Revista ASCE Magazine, Periodicidad: Trimestral Enero - Marzo, Volumen: 5, Número: 1, Año: 2026 páginas 2297 - 2316

Doi: https://doi.org/10.70577/asce.v5i1.701

Recibido: 2025-12-13
Aceptado: 2026-01-13
Publicado: 2026-02-24

El aprendizaje por indagación y su impacto en el rendimiento académico en ciencias naturales en estudiantes de educación general básica.

Inquiry-Based Learning And Its Impact On Academic Performance In Natural Sciences In Students Of Basic General Education.

Autores

Nelly Isabel Rochina Quinatoa[1]
Dirección de Posgrado y Educación Continua, Maestría en Educación Básica
nerochina@mailes.ueb.edu.ec
https://orcid.org/0009-0001-6723-5029
Universidad Estatal de Bolívar
Guaranda, Ecuador

Elián José Villao Orellana[2]
Instituto de Postgrado, Maestría en Educación Básica
evillao@upse.edu.ec
https://orcid.org/0009-0009-0180-1962
Universidad Estatal Península de Santa Elena
Santa Elena, Ecuador

Cómo citar

Rochina Quinatoa, N. I., & Villao Orellana, E. J. (2026). El aprendizaje por indagación y su impacto en el rendimiento académico en ciencias naturales en estudiantes de educación general básica. *ASCE MAGAZINE*, *5*(1), 2297–2316.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Resumen

El aprendizaje por indagación representa una alternativa metodológica frente a la enseñanza tradicional centrada en la transmisión de contenidos. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto del aprendizaje por indagación en el rendimiento académico en Ciencias Naturales de estudiantes de séptimo año de Educación General Básica en la Escuela de Educación Básica Adolfo Páez, ubicada en Echeandía, provincia de Bolívar, Ecuador. En este estudio se aplicó un diño cuasi experimental, compuesto por 25 el grupo experimental y 25 el grupo de control, de la misma manera se aplicó un pretest y postest para medir la evolución. Al grupo experimental se aplicó el modelo 5E de Bybee (Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar, Evaluar), y en el grupo de control se desarrolló una clase tradicional, el proceso se desarrolló dentro de 8 semanas. Se evidenció resultados estadísticos significativos entre los grupos en el postest con un p-valor < .001, asimismo se observa que en el grupo experimental hubo un incremento de 5.92 a 8.24 y en contraste el grupo de control valores de 5.84 a 6.52. bajo estos resultados se concluyó que el aprendizaje por indagación se convierte en una estrategia y alternativa en pro de mejorar el rendimiento académico en Ciencias Naturales dentro de contextos rurales.

Palabras clave: Aprendizaje Por Indagación, Rendimiento Académico, Ciencias Naturales, Educación Básica, Modelo 5E, Constructivismo

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Abstract

Inquiry-based learning represents a methodological alternative to traditional teaching focused on content transmission. This study aimed to evaluate the impact of inquiry-based learning on the academic performance in Natural Sciences of seventh-grade students at the Adolfo Páez Basic Education School, located in Echeandía, Bolívar Province, Ecuador. A quasi-experimental design was used, consisting of 25 students in the experimental group and 25 in the control group. A pre-test and post-test were administered to measure progress. The experimental group was taught using Bybee's 5E model (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate), while the control group received a traditional lesson. The study was conducted over eight weeks. Statistically significant results were found between the groups in the post-test with a p-value < .001. It was also observed that in the experimental group there was an increase from 5.92 to 8.24, and in contrast, the control group's values increased from 5.84 to 6.52. Based on these results, it was concluded that inquiry-based learning becomes a strategy and alternative to improve academic performance in Natural Sciences within rural contexts.

Keywords: Inquiry-Based Learning, Academic Achievement, Natural Sciences, Elementary Education, 5E Model, Constructivism

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Introducción

La enseñanza de las Ciencias Naturales en el nivel de Educación General Básica tiene como propósito fundamental desarrollar en los estudiantes conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan comprender los fenómenos de la naturaleza, aplicar el razonamiento científico y valorar críticamente el entorno en el que viven (Arifin, et al., 2025). Sin embargo, investigaciones recientes evidencian que las prácticas educativas en esta área continúan predominantemente centradas en la transmisión de contenidos y la memorización, lo cual limita la construcción de aprendizajes significativos y la aplicación del conocimiento en situaciones reales (Bybee, et al., 2021).

El aprendizaje por indagación (inquiry-based learning, IBL) se ha desarrollado como una metodología que permite que el estudiante se empodere de su conocimiento, y está relacionado con las teorías constructivistas Piaget, Vygotsky y Bruner, en esta metodología se sitúa al estudiante como el centro del proceso académico, dentro del mismo se establece aspectos como formulación de preguntas (Piaget, 1974), el planteamiento de hipótesis, la experimentación y la reflexión, lo que permite que se llegue a un mejor rendimiento en los educandos (Curran, et al., 2021).

Existe muchos análisis extensos que han denotado evidencia científica sobre la importancia de esta metodología en la calidad educativa. En esta línea el modelo 5E, desarrollado por Bybee y colaboradores para el Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), representa uno de los elementos de mayor importancia y mayor uso en esta metodología. Este se caracteriza por tener cinco fases Enganchar (Engage), Explorar (Explore), Explicar (Explain), Elaborar (Elaborate) y Evaluar (Evaluate) (Bybee, et al., 2021). Este modelo se caracteriza por mejorar la comprensión conceptual, disminuir concepciones alternativas, incrementar el rendimiento en Ciencias Naturales y una actitud positiva en los estudiantes hacia estas asignaturas.

En Latinoamérica y Ecuador existe un problema relacionado a el uso excesivo de metodologías tradicionales, lo que convierte al estudiante en un mero receptor de conocimientos y no un participe activo de su proceso de aprendizaje (Gómez, et al., 2020). Según datos del Banco Mundial, aproximadamente el 65% de los estudiantes ecuatorianos no alcanzan el nivel mínimo de competencia al finalizar la educación primaria (Banco mundial, 2021; World Bank, 2024), esta cifra está muy por encima de los promedios dentro de la región. Esta brecha se ve mucho más clara en entornos rurales que por las propias características tienen una deficiencia clara en

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

el acceso a tecnología, y el uso de estas herramientas vitales en el aula. En esta línea dentro de la provincia de Bolívar presentan indicadores educativos deficientes y complejos de abordarlos (Ministerio de educación, 2023).

En la Escuela de Educación Básica Adolfo Páez, se encuentra ubicada en la ciudad de Echeandía, al realizar una observación inicial se evidencia algunas falencias en los estudiantes dentro de la asignatura Ciencias Naturales, no hay comprensión de conceptos, pensamiento crítico y el rendimiento académico por parte de los estudiantes, lo que evidencia una necesidad de que las estrategias didácticas se adapten a las necesidades de los estudiantes y solucionen las problemáticas mencionadas, en el que los estudiantes sean miembros activos de su aprendizaje.

Ante estos problemas mencionados se hace evidente la necesidad de implementar estrategias adecuadas y adaptadas a las necesidades de los estudiantes, que solventen todos las inconsistencias en la calidad educativa mostrada en la asignatura de Ciencias Naturales, en el que el estudiante se presente desde un nicho participativo y activo y la construcción de sus aprendizajes, basado en el Currículo Nacional de Educación del Ecuador establece que en el área de Ciencias Naturales los estudiantes deben desarrollar destrezas relacionadas con la indagación, la experimentación, la observación crítica y la resolución de problemas (ministerio de Educación, 2016). Lo que denota de forma clara que estas actividades deben ser participativas.

En esta línea se presenta la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto del aprendizaje por indagación en el rendimiento académico en Ciencias Naturales de los estudiantes de séptimo año de Educación General Básica de la Escuela Adolfo Páez?, asimismo el objetivo general fue el evaluar el impacto del aprendizaje por indagación en el rendimiento académico en Ciencias Naturales en estudiantes de Educación General Básica.

Desarrollo

Fundamentos del aprendizaje por indagación

El aprendizaje por indagación constituye un enfoque pedagógico que promueve la participación activa de los estudiantes en procesos de descubrimiento y construcción del conocimiento científico (Lazonder, et al., 2016). Sus raíces teóricas se encuentran en el pragmatismo educativo de John Dewey, quien sostuvo que el aprendizaje surge de la experiencia y la

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

reflexión sobre ella. Para Dewey, la educación debe conectar con los intereses y experiencias de los estudiantes, involucrándolos en investigaciones auténticas que generen conocimiento significativo (Dewey, 1938).

Jerome Bruner complementó la idea de que los estudiantes adquieren conocimiento de mejor manera al realizar actividades por descubrimiento y de forma práctica (Holbrook, et al., 2021). En el mismo analiza que el concepto de currículo en espiral en donde el análisis de conceptos dentro de una asignatura se desarrolla dando inicio de los simples a los complejos, en este se determina que debe haber predisposición del estudiante al aprendizaje y su estructura debe facilitar la comprensión y diseñarse para promover la extrapolación del conocimiento (Kaçar, et al., 2021).

Desde la perspectiva sociocultural, Lev Vygotsky aportó conceptos fundamentales como la zona de desarrollo próximo (ZDP) y el andamiaje (Vygotsky, 1978), este hace referencia entre la relación de lo que el estudiante puede aprender de forma independiente y lo que logra aprender al ser guiado por un experto. Este elemento evidencia que el apoyo temporal por parte del docente es vital para el aprendizaje y que este se va regulando acorde el estudiante va desarrollando competencias. Estos criterios mencionados van de la mano con las características de esta metodología activa en donde el desarrollo de competencias del estudiante va de la mano con la guía del docente (Yun, et al., 2023).

El constructivismo, como paradigma integrador, sostiene que los aprendices no son receptores pasivos de información, sino constructores activos de su conocimiento a través de experiencias e interacción social. En el aula constructivista, el aprendizaje se concibe como construido, activo, reflexivo, colaborativo, basado en la indagación y en constante evolución.

El modelo instruccional 5E

El modelo 5E fue desarrollado por el Biological Sciences Curriculum Study bajo el liderazgo de Rodger Bybee, basándose en investigaciones sobre ciclos de aprendizaje previos (Bybee, 2015). Dentro del modelo se encuentran cinco fases secuenciales que se estructuran de forma interconectada para facilitar la construcción del conocimiento.

La primera fase corresponde al enganche, ahí el docente es el encargo de conectar al estudiante con la clase y generar interés en los estudiantes con preguntas para dicha finalidad, y elementos

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

problemáticos, dentro de la misma se logra enseñanza ya que el docente presenta algo inesperado.

La siguiente es la fase de exploración y es en donde el estudiante investiga conceptos mediante actividades prácticas, experimentación, y manipulación de diferentes formas de materiales. En esta sección los estudiantes trabajan de forma colaborativa y llegan a conclusiones preliminares y el docente los orienta dentro de este proceso.

La fase de explicación los estudiantes son los encargados de exponer sus hallazgos y el docente es el encargado de introducir terminología y conceptos necesarios para los estudiantes para que dichas experiencias se conviertan en conocimiento.

En la fase de elaboración los estudiantes ya llegan a una comprensión mayor del problema estudiado y lo pueden transpolar hacia otros entornos en situaciones diferentes y tienen la posibilidad de resolver problemas dentro de su vida cotidiana, es decir desarrollan una comprensión profunda y transferible.

En la última fase correspondiente a la evaluación tanto docentes como estudiantes pueden valorar lo aprendido mediante estrategias de carácter sumativo y formativo. Los estudiantes evalúan su aprendizaje y el docente refuerza algo que sea necesario.

Investigaciones han identificado que el modelo 5E mejora significativamente la comprensión conceptual, con estudios que reportan hasta 40% de incremento en respuestas correctas en evaluaciones de biología (Melgarejo, et al., 2024). Un metaanálisis reciente concluyó que las intervenciones basadas en el modelo 5E tienen efectos positivos moderados a grandes sobre resultados en ciencias y matemáticas.

Rendimiento académico en Ciencias Naturales

El rendimiento académico constituye un indicador multidimensional que refleja el grado de consecución de los objetivos educativos establecidos (Pedaste, et al., 2020). En el ámbito de las Ciencias Naturales, este constructo abarca no solo la adquisición de conocimientos factuales, sino también el desarrollo de habilidades de proceso científico, actitudes hacia la ciencia y competencias de pensamiento crítico.

Para evaluar el rendimiento académico se puede evaluar varios factores entre los que se destaca: aspectos individuales como capacidades cognitivas, motivación, estilos de aprendizaje,

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

asimismo familiares como capital cultural, apoyo parental, recursos e institucionales como calidad docente, infraestructura, currículo) y sociales (contexto socioeconómico, ruralidad que son tan necesarios comprenderlos (Rannikmäe, et al., 2020). En esta línea los estudios previos han demostrado que la metodología de enseñanza constituye un factor modificable de alto impacto y que tiene un efecto duradero en el aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente, es necesario mencionar que en America latina y Ecuador se observa un estancamiento en la calidad del aprendizaje en las asignaturas de ciencias por parte de los estudiantes (Ruiz-Martín, et al., 2020). Los datos de PISA y otras evaluaciones internacionales revelan que el nivel de competencias desarrolladas por los estudiantes es muy bajo. Esta situación ha generado llamados a transformar las prácticas pedagógicas, transitando de modelos centrados en el docente hacia enfoques que promuevan la participación activa y el desarrollo de competencias del siglo XXI (Toma, et al., 2019). Por lo antes mencionado, es evidente la necesidad de transformar las practicas educativas que los docentes ejecutan en el aula por estrategias que den centralidad al estudiante y lo conviertan en un sujeto activo de la construcción de su aprendizaje (Urdanivia Alarcon, et al., 2023).

Materiales y métodos

Enfoque y diseño de investigación

Esta investigación se enmarcó en el paradigma positivista con enfoque cuantitativo, buscando medir y analizar objetivamente los cambios en el rendimiento académico como resultado de la intervención pedagógica. Se empleó un diseño cuasi-experimental con grupo experimental y grupo control no equivalentes, con mediciones pretest y postest. Este diseño, aunque no permite la asignación aleatoria de participantes, es apropiado para investigaciones en contextos educativos naturales donde la aleatorización resulta impracticable.

El esquema del diseño se representa como:

- GE: O_1 X O_2
- GC: O_3 — O_4

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Donde GE = grupo experimental, GC = grupo control, O_1 y O_3 = pretest, O_2 y O_4 = postest, X = intervención (aprendizaje por indagación) y = ausencia de intervención (enseñanza tradicional).

Participantes

La población estuvo conformada por estudiantes de Educación General Básica de la Escuela de Educación Básica Adolfo Páez, ubicada en la ciudad de Echeandía, provincia de Bolívar, Ecuador. La muestra se seleccionó mediante muestreo intencional, incluyendo dos grupos paralelos de séptimo año de Educación General Básica.

El grupo experimental estuvo conformado por 25 estudiantes (13 niñas y 12 niños), con edades entre 10 y 12 años (M = 11.04, DE = 0.73). El grupo control incluyó 25 estudiantes (11 niñas y 14 niños), con edades entre 10 y 12 años (M = 11.12, DE = 0.68). Ambos grupos presentaban características socioeconómicas similares, con predominio de familias dedicadas a actividades agrícolas y comerciales. No se encontraron diferencias significativas entre grupos en las variables demográficas ni en el rendimiento académico previo en Ciencias Naturales.

Criterios de inclusión: estudiantes matriculados en séptimo año EGB durante el período académico 2024-2025, asistencia regular a clases (mínimo 80%) y consentimiento informado firmado por representantes legales.

Criterios de exclusión: estudiantes con necesidades educativas especiales que requirieran adaptaciones curriculares significativas, traslados durante el período de intervención o inasistencias prolongadas que impidieran la participación continua.

Instrumentos

Prueba de rendimiento académico en Ciencias Naturales. Se diseñó una prueba de conocimientos alineada con las destrezas con criterios de desempeño establecidas en el Currículo Nacional para séptimo año EGB en el área de Ciencias Naturales. La prueba constó de 20 ítems distribuidos en tres dimensiones: conocimiento conceptual (8 ítems), habilidades de proceso científico (7 ítems) y aplicación a situaciones cotidianas (5 ítems). Para determinar la respuesta se estableció respuestas cortas y largas.

Con la finalidad de que los resultados se apeguen a esta realizad se validaron los instrumentos de recolección de datos a través de juicio de expertos con las siguientes determinaciones, tres

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

expertos en didáctica y dos expertos en Educación General Básica, los que fueron los encargados de validar la pertinencia, claridad y suficiencia de los mismos. como resultado se obtuvo que el índice de validez de contenido presento un valor de 0.92, considerado excelente. La confiabilidad tan necesaria para el instrumento se obtuvo mediante el estadístico de alfa de Cronbach con un valor de 0.84, tras aplicar el instrumento a 30 estudiantes como piloto.

Guía de observación estructurada. Para lograr una comprensión de forma integral se desarrolló la guía de observación la misma que se usó para registrar la participación, motivación e interacción de los estudiantes durante las sesiones de aprendizaje. Esta estuvo compuesta de 15 indicadores que se clasificaron en tres dimensiones tomando en cuenta participación activa, trabajo colaborativo y aplicación del método científico.

Procedimiento

El estudio se desarrolló en cuatro fases durante el segundo quimestre del año lectivo 2024-2025:

Fase 1: Diagnóstico inicial (Semana 1). Se aplicó el pretest a ambos grupos en condiciones estandarizadas, sin conocimiento previo de la asignación a condiciones experimentales. Las pruebas fueron administradas por la investigadora principal con apoyo de la docente titular, siguiendo un protocolo establecido.

Fase 2: Intervención pedagógica (Semanas 2-9). En este grupo experimental se aplicó el modelo 5E en un periodo de ocho semanas con 4 sesiones en cada semana de 45 minutos. Para dar información y tener unas clases planificadas se desarrolló contenidos curriculares reaccionados a ecosistemas y biodiversidad, ciclos de la materia, energía en los ecosistemas y conservación ambiental.

Todos los contenidos y unidades fueron de la mano con el modelo 5E:

- **Enganche:** Presentación de situaciones problemáticas contextualizadas, videos cortos o demostraciones que generaban conflicto cognitivo.
- **Exploración:** Experimentos prácticos con materiales accesibles, observaciones de campo aprovechando el entorno natural de Echeandía, trabajo en equipos pequeños.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

- **Explicación:** Discusiones guiadas donde los estudiantes compartían hallazgos, introducción de terminología científica, clarificación de conceptos.
- **Elaboración:** implementación de prácticas en nuevas situaciones, desarrollo de proyectos de investigación acorde al contexto, conexiones con problemas ambientales locales.
- **Evaluación:** reflexiones por parte de los estudiantes y retroalimentación de manera continua.

El grupo control continuó su formación disciplinar en contenidos tal cual como el docente lo ha venido desarrollado durante mucho tiempo.

Fase 3: Evaluación final (Semana 10). Se aplicó el postest a ambos grupos, utilizando la misma prueba del pretest para garantizar la comparabilidad. La aplicación siguió el mismo protocolo estandarizado.

Fase 4: Análisis e interpretación (Semanas 11-12). Se procesaron los datos, realizaron análisis estadísticos y elaboraron conclusiones.

Análisis de datos

Los datos se analizaron utilizando el software IBM SPSS Statistics versión 28. La forma de análisis estadístico se caracterizó por estadística descriptiva con elementos como media, mediana, moda, máximo, mínimo y otros. Para análisis inferencial se partió con medir normalidad con pruebas como Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Para validar y determinar la mejor técnica estadistica.

Para medir las diferencias en los grupos experimentales y de control se empleó la prueba t de Student para muestras independientes y el análisis de covarianza (ANCOVA) con el pretest como covariable. Y para evaluar el cambio intragrupo se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas.

El tamaño del efecto se calculó mediante la d de Cohen, interpretándose según los criterios convencionales: pequeño ($d = 0.20$), mediano ($d = 0.50$) y grande ($d \geq 0.80$). El nivel de significación se estableció en $\alpha = .05$.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Resultados

Análisis descriptivo

La Tabla 1 presenta los estadísticos descriptivos del rendimiento académico en Ciencias Naturales para ambos grupos en las mediciones pretest y postest.

Tabla 1

Estadísticos descriptivos del rendimiento académico por grupo y momento de medición

Grupo	Momento	n	M	DE	Mín	Máx
Experimental	Pretest	25	5.92	1.38	3.50	8.50
Experimental	Postest	25	8.24	1.12	6.00	10.00
Control	Pretest	25	5.84	1.42	3.00	8.00
Control	Postest	25	6.52	1.35	4.00	9.00

Nota. Escala de calificación de 0 a 10 puntos. M = media, DE = desviación estándar.

Los resultados indican que ambos grupos partieron de niveles de rendimiento similares en el pretest, con promedios próximos a 6 puntos sobre 10, correspondientes a un desempeño "alcanza los aprendizajes requeridos" según la escala cualitativa del Ministerio de Educación del Ecuador. Sin embargo, en el postest se observa una marcada diferencia: mientras el grupo experimental alcanzó un promedio de 8.24 puntos (correspondiente a "domina los aprendizajes requeridos"), el grupo control apenas incrementó a 6.52 puntos.

Verificación de supuestos

La prueba de Shapiro-Wilk confirmó el supuesto de normalidad para todas las distribuciones ($p > .05$): pretest experimental ($W = 0.946$, $p = .203$), postest experimental ($W = 0.952$, $p = .278$), pretest control ($W = 0.938$, $p = .138$) y postest control ($W = 0.941$, $p = .159$).

La prueba de Levene indicó homogeneidad de varianzas tanto en el pretest ($F = 0.089$, $p = .767$) como en el postest ($F = 1.247$, $p = .270$), permitiendo el uso de pruebas paramétricas.

Comparación pretest entre grupos

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

La comparación inicial mediante prueba t de Student para muestras independientes no reveló diferencias significativas entre los grupos en el pretest ($t(48) = 0.202$, $p = .841$, $d = 0.06$), confirmando la equivalencia inicial de los grupos.

Comparación postest entre grupos

La prueba t de Student para muestras independientes reveló diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control en el postest ($t(48) = 4.87$, $p < .001$). El tamaño del efecto fue grande (d de Cohen = 1.38), indicando que la diferencia entre grupos supera ampliamente una desviación estándar.

Para controlar las posibles diferencias iniciales, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) con el pretest como covariable. Los resultados confirmaron el efecto significativo de la condición experimental sobre el rendimiento en el postest, $F(1, 47) = 25.63$, $p < .001$, $\eta^2p = .353$. La media ajustada del grupo experimental ($M = 8.23$, IC 95% [7.79, 8.67]) fue significativamente superior a la del grupo control ($M = 6.53$, IC 95% [6.09, 6.97]).

Cambio intragrupo

Se analizó el cambio en el rendimiento dentro de cada grupo mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas.

En el grupo experimental, se encontró un incremento estadísticamente significativo entre el pretest y el postest ($t(24) = 8.92$, $p < .001$, $d = 1.84$). El incremento promedio fue de 2.32 puntos (IC 95% [1.79, 2.85]).

En el grupo control, también se observó un incremento significativo, aunque considerablemente menor ($t(24) = 3.21$, $p = .004$, $d = 0.49$). El incremento promedio fue de 0.68 puntos (IC 95% [0.25, 1.11]).

Tabla 2

Comparación del cambio intragrupo entre pretest y postest

Grupo	Diferencia M	DE	t	gl	p	d
Experimental	2.32	1.30	8.92	24	<.001	1.84
Control	0.68	1.06	3.21	24	.004	0.49

Nota. gl = grados de libertad, d = d de Cohen.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Análisis por dimensiones

La Tabla 3 presenta los resultados desagregados por las tres dimensiones evaluadas en la prueba de rendimiento académico.

Tabla 3

Comparación de medias postest por dimensión entre grupos

Dimensión	Experimental M (DE)	Control M (DE)	t	p	d
Conocimiento conceptual	8.12 (1.24)	6.84 (1.38)	3.45	.001	0.98
Habilidades de proceso	8.48 (1.18)	6.20 (1.52)	5.92	<.001	1.67
Aplicación contextual	8.08 (1.32)	6.48 (1.28)	4.36	<.001	1.23

Nota. Escala de 0 a 10 puntos.

Los resultados por dimensiones revelan que las mayores diferencias se observaron en la dimensión de habilidades de proceso científico (d = 1.67), seguida de aplicación contextual (d = 1.23) y conocimiento conceptual (d = 0.98). Todas las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < .01$).

Observaciones cualitativas complementarias

Las observaciones estructuradas durante las sesiones de indagación revelaron patrones consistentes de mayor participación en el grupo experimental. Los indicadores con puntuaciones más altas fueron: "formula preguntas relacionadas con el tema" (M = 3.52), "trabaja colaborativamente con sus compañeros" (M = 3.44) y "relaciona los contenidos con situaciones de su entorno" (M = 3.36). Estos hallazgos cualitativos complementan la evidencia cuantitativa sobre la efectividad de la intervención.

Discusión

Los resultados de este estudio evidencian un impacto positivo y estadísticamente significativo del aprendizaje por indagación sobre el rendimiento académico en Ciencias Naturales de estudiantes de Educación General Básica. El grupo experimental superó al grupo control en el postest con un tamaño del efecto grande (d = 1.38), magnitud que supera los valores reportados

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

en investigaciones previas y revela el potencial transformador de las metodologías activas en contextos educativos rurales.

Estos resultados obtenidos dentro de la investigación aportan a la evidencia ya existente sobre el aprendizaje por indagación que presentaron valores d = 1.147 para el IBL sobre el rendimiento académico (van Uum, et al., 2022), mientras que otros estudios han reportado efectos sustanciales (d = 1.029) lo que evidencia una supremacía frente a métodos aplicados de forma tradicional. En este sentido el estudio brinda una contribución en el capo de la ciencia al brindar datos robustos sobre el impacto de las metodologías activas en el rendimiento académico de los estudiantes.

Al aplicar un análisis por dimensiones se evidencia que el resultado de mayor interés es en las habilidades de proceso científico (d = 1.67). Es decir, se observar que el aprendizaje por indagación fortalece competencias relacionadas a la práctica del método científico a través de la formulación de preguntas, diseño de investigaciones, recolección de datos y elaboración de conclusiones. Asimismo, los resultados denotan que esta metodología es eficaz en el desarrollo de las habilidades de pensamiento de orden superior (Teig, et al., 2018).

El análisis por dimensiones reveló que las mayores diferencias se produjeron en las habilidades de proceso científico (d = 1.67). Este patrón es coherente con la naturaleza del aprendizaje por indagación, que enfatiza la práctica del método científico a través de la formulación de preguntas, diseño de investigaciones, recolección de datos y elaboración de conclusiones (Teig, 2024). Investigaciones previas han identificado que el IBL tiene efectos particularmente pronunciados sobre las habilidades de pensamiento de orden superior, con un tamaño del efecto significativo (d = 1.27) sobre el pensamiento crítico (Toma, 2022).

La dimensión de aplicación contextual también mostró diferencias sustanciales (d = 1.23), lo cual sugiere que los estudiantes del grupo experimental desarrollaron mayor capacidad para transferir conocimientos a situaciones nuevas. Este hallazgo es especialmente relevante considerando que uno de los objetivos fundamentales de la educación científica es preparar a los estudiantes para aplicar el conocimiento en la resolución de problemas reales (Schneider, et al., 2022). El modelo 5E, al incluir la fase de Elaboración es una de las que aporta a la comprensión de nuevos conceptos.

Se observa que el aprendizaje profundo y duradero se desarrolla de mejor forma cuando el estudiante toma conciencia de sus ideas previas, experimentar insatisfacción con ellas,

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

comprender las nuevas ideas como plausibles y útiles, y finalmente integrar la nueva información en su estructura cognitiva. Es decir, van de la mano con lo mencionado por Polanin, et al. (2024) forma parte integral en la construcción del conocimiento mediante ideas, preguntas, indagación y proceso mentales de nivel superior.

Las fases de la metodología activa y el modelo 5E son ideales para lograr un conocimiento duradero en el estudiante, ya que el Enganche trae conocimientos previos, la exploración permite analizar y desarrollar ideas, la explicación logra la incorporación de marcos conceptuales, la elaboración de transformar lo abstracto en tangible por el estudiante y la evaluación que facilita la metacognición (Cohen, 1988).

Dentro del estudio es importante mencionar que el grupo de control también se tubo mejorías con valores de rendimiento d = 0.49 en menor medida que el grupo experimental, pero establece que la riguridad del contenido y sistematización de este es vital para lograr mejorías en el rendimiento. Los resultados van de la mano con Arias Ortiz, et al. (2024) que menciona que el aprendizaje por indagación puede constituir una estrategia efectiva para lograr mejores niveles rendimiento académico en sectores poco favorecidos y en donde existe limitado uso y acceso a recursos académicos y conectividad. Es decir, estas metodologías se presentan como una opción valiosa para lograr mejores entornos educativos en la asignatura de Ciencias Naturales.

Al analizar los resultados cualitativos se evidencia que el aprendizaje por indagación es un impulsor del diálogo y participación del estudiante en el aula, así como el desarrollo de competencias investigativas y de curiosidad en el estudiante frente a una educación tradicional en donde el estudiante es un mero receptor de contenido curricular, por otro lado, al aprendizaje por indagación incrementa la motivación en los estudiantes y sus habilidades colaborativas y comunicativas.

Implicaciones prácticas

Los hallazgos tienen implicaciones directas para la práctica educativa. Primero, demuestran la viabilidad de implementar el modelo 5E en contextos rurales con recursos limitados, utilizando materiales accesibles y aprovechando el entorno natural. Segundo, sugieren la necesidad de fortalecer la formación docente inicial y continua en metodologías de indagación, dado que su efectividad depende de la competencia del docente para facilitar procesos investigativos. Tercero, respaldan las orientaciones curriculares nacionales que promueven enfoques indagatorios, proporcionando evidencia empírica de su eficacia. Cuarto, invitan a reconsiderar

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

las prácticas evaluativas, incorporando instrumentos que capturen no solo conocimientos factuales sino también habilidades de proceso y aplicación contextual.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación permiten concluir que el aprendizaje por indagación, implementado mediante el modelo instruccional 5E, tiene un impacto positivo, estadísticamente significativo y de gran magnitud sobre el rendimiento académico en Ciencias Naturales de estudiantes de Educación General Básica. Los estudiantes que participaron en el grupo experimental lograron una mejora de sus competencias investigativas y el desarrollo de habilidad de nivel superior.

Los dos grupos analizados se presentaron de manera inicial con valores medios muy parecidos sin embargo en el desarrollo de la investigación se observa una mejoría significativa del grupo experimental frente al de control, esto pone en evidencia la calidad e impacto que puede tener el aprendizaje por indagación en la mejoría del rendimiento académico. La implementación de estrategias basadas en indagación logró que el grupo experimental transitara hacia niveles de dominio de los aprendizajes requeridos.

La evaluación final demostró diferencias altamente significativas entre grupos ($p < .001$) con un tamaño del efecto grande ($d = 1.38$), evidenciando que el aprendizaje por indagación no solo es más efectivo que la enseñanza tradicional, sino que la magnitud de esta superioridad tiene relevancia práctica considerable para la mejora educativa.

Los hallazgos encontrados en la investigación brindan bases sólidas y reafirman la importancia de implementar metodologías activas dentro de la práctica educativa hacia lograr estudiantes comprometidos con su educación y enfocados en el desarrollo no solo de conocimientos sino de competencias y habilidades científicas, emocionales, colaborativas y comunicativas dentro de su labor educativa.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Referencias Biliográficas

Arifin, Z., Sukarmin, Saputro, S., & Kamari, A. (2025). The effect of inquiry-based learning on students' critical thinking skills in science education: A systematic review and meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 21*(2), Article em2433. https://doi.org/10.29333/ejmste/15988

Arias Ortiz, E., Giambruno, C., Morduchowicz, A., & Pineda, B. (2024). *The state of education in Latin America and the Caribbean 2023*. Inter-American Development Bank. https://doi.org/10.18235/0005515

Banco Mundial sobre educación. (2021.). World Bank. https://www.bancomundial.org/es/topic/education/overview

Bybee, R. W. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. National Science Teachers Association Press.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2021). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. BSCS.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Curran, F. C., & Kitchin, J. (2021). Early elementary science instruction: Does more time on science or science topics/skills predict science achievement in the early grades? *AERA Open, 5*(3), 1-18. https://doi.org/10.1177/2332858419861081

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.

Gómez, R. L., & Suárez, A. M. (2020). Do inquiry-based teaching and school climate influence science achievement and critical thinking? Evidence from PISA 2015. *International Journal of STEM Education, 7*, Article 43. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00240-5

Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2021). Nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education, 29*(11), 1347-1362. https://doi.org/10.1080/09500690601007549

Kaçar, T., & Balım, A. G. (2021). The effect of inquiry-based learning on academic success: A meta-analysis study. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches, 6*(14), 40-79. https://doi.org/10.35826/ijetsar.259

Lazonder, A. W., & 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

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Melgarejo, T. F. V., Atanacio, L. M. M., Leandro, A. I. C., Faustino, L. K. B., Rivarola, M. M. C., López, J. R. A., & Chavez, J. T. G. (2024). The 5E instructional model in the meaningful learning of science and technology. *Frontiers in Education, 9*, Article 1435530. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1435530

Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Currículo de los niveles de educación obligatoria*. Quito, Ecuador.

Ministerio de Educación. (2023), Estadística educativa. (2023). Recuperado 24 de enero de 2026,
de https://www.scribbr.es/citar/generador/folders/1Wx4QOcc9ZQye81NYOztZ9/lists/3vgM9638gQb3UzCo892dS4/citar/reporte/

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2020). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review, 14*, 47-61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Piaget, J. (1974). *Understanding causality*. W. W. Norton.

Polanin, J. R., Austin, M., Taylor, J. A., Steingut, R. R., Rodgers, M. A., & Williams, R. (2024). Effects of the 5E instructional model: A systematic review and meta-analysis. *AERA Open, 10*, Article 23328584241269866. https://doi.org/10.1177/23328584241269866

Rannikmäe, M., Holbrook, J., & Soobard, R. (2020). Social constructivism—Jerome Bruner. In B. Akpan & T. J. Kennedy (Eds.), *Science education in theory and practice* (pp. 259-275). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_18

Ruiz-Martín, H., & Bybee, R. W. (2022). The cognitive principles of learning underlying the 5E Model of Instruction. *International Journal of STEM Education, 9*, Article 21. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00337-z

Schneider, B., Krajcik, J., Lavonen, J., Salmela-Aro, K., Klager, C., Bradford, L., Chen, I.-C., Baker, Q., Touitou, I., Peek-Brown, D., Dezendorf, R. M., Maestrales, S., & Bartz, K. (2022). Improving science achievement—Is it possible? Evaluating the efficacy of a high school chemistry and physics project-based learning intervention. *Educational Researcher, 51*(2), 109-121. https://doi.org/10.3102/0013189X211067742

Teig, N., Scherer, R., & Nilsen, T. (2018). More isn't always better: The curvilinear relationship between inquiry-based teaching and student achievement in science. *Learning and Instruction, 56*, 20-29. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.02.006

Teig, N. (2024). Studying the quality of inquiry-based teaching in science classrooms: A systematic video study of inquiry-based science teaching in primary and lower-

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

secondary schools. *International Journal of Science Education, 45*(12), 1463-1484. https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2213386

Toma, R. B. (2022). Confirmation and structured inquiry teaching: Does it improve students' achievement motivations in school science? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 22*(1), 28-41. https://doi.org/10.1007/s42330-022-00197-3

Toma, R. B., Greca, I. M., & Orozco Gómez, M. L. (2019). Towards socio-constructivist didactic model for integrated STEM education. *Interchange, 55*, 127-153. https://doi.org/10.1007/s10780-024-09513-2

Urdanivia Alarcon, D. A., Talavera-Mendoza, F., Rucano Paucar, F. H., Cayani Caceres, K. S., & Machaca Viza, R. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: A systematic review. *Frontiers in Education, 8*, Article 1170487. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1170487

van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P., & Peeters, M. (2022). Inquiry-based science education: Towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education, 38*(3), 450-469. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1147660

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

World Bank. (2024). *Ecuador learning poverty brief*. Washington, DC: World Bank Group.

Yun, M., & Crippen, K. J. (2023). The use of educational technology in inquiry-based elementary science education: A systematic review. *International Journal of Science Education, 46*(12), 1256-1279. https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2284689

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional