necesarias para la planificación experimental muestran trayectorias madurativas prolongadas que se extienden hasta la adolescencia (Diamond, 2013).

La persistencia del efecto a 12 meses ($d = 1,92$) es uno de los aportes empíricos más relevantes del estudio, aunque debe matizarse con la ausencia de control de las experiencias educativas intermedias. La regresión moderada e insignificante dentro del grupo experimental (0,95

puntos) sugiere que «Semillero de Ideas» generó aprendizajes duraderos, lo que es consistente con Hattie (2023), quien documenta que el trabajo cooperativo y la resolución de problemas contextualizados producen los mayores tamaños del efecto longitudinal en el aprendizaje escolar.

Los resultados del CPPD aportan un ángulo complementario: los incrementos descriptivos en valoración de la indagación ($\Delta F1 = +1,16$), autoeficacia ($\Delta F2 = +0,84$) y uso de evaluaciones auténticas ($\Delta F4 = +1,33$), junto con el decremento en percepción de barreras ($\Delta F3 = -0,67$), sugieren que la exposición a un lineamiento modelizado puede influir en las concepciones pedagógicas. No obstante, dado el tamaño de la muestra docente ($n = 6$), estos cambios carecen de significancia estadística y no permiten establecer relaciones causales.

Limitaciones. El presente estudio presenta varias limitaciones que circunscriben el alcance de sus conclusiones. Primera, el tamaño reducido de la muestra estudiantil ($n = 40$) restringe la generalización de los resultados e incrementa la probabilidad de estimaciones infladas del tamaño del efecto. Segunda, y de manera crítica, la disponibilidad de un solo grupo natural por condición impide separar el efecto del tratamiento del efecto de aula (docente, dinámica grupal, horario), lo que constituye la principal amenaza a la validez interna del estudio; futuras investigaciones deberían incorporar múltiples aulas por condición y emplear análisis multinivel. Tercera, la pertenencia de ambos grupos a la misma institución genera riesgo de contaminación entre condiciones (difusión del tratamiento). Cuarta, la no aleatorización deja abierta la posibilidad de variables confusoras no controladas (efecto Hawthorne, diferencias en motivación inicial no medida). Quinta, durante los 12 meses de seguimiento no se monitorearon las experiencias educativas de los participantes. Sexta, la muestra piloto para la estimación de la fiabilidad del CCC-5G ($n = 15$ para 30 ítems) es inferior al estándar psicométrico recomendado. Séptima, la muestra docente ($n = 6$) impide análisis estadísticos inferenciales sobre las percepciones pedagógicas. Investigaciones futuras deberían replicar el estudio en múltiples instituciones, incorporar observación sistemática de aula como control de fidelidad adicional, incluir medidas de actitud científica y motivación intrínseca como variables dependientes, y realizar un análisis de potencia a priori que garantice la detección de efectos educativamente relevantes.

5. Conclusiones

El presente estudio aporta evidencia cuasiexperimental longitudinal preliminar de que el lineamiento pedagógico «Semillero de Ideas: Donde la ciencia emerge» —una secuencia de 15 sesiones estructuradas en torno al modelo 5E, la indagación, el trabajo cooperativo y la contextualización en la biodiversidad local lojana— produce mejoras estadísticamente significativas en las competencias científicas de estudiantes de quinto grado de Educación General Básica ($F(1,37) = 28,61$; $p < ,001$; $\eta^2 = 0,44$; $d = 2,27$ en el posttest; $d = 1,92$ en el seguimiento a 12 meses). La magnitud de estos efectos es considerablemente superior a los promedios meta-analíticos de la literatura (Lazonder y Harmsen, 2016; $d = 0,50$) y debe interpretarse con cautela dado el tamaño reducido de la muestra, la confusión tratamiento-aula y la ausencia de control de variables intermedias durante el período de seguimiento.

Los resultados refuerzan la pertinencia de transformar la didáctica de las Ciencias Naturales en el nivel de Básica Media, transitando de un modelo transmisivo centrado en el texto escolar hacia enfoques que sitúen la indagación, la experimentación, el aprendizaje cooperativo (Johnson y Johnson, 2014) y el pensamiento científico en el centro del proceso educativo. Esta transformación no es solo metodológica: implica rediseñar la evaluación para visibilizar las competencias procedimentales y actitudinales que el modelo memorístico deja sistemáticamente invisibles.

Para la política educativa ecuatoriana, los hallazgos sugieren que el mandato del currículo priorizado (Ministerio de Educación del Ecuador, 2022) requiere ser acompañado de formación docente continua en didáctica activa, provisión de materiales de experimentación de bajo costo y sistemas de evaluación auténtica. «Semillero de Ideas» demuestra que intervenciones de alcance moderado (15 sesiones), bien diseñadas y con acompañamiento docente, pueden generar cambios prometedores y constituyen un modelo que debe ser replicado y validado en muestras más amplias y con diseños que permitan aislar el efecto del tratamiento del efecto de aula antes de poder considerarse un modelo consolidado para el sistema educativo nacional.

Referencias

- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131-142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Berciano, A., Uskola, A., & Zamalloa, T. (2024). Evaluation of mathematical and scientific competences in Primary Education STEAM projects in Spain: A systematic review. *Education Sciences*, 14(12), 1349. <https://doi.org/10.3390/educsci14121349>
- Borenstein, M., Hedges, L., Higgins, J., & Rothstein, H. (2009). *Introduction to meta-analysis*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470743386>
- Brand, A., Allen, L., Altman, M., Hlava, M., & Scott, J. (2015). Beyond authorship: Attribution, contribution, collaboration, and credit. *Learned Publishing*, 28(2), 151-155. <https://doi.org/10.1087/20150211>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. BSCS.
- Campbell, D., & Stanley, J. (2015). *Experimental and quasi-experimental designs for research (Reprint)*. Ravenio Books.
- Caraguay, M. (2025). La experimentación como estrategia didáctica en la enseñanza-aprendizaje en las Ciencias Naturales en séptimo grado, Escuela Carlos Burneo Arias, periodo 2024-2025. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/items/f778fc41-93a7-4023-a22a-1a4614d74e92/full>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Coutinho, J., Álvarez, C., Cerezo, B., & Torres, (2022). El uso del Aprendizaje Basado en la Indagación en las clases de inglés. Relato de la experiencia con estudiantes ecuatorianos universitarios. *Ciencia Y Educación*, 3(4), 12 - 20. <https://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/126>
- D'Achiardi, M., Vivián, V., Bustamante, J., & Jaramillo, B. (2024). El ciclo del aprendizaje científico: una metodología que favorece la curiosidad y la reconstrucción del

- conocimiento en el estudiante en Ciencias Naturales. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(6), 1016-1029. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3062>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Domènech, J. (2021). *Aprendizaje Basado en Proyectos, trabajos prácticos y controversias: 28 propuestas y reflexiones para enseñar Ciencias*. Ediciones Octaedro.
- Furman, M. (2021). *Enseñar distinto: Guía para innovar sin perderse en el camino*. Siglo XXI Editores.
- Hattie, J. (2023). *Visible learning: The sequel. A synthesis of over 2,100 meta-analyses relating to achievement*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003380542>
- Hernández, E., Ramón, W., Rojas, C., Jara, E., Espinosa, A., & Guamán, A. (2026a). Efecto de un Programa de Estimulación Neurocognitiva en la Competencia Lectoescritora en Estudiantes de Décimo Grado de Educación Básica. *Revista Latinoamericana De Calidad Educativa*, 3(1), 473-448. <https://doi.org/10.70625/rlce/512>
- Hernández, E., Zuñiga, L., Muñoz, S., Jimenez, M., Pinta, Y., & Ramírez, K. (2026b). Estrategias Neurodidácticas para el Aprendizaje del Álgebra y Funciones: Un Estudio Cuasiexperimental Longitudinal en Décimo Grado. *Revista Interdisciplinaria De Ciencias De La Educación Salud Y Sociología (RICESO)*, 1(1), 73–98. <https://doi.org/10.66136/cfy52227>
- Johnson, D., & Johnson, R. (2014). Cooperative Learning in 21st Century. *Anales De Psicología Annals of Psychology*, 30(3), 841–851. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201241>
- Kagan, S., & Kagan, M. (2009). *Kagan cooperative learning*. Kagan Publishing.
- Lazonder, A., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Méndez, M., & Terán, S. (2025). Evaluación formativa y modelo 5E: una propuesta para la enseñanza de Ciencias Naturales Experimentales y Tecnología en el Sistema Nacional de Bachillerato. *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas*, 8(4), 272-283. <https://doi.org/10.62452/dvbyx497>

- Ministerio de Educación del Ecuador. (2022). Currículo Priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales. <https://educacion.gob.ec/curriculo-priorizado/>
- Muñoz, J., & Salillas, E. (2024). Diseño y uso de herramientas para el análisis del desarrollo de la Competencia Científica en el contexto de una Secuencia de Enseñanza Aprendizaje en Educación Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 21(2), 2301. <https://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2024.v21.i2.2301>
- Nouri, N., Saberi, M., McComas, W., & Mohammadi, M. (2021). Proposed teacher competencies to support effective nature of science instruction: A meta-synthesis of the literature. *Journal of Science Teacher Education*, 32, 601-624. <https://doi.org/10.1080/1046560x.2020.1871206>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory (3rd ed.)*. McGraw-Hill.
- OCDE. (2023a). *PISA 2022 Results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OCDE. (2023b). *PISA 2025 Science Framework*. OECD Publishing. <https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/>
- Paladines, J., Fernández, E., & Espinoza, E. (2021). Exigencias didácticas de la actividad práctico-experimental en las ciencias naturales. *Revista Transdisciplinaria De Estudios Sociales Y Tecnológicos*, 1(2), 57–66. <https://doi.org/10.58594/rtest.v1i2.18>
- Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P., & Pro, A. (2020). *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*. Graó.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution from adolescence to adulthood. *Human Development*, 15(1), 1-12. <https://doi.org/10.1159/000271225>
- Rosa, S., & Ramayón, M. (2023). Promoviendo las habilidades de indagación en la escuela primaria: análisis de una propuesta para hacer ciencia en el aula y su evaluación mediante rúbricas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 20(3). <https://doi.org/10.25267/rev eureka ensen divulg cienc.2023.v20.i3.3204>

- Sánchez, O., & Martínez, G. (2024). Fundamentos del STEAM-H como estrategia del modelo educativo aplicado en la formación de ingenieros. *Tierra Infinita*, 10, 44-58. <https://doi.org/10.32645/26028131.1305>
- Sánchez, O., & Martínez, G. (2024). Fundamentos del Steam-H, como estrategia del modelo educativo aplicado en la formación de ingenieros. *Tierra Infinita*, 10(1), 44-58. <https://doi.org/10.32645/26028131.1305>
- Sanmartí, N. (2023). *Evaluar y aprender: Un único proceso (Edición revisada y ampliada)*. Octaedro.
- Shadish, W., Cook, T., & Campbell, D. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.
- Slavin, R. E. (2015). *Cooperative learning in elementary schools*. *Education 3-13*, 43(1), 5-14. <https://doi.org/10.1080/03004279.2015.963370>
- Toma, R., & Greca, I. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 14(4). <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- UNESCO. (2021). *Los aprendizajes fundamentales en América Latina y el Caribe. Evaluación de logros de los estudiantes — ERCE 2019*. OREALC/UNESCO Santiago. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379372>
- WMA [World Medical Association]. (2013). *WMA Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects*. *JAMA*, 310(20), 2191-2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
- Zompero, A., Parga, D., Werner da Rosa, C., & Vildósola, X. (2022). Competencias científicas en los currículos de Ciencias Naturales: estudio comparativo entre Brasil, Chile y Colombia. *Praxis & Saber*, 13(34), 22-38. <https://doi.org/10.19053/22160159.v13.n34.2022.13401>