

Factorización paso a paso: Secuencia didáctica con Symbolab en Décimo Año de EGB

Step-by-Step Factorization: Didactic Sequence with Symbolab in Tenth Grade of EGB

Reinaldo Antonio Guerrero Chirinos¹ <https://orcid.org/0000-0003-0499-7453>,
Omar Marcelo Urbina Gálvez² <https://orcid.org/0009-0004-8909-2462>, Juan Carlos Jiménez
Medina³ <https://orcid.org/0009-0008-6965-8528>, Carlos Alfredo Ebla Olmedo⁴ <https://orcid.org/0009-0000-2635-5414>, Gabriela del Cisne Cuenca Sarango⁵ <https://orcid.org/>

¹*Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador*
raguerrero12@utpl.edu.ec

²*Unidad Educativa Francisco Flor, Ambato, Ecuador*
omar.urbina@educacion.gob.ec

³*Colegio de Bachillerato Zumba, Chinchipe, Ecuador*
juan.jimenezm@educacion.gob.ec

⁴*Unidad Educativa Julio C. Larrea, Quero, Ecuador*
caeblla@utpl.edu.ec

⁵*Unidad Educativa Fiscomisional de FFAA COMIL N°5 "Tern. Lauro Guerrero",
Loja, Ecuador*
gabrielacuena2001@gmail.com



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

Enviado: 2025/06/24
Aceptado: 2025/10/13
Publicado: 2025/12/15

Resumen

En este artículo se analiza el impacto de la herramienta tecnológica Symbolab en la enseñanza de la factorización en estudiantes de Décimo Año de EGB. El estudio se desarrolló mediante una secuencia didáctica estructurada bajo un enfoque cuantitativo, con diseño cuasiexperimental, en la que participó un grupo experimental que utilizó Symbolab como recurso interactivo, y uno de control que trabajó con métodos tradicionales,

Sumario: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones.

Como citar: Guerrero, R., Urbina, O., Jiménez, J., Ebla, C. & Cuenca, G. (2025). Factorización paso a paso: Secuencia didáctica con Symbolab en Décimo Año de EGB. *Revista Tecnológica - Espol*, 37(2), 36-48. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/1345>

predominantemente expositivos. Se aplicaron pruebas diagnósticas y postest para medir el progreso de los estudiantes en la identificación y resolución de productos notables y factorización de trinomios. Los datos fueron analizados mediante estadística inferencial con pruebas *t* de Student para muestras independientes: se realizó una prueba *t* previa para verificar la equivalencia entre los grupos y otra posterior para evaluar las diferencias tras la intervención. Los resultados mostraron una mejora significativa en el rendimiento académico del grupo experimental, con una diferencia significativa ($t = 3,242$; $p = 0,002$), lo que sugiere un impacto positivo de Symbolab en la enseñanza de la factorización. Asimismo, se observó un aumento en la motivación, autonomía, comprensión conceptual y actitud positiva hacia el uso de tecnologías. Se concluye que la integración de Symbolab en el proceso de enseñanza-aprendizaje favorece la adquisición de contenidos algebraicos, especialmente cuando se aplica en contextos estructurados y con objetivos pedagógicos claros. Esta propuesta aporta evidencia empírica sobre la efectividad de Symbolab en la enseñanza de la factorización, lo que puede orientar futuras estrategias pedagógicas para la integración de herramientas digitales en la enseñanza de las matemáticas.

Palabras clave: Resolución de problemas, tecnología educativa, álgebra, estrategias educativas, innovación pedagógica.

Abstract

This article analyzes the impact of the technological tool Symbolab on the teaching of factorization among Tenth-Grade students in Basic General Education (EGB in Spanish). The study was conducted using a didactic sequence structured within a quantitative, quasi-experimental design, with an experimental group using Symbolab as an interactive resource and a control group working with traditional, predominantly expository methods. Diagnostic tests and post-tests were administered to measure students' progress in identifying and solving notable products and trinomial factorization. The data were analyzed using inferential statistics with Student's *t*-tests for independent samples. A preliminary *t*-test was conducted to verify equivalence between the groups, followed by a post-intervention *t*-test to assess differences. The results showed a significant improvement in the academic performance of the experimental group, with a statistically significant difference ($t = 3,242$; $p = 0,002$), suggesting a positive impact of Symbolab on the teaching of factorization. Additionally, an increase in motivation, autonomy, conceptual understanding, and a positive attitude toward the use of technologies was observed. It is concluded that the integration of Symbolab into the teaching-learning process supports the acquisition of algebraic content, especially when applied in structured contexts with clear pedagogical objectives. This proposal provides empirical evidence on the effectiveness of Symbolab in teaching factorization, which may guide future pedagogical strategies for integrating digital tools into mathematics instruction.

Keywords: Problem-solving, educational technology, algebra, teaching strategies, pedagogical innovation.

Introducción

En el contexto educativo contemporáneo, caracterizado por estudiantes inmersos en entornos digitales, la integración efectiva de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje se ha convertido en una necesidad pedagógica. Esta demanda es especialmente crítica en el área de Matemáticas, donde contenidos como la factorización algebraica presentan altos niveles de abstracción y generan dificultades persistentes en la comprensión conceptual y el dominio procedimental de los estudiantes de educación secundaria.

Diversos estudios nacionales e internacionales han evidenciado que el uso pertinente de tecnologías digitales no solo mejora el rendimiento académico, sino que también incrementa la motivación, la autonomía y la actitud positiva hacia el aprendizaje matemático (Urbina, 2024; Rodríguez & Ortega, 2020). Estas herramientas ofrecen entornos interactivos que facilitan la construcción significativa del conocimiento mediante la visualización de procesos abstractos.

La Matemática, como disciplina formativa, promueve el desarrollo del pensamiento lógico y crítico, habilidades esenciales para la resolución de problemas en contextos cotidianos y profesionales; sin embargo, muchos estudiantes enfrentan barreras cognitivas y afectivas al abordar contenidos complejos como la factorización, lo que limita su desempeño y genera desmotivación. En este escenario, la incorporación de recursos tecnológicos como Symbolab puede representar una alternativa eficaz. Esta herramienta permite visualizar paso a paso la resolución de ejercicios algebraicos, proporciona retroalimentación inmediata y fomenta el aprendizaje autónomo.

La necesidad de adaptar las metodologías tradicionales a las expectativas de las nuevas generaciones escolares, más familiarizadas con entornos digitales, ha sido ampliamente documentada. Estudios recientes destacan que la integración de tecnologías en el aula promueve el aprendizaje activo, la colaboración entre pares y una mayor implicación del estudiante en su proceso formativo (Rodríguez & Ortega, 2020; Rivera, 2013).

La problemática abordada en este estudio se identificó en una institución pública de la ciudad de Guayaquil, Ecuador, donde los estudiantes de Décimo Año de Educación General Básica (EGB) presentaban bajos niveles de desempeño en productos notables y factorización de trinomios. Las evaluaciones diagnósticas iniciales revelaron una desconexión entre las metodologías expositivas tradicionales y las necesidades reales de aprendizaje. Ante esta situación, se consideró pertinente implementar una estrategia metodológica basada en el uso estructurado de tecnologías educativas accesibles y contextualizadas.

La elección de Symbolab como herramienta central se fundamentó en su facilidad de uso, disponibilidad gratuita en línea y capacidad para ofrecer explicaciones detalladas de procedimientos algebraicos. Esta propuesta se enmarca en teorías educativas consolidadas como el aprendizaje significativo de Ausubel (1983), que plantea que el nuevo conocimiento debe vincularse con el saber previo del estudiante para generar aprendizajes duraderos, y el constructivismo de Bruner (1997), que enfatiza el papel activo del estudiante en la construcción del conocimiento mediante la interacción con el entorno.

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo, la factorización no se enseña como un conjunto de reglas aisladas, sino como un proceso lógico que se ancla en conocimientos previos ya consolidados por los estudiantes, como la multiplicación de binomios o la identificación de productos notables; por ejemplo, reconocer que un trinomio cuadrado perfecto proviene del cuadrado de un binomio permite comprender la factorización como la operación inversa de dicha expansión. Esta conexión entre lo ya conocido (subsunoers) y lo nuevo (factorización) evita el aprendizaje memorístico y promueve una comprensión estructurada y funcional del álgebra.

Por su parte, el constructivismo se manifiesta en el uso de Symbolab como un entorno que posibilita la exploración activa, la experimentación y la autorregulación del aprendizaje. Los estudiantes no reciben pasivamente la información, sino que interactúan con la herramienta: prueban distintas estrategias, observan los pasos intermedios de la resolución,

detectan errores en tiempo real y ajustan sus razonamientos. Esta dinámica de prueba, corrección y reconstrucción conceptual refleja fielmente la idea bruneriana de que el conocimiento se construye mediante la acción y la reflexión; además, al combinar Symbolab con materiales concretos como la “caja de polinomios”, se facilita la transición desde lo enactivo hacia lo icónico y simbólico, en coherencia con la espiral curricular propuesta por Bruner.

Asimismo, la intervención se alinea con el enfoque curricular del Ministerio de Educación del Ecuador (2016), que promueve el desarrollo del pensamiento lógico-matemático a través de la resolución de problemas contextualizados y el uso de tecnologías digitales. Este marco curricular destaca la importancia de incorporar herramientas que no solo faciliten la comprensión de contenidos, sino que también potencien su aplicación en situaciones reales.

En este contexto, el objetivo general del estudio fue analizar el impacto del uso de Symbolab, integrado en una secuencia didáctica estructurada, sobre el aprendizaje de la factorización en estudiantes de Décimo Año de EGB, evaluando su impacto en el rendimiento académico, la autonomía y la comprensión conceptual.

Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, orientado a medir y analizar numéricamente el impacto de una intervención didáctica basada en el uso de la herramienta tecnológica Symbolab sobre el rendimiento académico de estudiantes en ejercicios de factorización algebraica. Se adoptó un diseño cuasiexperimental con grupos no equivalentes, trabajando con los paralelos ya establecidos institucionalmente, sin asignación aleatoria (Hernández et al., 2014).

La población estuvo conformada por estudiantes de décimo año de Educación General Básica (EGB) de una institución pública en Guayaquil, Ecuador. La muestra fue censal e incluyó a los 48 estudiantes matriculados en dos paralelos: un grupo experimental ($n = 24$), que participó en una secuencia didáctica apoyada por Symbolab, y un grupo de control ($n = 24$), que recibió instrucción tradicional, predominantemente expositiva.

La intervención didáctica aplicada al grupo experimental se diseñó en tres fases secuenciales —exploración, conceptualización y aplicación—, distribuidas a lo largo de tres semanas y estructuradas en seis sesiones de clase. Este diseño se fundamenta en los principios del aprendizaje significativo (Ausubel, 1983) y el constructivismo (Bruner, 2021), enfoques que promueven la conexión activa entre los saberes previos del estudiante y los nuevos contenidos, así como la construcción progresiva del conocimiento mediante la manipulación de representaciones enactivas, icónicas y simbólicas (Prakash, 2024).

Fase de exploración (Sesión 1)

La primera sesión (80 minutos) constituyó la fase de exploración, centrada en la activación de conocimientos previos y la identificación de conceptos subsunsores necesarios para el aprendizaje significativo. Siguiendo la premisa ausubeliana de “El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe” (Ausubel, 1983, p. 21), se aplicó una evaluación diagnóstica que incluyó preguntas sobre productos notables y factorización básica. La sesión se inició con una lluvia de ideas motivacional y culminó con la revisión colectiva de las respuestas, permitiendo al docente detectar errores conceptuales y estrategias de resolución emergentes.

Fase de conceptualización (Sesiones 2–5)

Las sesiones 2 a 5 (de 45 a 90 minutos cada una) correspondieron a la fase de conceptualización, en la que se abordaron progresivamente distintos casos de factorización: diferencia de cuadrados perfectos, suma y diferencia de cubos perfectos, trinomio cuadrado perfecto y trinomios de la forma ax^2+bx+c . Cada sesión siguió una estructura tripartita (inicio, desarrollo y cierre) que refleja la espiral curricular de Bruner (2021). En el inicio, se activaron saberes mediante acertijos matemáticos y preguntas orientadoras. En el desarrollo, los estudiantes interactuaron con la “caja de polinomios”, un material concreto elaborado con recursos reciclados, para modelar visual y tácticamente los procesos de factorización (representación enactiva), seguido de la sistematización teórica y la resolución guiada de ejemplos (representación icónica y transición a la simbólica). En el cierre, se propuso un taller de apropiación donde los estudiantes aplicaron lo aprendido y verificaron sus soluciones mediante retroalimentación inmediata con Symbolab, estrategia que favorece la autorregulación del aprendizaje y la metacognición (Moreira et al., 2021).

Fase de aplicación (Sesión 6)

La sexta sesión (80 minutos) correspondió a la fase de aplicación, en la que se consolidaron los aprendizajes mediante una evaluación sumativa de conocimientos específicos. Los estudiantes resolvieron ítems que exigían identificación del caso de factorización, aplicación del procedimiento correcto, uso adecuado de la notación algebraica y justificación de los pasos. Posteriormente, se revisaron colectivamente los resultados con apoyo de Symbolab, promoviendo la reflexión sobre los procesos de solución y la consolidación conceptual.

Este diseño responde a evidencia reciente que subraya la eficacia de integrar materiales manipulativos y tecnología en la enseñanza del álgebra, ya que facilita la transición desde lo concreto a lo abstracto y mejora la comprensión conceptual en estudiantes de secundaria (Prakash, 2024; Moreira et al., 2021).

Para la recolección de datos, se aplicaron pruebas diagnósticas (pretest) y posttest con ítems de selección múltiple, verdadero/falso y desarrollo, complementadas con una rúbrica analítica diseñada *ad hoc* para valorar la ejecución en ejercicios de desarrollo. La rúbrica consideró cuatro criterios fundamentales: (1) identificación del caso de factorización, (2) aplicación correcta del procedimiento, (3) uso adecuado de la notación algebraica y (4) justificación de los pasos realizados. Cada criterio se evaluó en una escala ordinal de 1 a 4 puntos (1 = insuficiente; 4 = destacado).

La validez de contenido del instrumento fue garantizada mediante juicio de expertos, y su confiabilidad se verificó con una prueba piloto, obteniéndose un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,82, considerado aceptable (Triola, 2009).

El análisis estadístico se realizó con SPSS versión 26. Se aplicaron técnicas descriptivas e inferenciales. Dado que el tamaño de la muestra era inferior a 50, se evaluó rigurosamente el supuesto de normalidad mediante estadísticos de asimetría y curtosis, la prueba de Shapiro-Wilk (Sánchez et al., 2024) y la inspección visual de histogramas y gráficos Q-Q (Roco et al., 2024). Los resultados mostraron distribuciones aproximadamente normales ($p > 0,05$ en Shapiro-Wilk; asimetría y curtosis dentro de ± 1), lo que justificó el uso de pruebas paramétricas. Se aplicaron dos pruebas t de Student para muestras independientes: una antes de la intervención para confirmar la equivalencia inicial entre grupos, y otra tras la intervención para determinar el efecto diferencial del uso de Symbolab en el rendimiento académico.

Desde el punto de vista ético, se siguieron las recomendaciones del Comité de Bioética Educativa del Ministerio de Educación del Ecuador, garantizando el consentimiento informado, la confidencialidad de los datos y el uso exclusivo de la información con fines académicos.

Resultados y Discusión

Para garantizar la aplicabilidad de las pruebas *t* de Student, se evaluó la normalidad de la distribución de los datos en los cuatro grupos de estudio: GEPRE, GCPRE, GEPOS y GCPOS (Roco et al., 2024).

Sánchez et al. (2024) sugieren que para realizar un análisis completo de la normalidad, se deben utilizar estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad formal e inspección visual de representaciones gráficas. En ese sentido, se utilizaron tanto estadísticos descriptivos de tendencia central, de dispersión y de forma, la pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk por ser muestras menores a 50 datos y representaciones gráficas mediante histogramas y gráficos Q-Q.

Tabla 1

Estadísticos descriptivos para el estudio de la normalidad

	GEPRE	GCPRE	GEPOS	GCPOS	Error estándar
Media	6,06	6,08	7,83	6,85	
Mediana	6,15	6,09	7,87	6,63	
Desviación estándar	0,94	0,81	0,86	1,20	
Rango	4,20	3,10	3,42	4,15	
Rango intercuartil	1,16	1,14	1,18	2,10	
Asimetría	-0,459	-,326	0,064	-,128	0,472 (todos los casos)
Curtosis	0,572	-,447	-0,062	-1,086	0,918 (todos los casos)

En todos los casos, las medias y medianas son muy cercanas, lo que sugiere una distribución simétrica (Tabla 1). Los valores de asimetría y curtosis se encuentran dentro del rango de ± 1 , lo que indica una distribución aproximadamente normal. La única excepción es el grupo GCPOS, que presenta una curtosis de -1.086, sugiriendo una distribución ligeramente platicúrtica, aunque dentro de lo aceptable para asumir normalidad; sin embargo, Tabachnick & Fidell (2019) consideran que una distribución se aproxima razonablemente a la normalidad cuando los valores absolutos de la asimetría son menores que 1 y los de la curtosis menores que 2, o de forma más conservadora, cuando la razón entre el estadístico y su error estándar es menor que ± 1.96).

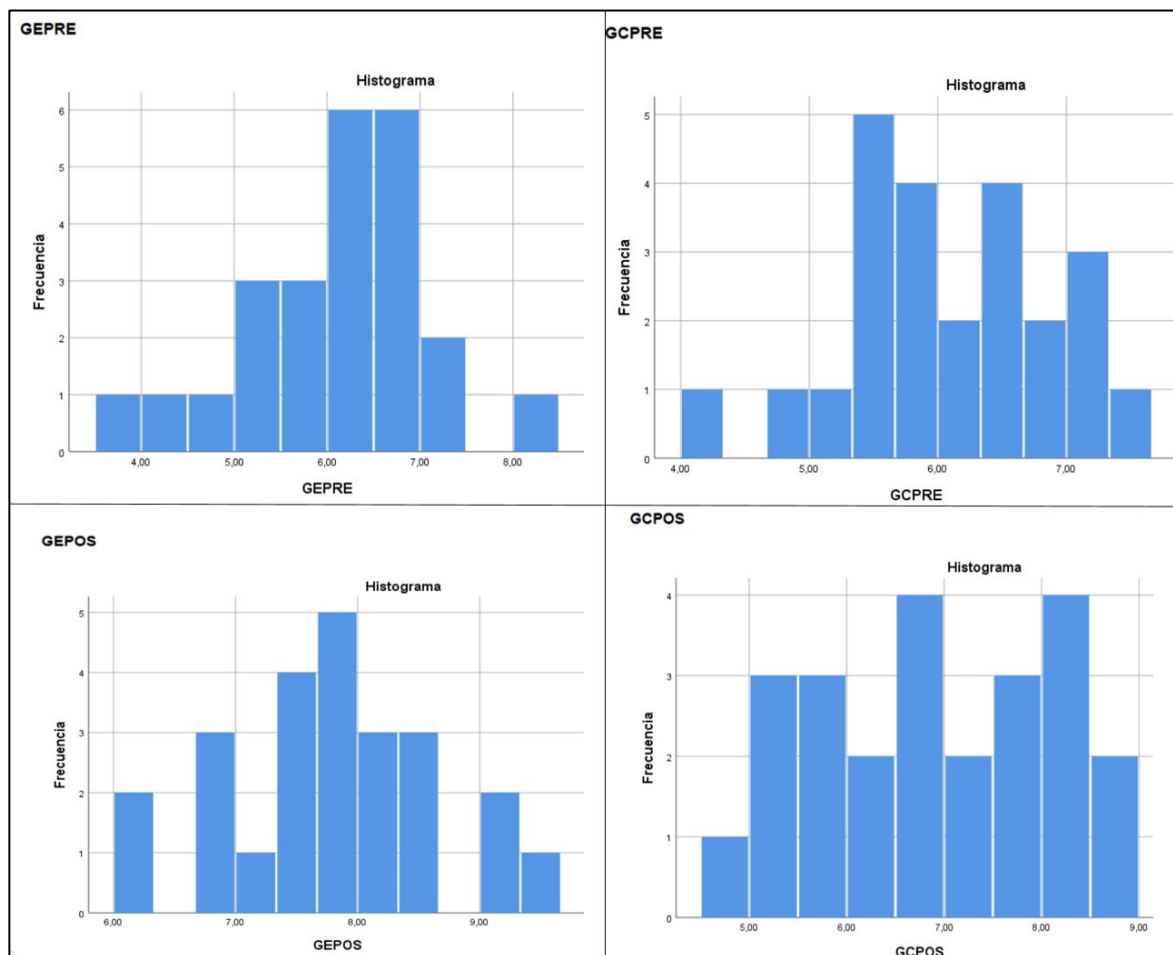
Tabla 2

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
GEPRE	,976	24	,812
GCPRE	,970	24	,677
GEPOS	,979	24	,876
GCPOS	,956	24	,371

En la Tabla 2 se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, recomendada especialmente para tamaños muestrales menores a 50 observaciones, como es el caso, $n = 24$ por grupo (Sánchez et al., 2024). En todos los casos, los p -valores son superiores al nivel de significación convencional $\alpha = 0.05$, lo que implica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad: por lo tanto, desde una perspectiva inferencial, las distribuciones de las cuatro variables no difieren significativamente de una distribución normal.

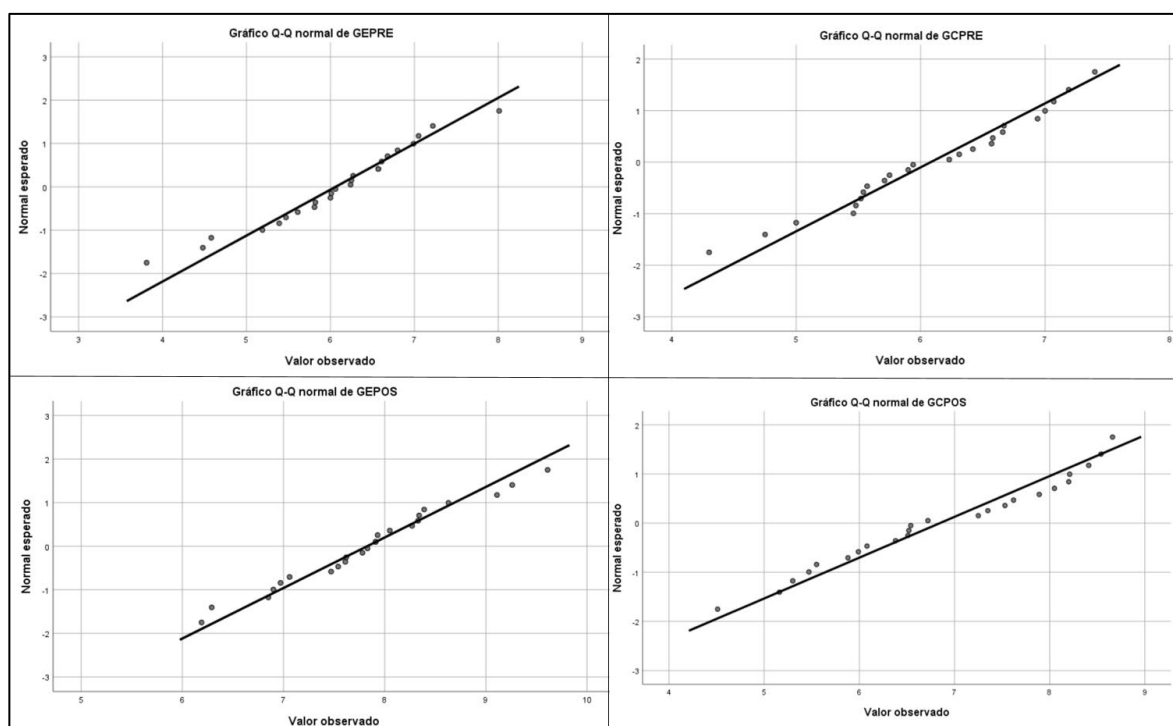
Figura 1
Histogramas



Para complementar el análisis de la normalidad de los datos, en cuanto a la evaluación cualitativa mediante inspección visual, en los histogramas presentados en la Figura 1 se observa que todos los grupos muestran puntos que se alinean cercanamente a la línea recta de referencia teórica, especialmente en el cuerpo central de la distribución, lo que respalda la normalidad de los datos. No se observan desviaciones sistemáticas ni patrones curvilíneos que sugieran no normalidad.

Los gráficos Q-Q presentados en la Figura 2 evidencian que todos los grupos muestran puntos que se alinean cercanamente a la línea recta de referencia teórica, especialmente en el cuerpo central de la distribución, lo que respalda la normalidad de los datos. No se observan desviaciones sistemáticas ni patrones curvilíneos que sugieran no normalidad.

Figura 2
Gráficos Q-Q



Con base en los estadísticos descriptivos, las pruebas de Shapiro-Wilk y el análisis gráfico, se concluye que los datos de los grupos GEPRE, GCPRE, GEPOS y GCPOS cumplen con el supuesto de normalidad. Esto justifica el uso de métodos estadísticos paramétricos (pruebas t de Student) en los análisis subsecuentes, garantizando la validez de las inferencias realizadas.

Tabla 3
Prueba t para grupos independientes (pretest)

	t	gl	Sig. (bilateral)
Pretest GEPRE-GCPRE	-0,077	46	0,939

Antes de la intervención didáctica, se aplicó una prueba diagnóstica (pretest) a los grupos experimental (GEPRE) y de control (GCPRE), cuyos resultados permiten verificar la equivalencia inicial entre ambos. En la Tabla 1 se observó que la media obtenida por el grupo experimental fue de 6,06 puntos ($DE = 0,94$), mientras que el grupo de control alcanzó una media de 6,08 puntos ($DE = 0,81$), en una escala de evaluación del 1 al 10, donde la nota mínima para aprobar es 7. Estos valores indican que, en promedio, ambos grupos se encontraban por debajo del nivel mínimo esperado de desempeño, lo que evidencia dificultades iniciales en la comprensión de los contenidos de factorización.

Para determinar si existían diferencias significativas entre los grupos antes de la intervención, se aplicó una prueba t de Student para muestras independientes (Tabla 3). El resultado fue $t = -0,077$ con $gl = 46$ y $p = 0,939$, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en el pretest. Este hallazgo confirma la

equivalencia inicial entre los grupos, lo que valida la comparación posterior de los efectos de la intervención didáctica con Symbolab.

La baja puntuación promedio en ambos grupos refuerza la necesidad de implementar estrategias metodológicas innovadoras que respondan a las dificultades conceptuales y procedimentales de los estudiantes. En este sentido, el uso de Symbolab como herramienta de apoyo en el grupo experimental se presenta como una alternativa pertinente para superar las barreras iniciales en el aprendizaje de la factorización.

Tabla 4

Prueba t para grupos independientes (postest)

	t	gl	Sig. (bilateral)
Pretest GEPRE-GCPRE	3,242	46	0,002

Tras la implementación de la secuencia didáctica, se aplicó una prueba postest para evaluar el impacto de la intervención. El grupo experimental (GEPOS), que utilizó Symbolab como herramienta de apoyo, obtuvo una media de 7,83 puntos (DE = 0,86), superando el umbral mínimo de aprobación establecido en 7/10. En contraste, el grupo de control (GCPOS), que trabajó con métodos tradicionales, alcanzó una media de 6,85 puntos (DE = 1,20), permaneciendo por debajo del nivel esperado (Tabla 1).

La diferencia entre ambos grupos fue analizada mediante una prueba t de Student para muestras independientes, obteniéndose un valor de $t = 3,242$ con $gl = 46$ y $p = 0,002$ (Tabla 4). Este resultado indica una diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo experimental, lo que confirma el impacto positivo de Symbolab en el aprendizaje de la factorización.

Complementando los datos cuantitativos, los resultados fueron acompañados de evidencias cualitativas recogidas mediante el diario de campo del docente-investigador. Se registró un notable cambio en la actitud del grupo experimental: estudiantes más comprometidos, con mayor disposición para participar, y comentarios espontáneos que reflejaban satisfacción con el proceso de aprendizaje. Frases como “ahora sí entiendo”, “me gusta ver cómo se hace paso a paso” y “ya no me da miedo factorizar” se repitieron con frecuencia. Estas expresiones se vinculan con un incremento en la motivación intrínseca, elemento clave para el aprendizaje duradero (Bruner, 1997).

Otro aspecto relevante fue la observación de un entorno más colaborativo en el grupo experimental. Al utilizar Symbolab, algunos estudiantes se convirtieron en mediadores del aprendizaje de sus compañeros, explicando los pasos mostrados por la herramienta y aclarando dudas en tiempo real. Esta dinámica promovió un aprendizaje entre pares que no solo fortaleció los contenidos, sino que también desarrolló habilidades comunicativas y de cooperación, aspectos esenciales en la educación integral.

La comparación con el grupo de control mostró contrastes importantes. Aunque también se evidenció un leve progreso en las calificaciones, muchos estudiantes continuaron mostrando errores sistemáticos relacionados con la identificación de los tipos de trinomios, la aplicación incorrecta de fórmulas, y una dependencia excesiva del docente. Esto indica que los métodos tradicionales, si bien son útiles, no fueron suficientes para superar completamente las

dificultades iniciales, en contraste con el grupo experimental que utilizó una herramienta tecnológica con retroalimentación inmediata.

Asimismo, la intervención permitió observar beneficios adicionales como la mejora en la autonomía del aprendizaje. Symbolab, al ofrecer la posibilidad de verificar resultados y explorar los pasos intermedios, ayudó a que los estudiantes desarrollaran estrategias de autorregulación, lo que redujo la ansiedad ante la resolución de problemas algebraicos y aumentó la confianza en sus capacidades. Este fenómeno es especialmente relevante en un contexto donde muchas veces las matemáticas son percibidas como una asignatura difícil o inaccesible.

Un aspecto fundamental que emerge de esta experiencia es la reconfiguración del rol docente en entornos mediados por tecnología. Al incorporar Symbolab como recurso central en la secuencia didáctica, el profesor deja de ser la única fuente de conocimiento y autoridad epistémica en el aula, para asumir una posición de diseñador pedagógico, mediador cognitivo y facilitador del aprendizaje. En lugar de transmitir pasivamente procedimientos algorítmicos, el docente estructura situaciones de aprendizaje significativas, anticipa obstáculos conceptuales y guía la interacción crítica de los estudiantes con la herramienta.

Esta transformación no implica una disminución de su relevancia, sino una redefinición estratégica de su función: orienta la exploración, promueve la reflexión metacognitiva al comparar soluciones propias con las de Symbolab, y fomenta el diálogo matemático entre pares. Este nuevo rol se alinea con los principios del constructivismo y el aprendizaje autónomo, donde el docente actúa como andamio que permite a los estudiantes construir su comprensión desde la acción reflexiva y el uso intencionado de recursos digitales, en lugar de depender exclusivamente de la explicación magistral.

Estos hallazgos, que evidencian un impacto positivo y estadísticamente significativo del uso de Symbolab en el aprendizaje de la factorización ($t = 3,242$; $p = 0,002$), se alinean y contrastan de manera enriquecedora con investigaciones recientes que exploran herramientas digitales y enfoques manipulativos en contextos similares. En particular, los resultados coinciden con los de Erazo et al. (2025), quienes reportaron una mejora aún más pronunciada en el rendimiento académico al implementar Khan Academy en la factorización de trinomios (media experimental = 9,12 vs. 7,83 en este estudio), atribuida a la autonomía del ritmo de aprendizaje y la retroalimentación inmediata.

No obstante, mientras Khan Academy enfatiza la personalización y la progresión autodirigida, Symbolab se distingue por su capacidad para desglosar explícitamente cada paso del procedimiento algebraico, lo que resultó clave para corregir errores conceptuales y procedimentales en tiempo real, tal como reflejan las expresiones espontáneas de los estudiantes (“ahora sí entiendo”, “me gusta ver cómo se hace paso a paso”). Este enfoque paso a paso responde de forma más directa a las dificultades específicas en la ejecución algorítmica, complementando así la visión más global de Khan Academy.

Por otro lado, el estudio de Muñoz y Guillén (2025) ofrece un contraste metodológico relevante: su laboratorio matemático, que integra materiales manipulativos físicos y GeoGebra, logró mejoras porcentuales espectaculares (hasta 1600 % en algunos casos), especialmente en la comprensión estructural y geométrica de la factorización. Si bien nuestro enfoque con Symbolab también incorporó la “caja de polinomios” como recurso concreto, en coherencia con la espiral enactiva-icónica-simbólica de Bruner (1997), el énfasis principal recayó en la mediación digital para la autorregulación metacognitiva.

Así, mientras el laboratorio matemático prioriza la construcción desde lo tangible y visual para acceder a lo abstracto, esta propuesta parte de lo simbólico pero lo hace transparente mediante la descomposición algorítmica. Ambos enfoques, sin embargo, convergen en la necesidad de trascender la enseñanza tradicional memorística y en la importancia de generar actitudes positivas: tanto los estudiantes de Symbolab como los del laboratorio con GeoGebra manifestaron mayor motivación, confianza y disposición colaborativa, fenómenos que no se observaron con la misma intensidad en el grupo de control de este estudio ni en los contextos puramente expositivos descritos por los autores citados.

En conjunto, estos contrastes sugieren que no existe una única vía óptima para enseñar factorización con tecnología, sino que la efectividad depende del objetivo pedagógico perseguido: Symbolab resulta especialmente eficaz para el dominio procedimental y la corrección autónoma de errores; Khan Academy, para el aprendizaje personalizado y la homogeneización del desempeño; y los laboratorios con manipulativos y GeoGebra, para la construcción conceptual profunda desde representaciones múltiples. La integración intencionada de estos enfoques, como se ensayó parcialmente en esta secuencia didáctica, podría potenciar simultáneamente la comprensión conceptual, la competencia procedimental y la actitud positiva, tal como lo recomiendan los marcos teóricos del aprendizaje significativo (Ausubel, 1983) y el constructivismo (Bruner, 1997).

En suma, la integración de Symbolab en un entorno pedagógico estructurado no solo mejoró el desempeño cuantitativo de los estudiantes, sino que también incidió en su disposición afectiva hacia el aprendizaje, elemento clave para la consolidación del conocimiento matemático (Bruner, 1997; Ausubel, 1983).

Conclusiones

La investigación realizada confirma que la integración de herramientas digitales como Symbolab, dentro de una secuencia didáctica estructurada, tiene un impacto positivo en el aprendizaje de la factorización algebraica en estudiantes de Décimo Año de EGB. Los resultados cuantitativos evidencian una mejora significativa en el rendimiento académico del grupo experimental respecto al grupo de control, validando la eficacia de la intervención. Desde una perspectiva cualitativa, se observó un cambio favorable en la actitud de los estudiantes hacia la asignatura: mayor motivación, curiosidad, compromiso y autonomía en el proceso de aprendizaje, elementos clave para sostener el conocimiento a largo plazo.

La implementación de Symbolab permitió que los estudiantes autoevaluaran sus respuestas, corrigieran errores de forma independiente y desarrollaran habilidades de autorregulación; además, se evidenciaron prácticas colaborativas espontáneas, donde los estudiantes compartían estrategias y explicaciones basadas en los pasos ofrecidos por la herramienta, promoviendo el aprendizaje entre pares y el desarrollo de competencias comunicativas en un entorno inclusivo y participativo. Estos hallazgos refuerzan la pertinencia de Symbolab como recurso pedagógico, especialmente por su capacidad para descomponer procedimientos paso a paso, ofrecer retroalimentación inmediata y facilitar la identificación de patrones algebraicos.

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda a los docentes de Matemáticas en educación secundaria diseñar secuencias didácticas híbridas que combinen materiales concretos, como la “caja de polinomios”, con herramientas digitales como Symbolab, favoreciendo la transición desde lo enactivo hacia lo simbólico y promoviendo una comprensión profunda de los procesos algebraicos.

Es fundamental utilizar Symbolab no como sustituto del razonamiento, sino como mediador metacognitivo, orientando a los estudiantes a comparar sus procedimientos con los pasos que ofrece la herramienta, identificar discrepancias y justificar sus decisiones, transformando el uso de la tecnología en una práctica reflexiva. Asimismo, se sugiere fomentar dinámicas de aprendizaje entre pares en las que los estudiantes expliquen a sus compañeros cómo Symbolab resuelve un ejercicio, lo que refuerza su propio entendimiento y fortalece el trabajo colaborativo.

Para que el uso de Symbolab trascienda experiencias aisladas y se convierta en una estrategia pedagógica institucional, se propone incorporarlo en las planificaciones curriculares del área de Matemáticas, asignando momentos específicos del currículo para su uso estructurado; además, se recomienda capacitar a los docentes mediante talleres prácticos enfocados no solo en el manejo técnico de la herramienta, sino en su integración pedagógica alineada con el currículo nacional y con enfoques como el aprendizaje basado en problemas o el aprendizaje cooperativo.

Finalmente, el estudio abre varias líneas futuras de investigación que permitirían ampliar la comprensión sobre el impacto de Symbolab en el aprendizaje matemático. Entre ellas, se plantea explorar su efecto en otros contenidos del álgebra, como ecuaciones cuadráticas, sistemas de ecuaciones o simplificación de expresiones racionales, para determinar la transferibilidad de los resultados. También se sugiere desarrollar estudios con enfoque mixto que incluyan entrevistas, grupos focales o análisis de rutas de aprendizaje, con el fin de comprender cómo los estudiantes construyen significado a partir de la interacción con la herramienta. En contextos rurales o con conectividad limitada, sería pertinente evaluar modelos de implementación híbrida o semipresencial, mediante el uso de versiones *offline* o recursos impresos que simulen la lógica paso a paso de Symbolab.

Reconocimientos y Declaraciones

Todos los autores contribuyeron de manera equitativa al desarrollo de este trabajo. Las funciones específicas fueron las siguientes:

- Reinaldo Antonio Guerrero Chirinos: Coordinación general del estudio, diseño metodológico, redacción del artículo y revisión final.
- Omar Marcelo Urbina Gálvez: Desarrollo de la secuencia didáctica y aplicación del instrumento en el aula.
- Juan Carlos Jiménez Medina: Análisis de datos, elaboración de tablas y gráficos.
- Carlos Alfredo Ebla Olmedo: Revisión teórica y redacción de la sección de resultados y discusión.
- Gabriela del Cisne Cuenca Sarango: Sistematización bibliográfica y apoyo en la traducción del resumen.
- Todos los autores aprobaron la versión final del manuscrito y acuerdan ser responsables de su contenido.

Los autores declaran que durante la redacción y edición de este manuscrito se utilizaron herramientas de apoyo basadas en inteligencia artificial (IA), específicamente ChatGPT (OpenAI, versión GPT-5), con fines de revisión gramatical, traducción del resumen y estandarización del estilo según normas APA 7.

El contenido científico, los análisis estadísticos y las conclusiones son de autoría humana, sin intervención automatizada en la interpretación de resultados ni en la generación de datos. Los autores revisaron y validaron de forma completa todo el texto final antes de su envío..

Referencias

- Ausubel, D. P. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Bruner, J. (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Gedisa.
- Bruner, J. S. (2021). *Toward a theory of instruction* (2.^a ed.). Harvard University Press. (Obra original publicada en 1966).
- Erazo, M., Erazo, L. & Pérez, H. (2025). Impacto de Khan Academy en la factorización de trinomios. Caso: Unidad Educativa Luis Fernando Vivero, Guayaquil-Posorja. *MQR Investigar, Revista Multidisciplinaria de Investigación Científica*, 9(3), 1-40. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.3.2025.e916>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Currículo de Matemática para la Educación General Básica y Bachillerato General Unificado*. <https://educacion.gob.ec/curriculo>
- Moreira, J., Beltrón, R. & Beltrón, V. (2021). Aprendizaje significativo una alternativa para transformar la educación. *Revista Conrado*, 21(105), 915-924.
- Muñoz, D. & Guillén, J. (2025). Aprendizaje de factorización de polinomios con GeoGebra y recursos manipulativos en un laboratorio matemático. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 12(7), 1-10.
- Prakash, S. (2024). Constructivismo en la educación: explorando las contribuciones de Piaget, Vygotsky y Bruner. *Revista Internacional de Ciencia e Investigación (IJSR)*, 7(2), 274-278.
- Rivera, M. (2013). Impacto de las TIC en el aprendizaje de matemáticas: Un estudio en el nivel medio. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 18(3), 45-60.
- Rocco, A., Flores, S., Olguín, M. & Aguilera, R. (2024). Consideraciones ante el uso de la prueba de Shapiro-Wilk cuando se trabaja con muestras pequeñas. *Revista Angiología*, 76(1), 61-62. <https://dx.doi.org/10.20960/angiologia.00568>
- Rodríguez, A. & Ortega, M. (2020). Uso de herramientas digitales para la enseñanza del álgebra en secundaria. *Educación Matemática*, 32(1), 55-72.
- Sánchez, Y., Raqui, C., Huaroc, E, y Huaroc, N. (2024). Importancia de Conocer la Normalidad de los Datos Utilizados en los Trabajos de Investigación por Tesistas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 17(2), 404-413. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i2.554>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using Multivariate Statistics* (7th ed.). Pearson.
- Triola, M. F. (2009). *Estadística* (11.^a ed.). Pearson Educación.
- Urbina, C. (2024). Tecnologías emergentes y su rol en el aprendizaje matemático: Un enfoque desde la neuroeducación. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 22(1), 33-50.