

# El software Geogebra como elemento directriz del aprendizaje significativo de contenidos matemáticos en escolares de noveno grado de Ecuador

*Geogebra software as a guideline for meaningful learning of mathematical content in ninth grade students in Ecuador*

**Oscar Marcelo Pantoja Chulde**

Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (UTEL)

Correo: oscar.pantoja0702@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1274-0471>

RECIBIDO

[20/07/2022]

ACEPTADO

[08/08/2022]

PUBLICADO

[31/12/2022]



Pág. 18 - 29

## RESUMEN

La inclusión del *software* Geogebra propició un incremento considerable en la interactividad de la secuenciadidáctica de aprendizaje de contenidos matemáticos, escenario que puso en relieve la inclusión del modelo de aprendizaje significativo como base de las propuestas pedagógicas. En ese sentido, el presente artículo se propuso como objetivo determinar la relación entre uso del *software* Geogebra y el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del noveno año de Educación General Básica (EGB) de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí. Se constituyó una investigación de nivel relacional con diseño no experimental y transversal para la medición de las variables en 44 estudiantes del noveno año a través de la recolección de datos por intermedio de instrumentos válidos y confiables. Los resultados indicaron que gran cantidad de estudiantes perciben como “apropiado” en interfaz e interactividad del *software* Geogebra (>60%) y elevados niveles de adquisición de información e incorporación de nuevos conocimientos (68.2%). El análisis correlacional reveló que existen direcciones positivas y niveles moderados entre las dimensiones de las dos variables ( $.430 < \text{Rho} < .515$ ), a nivel general se observó una correlación directa y moderada entre *software* Geogebra y aprendizaje matemático ( $\text{Rho}=.549$ ,  $\text{R}^2=.301$ ). Finalmente, se concluyó que mayores puntuaciones en las dimensiones del *software* Geogebra se manifestarán en puntuaciones altas de aprendizaje significativo de contenidos matemáticos.

### Palabras clave

Geogebra, aprendizaje significativo, educación básica, estudiantes, correlación.

## ABSTRACT

The inclusion of Geogebra software led to a considerable increase in the interactivity of the didactic sequence of learning mathematical contents, a scenario that highlighted the inclusion of the meaningful learning model as the basis of pedagogical proposals. In this sense, the objective of this article was to determine the relationship of the mathematical software Geogebra in the learning of mathemATIC in students of the ninth year of General Basic Education (EGB) of the Unidad Educativa Fiscal Yaruquí. A relational research with a non-experimental and transversal design was carried out to measure the variables in 44 ninth grade students through the collection of data by means of valid and reliable instruments. The results indicated that a large number of students perceive as “appropriate” the interface and interactivity of Geogebra software (>60%) and high levels of information acquisition and incorporation of new knowledge (68.2%), the correlational analysis revealed that there are positive directions and moderate levels between the dimensions of the two variables ( $.430 < \text{Rho} < .515$ ), at a general level, a direct and moderate correlation was observed between Geogebra software and mathematical learning ( $\text{Rho}=.549$ ,  $\text{R}^2=.301$ ). It was concluded that higher scores in the Geogebra software dimensions will manifest in higher scores of meaningful learning of mathematical content.

### Keywords

Geogebra, meaningful learning, basic education, students, correlation.

---

## INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza-aprendizaje ha cambiado con el transcurso de los años debido al avance tecnológico y a las demandas sociales. Actualmente, se dispone de mayores fuentes de información por lo cual los desafíos que enfrentan los escenarios educativos se tornan cada vez más exigentes y se espera que al egresar el estudiante sea capaz de interactuar y enfrentar de manera adecuada las situaciones problemáticas que aparecen, haciendo para esto uso de sus diversas capacidades (Ruiz *et al.*, 2021).

Frente a este escenario, Reyes (2021) considera que los docentes son los principales motores y protagonistas en este proceso de adaptación, por lo que requieren competencias básicas como las habilidades digitales para adecuarse a los cambios drásticos y continuos de las modalidades híbridas de enseñanza. Asimismo, el autor considera que las características primordiales para adquirir las habilidades son la flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades estudiantiles con el fin de mejorar procesos de enseñanza-aprendizaje.

En ese sentido, las necesidades recurrentes de los estudiantes radican en el contenido matemático y, debido a que esta modalidad de competencias es crucial para el desarrollo de los ciudadanos, se ha estimulado desde niveles de escolaridad muy tempranos (Borraiz, 2019). Por consiguiente, las tecnologías de información y comunicación posibilitarían y facilitarían las estrategias didácticas para potenciar la capacidad crítica y analítica del estudiante en escenarios matemáticos puntuales (Mora, 2020), por esa razón, los docentes han integrado las TIC para innovar en sus procesos de enseñanza y suplir las necesidades sociales e individuales (Holguín *et al.*, 2020).

En este panorama, el aprendizaje de la matemática como necesidad individual y colectiva se basa en la premisa que el estudiante debe ser capaz de resolver problemas en diversos escenarios de su vida

cotidiana y académica (Borraiz, 2019). Sin embargo, la adquisición de la competencia enmarca escollos relevantes para los estudiantes en la medida del escaso entrenamiento en habilidades de abstracción y la simbología que subyace a la secuencia de análisis (Mora, 2020; Soto *et al.*, 2022).

En ese sentido, Mora (2020) enfatiza en el replanteamiento de los enfoques educativos para la instauración de competencias matemáticas efectivas, de tal manera que la implementación de estrategias debe situarse en la promoción del contenido matemático integrado en las actividades cotidianas: ambiente escolar, familiar, social y personal, y evitar la sobrecarga de información teórica.

En el contexto de pandemia por el virus sars-CoV-2, los docentes se han visto desafiados a modificar sus estrategias e instaurar las TIC como elemento prioritario, y no accesorio, durante las secuencias didácticas para alcanzar el aprendizaje significativo de los estudiantes. A pesar de ello, se ha observado aportes positivos tales como: mayor interacción, interés en los temas e incremento de los niveles de comprensión (Valverde *et al.*, 2022).

El empleo de las TIC ha impulsado a los nuevos salones de clases virtuales en la adquisición de nuevas propiedades más visuales, dinámicas y entretenidas, elementos que han implantado nuevas perspectivas de las matemáticas, depuradas de la concepción de complejidad y aburrimiento (Soledispa-Castro, 2022). Es así que las TIC han alterado los modelos tradicionales de enseñanza-aprendizaje hacia la construcción de contenidos con significado para los estudiantes, a través de interacción inmediata y construcción del nuevo aprendizaje a partir de conocimientos previos (Holguín *et al.*, 2020; Valverde *et al.*, 2022).

En consecuencia, los nuevos estudiantes inmersos en la educación mediada por las TIC se han consolidado como creadores de información y los docentes han adquirido el rol de acompañamiento (Soto *et al.*, 2022). Por ende, el modelo teórico que más ha cobrado importancia en estos últimos años es el aprendizaje significativo, en la medida que cimienta el conocimiento en base a los saberes previos y a la construcción de información (Victores *et al.*, 2021), basándose en la capacidad cognitiva del aprendiz para desarrollar su comprensión en el área (Ishartono *et al.*, 2022).

A pesar del extenso bagaje de herramientas informáticas para conducir las estrategias educativas, el nuevo desafío es conocer qué software ha demostrado su eficiencia para instaurar competencias matemáticas en los escolares (Bakar *et al.*, 2015; Yohannes y Chen, 2021; Pumacallahui *et al.*, 2021). En esta multiplicidad de herramientas, el software Geogebra se ha destacado por sus características principales: código libre, licencia abierta y practicidad en su funcionamiento. Es así que resulta ser un mecanismo productivo para que los estudiantes visualicen los procesos matemáticos con el fin de aumentar su comprensión y reflexión del contenido (Mora, 2020) para así generar efectos significativos en la inserción de competencias matemáticas (Muñante *et al.*, 2021).

Además, Pérez *et al.* (2022) enfatizan que dicho recurso ayuda con la mejora del rendimiento académico de los estudiantes en temas matemáticos de nivel avanzado, pues, por medio de este, los estudiantes pueden visualizar una variedad de gráficos en 2D y 3D, identificando así detalles que de forma manual serían difíciles de hallar. Al mismo tiempo, fomenta la estimulación del pensamiento creativo y crítico en la masa estudiantil (Muñante *et al.*, 2021).

Asimismo, Soledispa-Castro (2022) sostiene que el software Geogebra está adaptado para la solución de problemas cotidianos, lo cual posibilita que estudiantes de edades tempranas puedan adquirir las habilidades necesarias para desenvolverse efectiva y responsablemente en su vida adulta. Por esa razón, se considera una aplicación de escritorio idónea para la estructuración de contenidos pedagógicos en todos los estratos sociales (Ishartono *et al.*, 2022).

Con todo lo expuesto, Geogebra ha reducido las brechas en la adquisición de competencias matemáticas, proporcionando resultados positivos para la solución de problemas y cambio de actitudes en los estudiantes (Reyes, 2021). Este suceso movilizó a la comunidad académica hacia la

investigación en múltiples escenarios: mejora de aprendizaje (Ishartono *et al.*, 2022; Pumacallahui *et al.*, 2021; Alabdulaziz *et al.*, 2021; Binti *et al.*, 2020) y factores disposicionales inmersos en la adopción del software geogebra (Bakar *et al.*, 2015; Zengin y Tatar, 2017; Zilinskiene y Demirbilek, 2015; Damianus, 2019). A pesar de ello, hay escasos estudios (Romero *et al.*, 2022; Tamayo, 2013) sobre la integración óptima entre Geogebra y el aprendizaje significativo. Por esa razón, las bases empíricas que constituyen el presente estudio provienen de las aportaciones de Lloclla y Quispe (2017) y Ticlla (2020), quienes, en sus investigaciones, analizan la relación entre ambas variables en estudiantes de educación básica regular de instituciones peruanas. En el primer caso desde una perspectiva experimental y en el segundo, desde el desarrollo de la transversalidad. En consideración a la perspectiva metodológica, los hallazgos de Ticlla (2020) proporcionaron una ruta de análisis para conducir los aspectos metodológicos de este trabajo.

En tal sentido, el presente manuscrito adquiere relevancia práctica en la medida que esclarece los elementos y factores que confluyen en el aprendizaje significativo, incrementando el cuerpo de información correspondiente al dominio temático. En un aspecto metodológico, la secuencia de comandos e implementación de un amplio panorama del comportamiento de los datos permite su replicación en otros grupos etarios, con otras modalidades de aprendizaje y en diferentes regiones geográficas.

En base a la argumentación propuesta, la pregunta investigación que se desprende del análisis es ¿de qué manera el software matemático Geogebra se relaciona con el aprendizaje significativo de las matemáticas en estudiantes del noveno año de Educación General Básica (EGB) de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí? En ese sentido, fue pertinente establecer el objetivo: determinar la relación del software matemático Geogebra en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del noveno año de Educación General Básica (EGB) de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí.

## MÉTODO

El presente estudio se situó en el paradigma cuantitativo en la medida que se analizó las variables a través de datos numéricos, se desarrolló en el nivel de investigación relacional para la ejecución de protocolos de medición entre dos o más dimensiones de los datos, en un tiempo único y en ausencia de manipulación de las condiciones de administración de los instrumentos (Guevara *et al.*, 2020; Monjarás-Ávila *et al.*, 2019; Hernández y Mendoza, 2018).

### **Población y muestra**

La población se constituyó por 44 estudiantes del noveno año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí. El proceso de selección del tamaño de la muestra se basó en el tipo censal dado que será constituida por el total de las unidades muestrales acorde al reducido tamaño de población (López, 1998). En base a estudios previos (Ticlla, 2020) se realizó el cálculo del tamaño muestral para estudios correlacionales y se obtuvo un mínimo de 29 participantes ( $\alpha=.05$ ;  $\beta=.20$ ) para un coeficiente  $r_{\text{moderado}}$  de .500 (Hulley *et al.*, 2014), de ahí el tamaño de muestra consignado en el presente estudio ( $n=44$ ).

### **Instrumentos**

La recopilación de información se estructuró a través de la encuesta como método de indagación empírica de los datos derivados de las variables (Feria *et al.*, 2020), se empleó dos encuestas autoadministradas con óptimo funcionamiento psicométrico.

En la medición de la variable Geogebra se utilizó una encuesta formulada por Ticlla (2020) que consta de 14 afirmaciones distribuidas en dos dimensiones: Interfaz (ítem 1 a 8) e Interactividad (ítem 9 a 14) acorde a una escala Likert de cinco estilos de respuesta. Asimismo, se evaluó la validez de

las fuentes de evidencia basada en el contenido, por criterios de tres jueces expertos en la temática en presencia de indicadores óptimos ( $A_1=.90$ ;  $A_2=.95$ ;  $A_3=.90$ ). La confiabilidad se obtuvo por consistencia interna, pues se identificó un coeficiente alfa aceptable ( $\alpha=.982$ ). Luego de ello, se empleó un estudio piloto para evaluar los valores normativos de las dimensiones de la variable. La dimensión interfaz se configuró en categorías: inadecuado (8-18), regular (19-29) y apropiado (30-40). La interactividad fue constituida en inadecuado (6-13), regular (14-22) y apropiado (23-30).

Por su parte, la variable aprendizaje significativo se evaluó con la encuesta desarrollada por Ticlla (2020) con una conformación de 14 reactivos segmentados en la dimensión adquisición de información (ítem 1 a 8) e incorporación de conocimientos (ítem 9 al 14) basada en cinco estilos de respuesta. En relación a la validez de contenido, el autor evaluó, a través del criterio de tres jueces, y obtuvo índices óptimos ( $A_1=.90$ ;  $A_2=.95$ ;  $A_3=.90$ ). Por otro lado, en relación al análisis de la fiabilidad, se reportó un valor aceptable ( $\alpha=.985$ ). Los valores normativos para la adquisición de información se segmentaron en tres niveles: bajo (8-18), regular (19-29) y alto (30-40). La dimensión incorporación de nuevos conocimientos se escindió en tres categorías: bajo (6-13), regular (14-22) y alto (23-30).

### **Procedimiento**

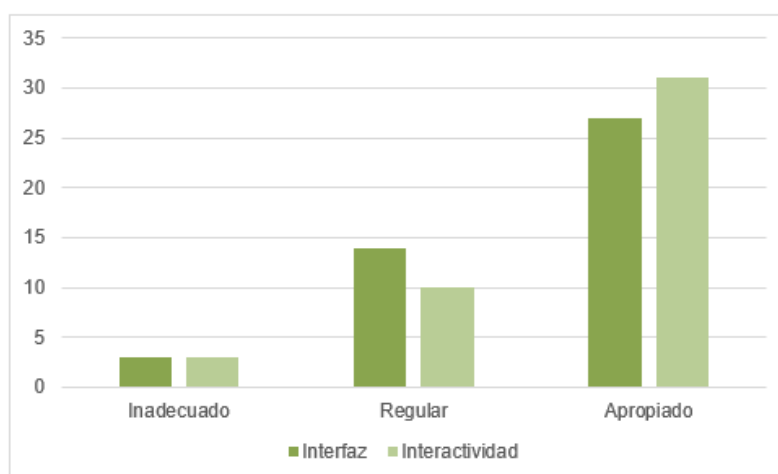
En primer lugar, se estableció contacto con las autoridades de la institución para solicitar los permisos correspondientes para la administración de los instrumentos, ello se complementó con solicitudes de permiso y consentimiento informado a los padres y participantes, en estricto seguimiento de los principios éticos en la investigación educativa (Paz, 2018). En segunda instancia, tras la aplicación de los instrumentos, los datos fueron procesados en una hoja de cálculo en Microsoft Excel para realizar el control de calidad de los mismos. En tercer lugar, se obtuvieron las medidas descriptivas de las variables a través de la tabulación de frecuencias mediante gráficos de barras agrupadas en presencia de medidas de tendencia central, dispersión y forma, para la obtención del patrón de comportamiento de los datos. Posteriormente, se consignó los coeficientes de correlación de Spearman debido a la naturaleza ordinal de los datos, en complementación con intervalos de confianza y tamaño de efecto ( $R^2$ ) siguiendo las pautas de Domínguez-Lara (2018).

Finalmente, el procesamiento de los datos fue ejecutado mediante códigos de automatización en el programa IBM SPSS 25 y Microsoft Excel.

## **RESULTADOS**

En el análisis descriptivo de la variable Geogebra se observó mayor concentración de los usuarios en el nivel apropiado en interfaz ( $n=27$ ; 61.36%) e interactividad ( $n=31$ ; 70.45%), mientras que el 6.82% de los participantes percibió como inadecuada la interfaz ( $n=3$ ) e interactividad ( $n=3$ ) de la plataforma Geogebra.

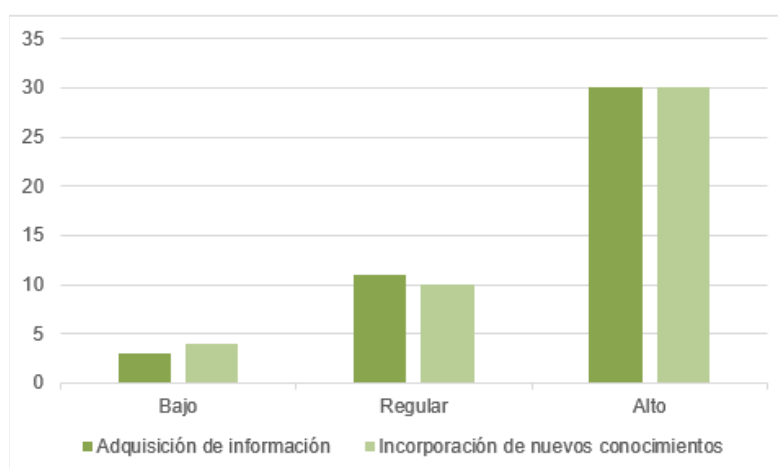
**Figura 1.** Análisis de barras agrupadas de las dimensiones del software Geogebra en estudiantes del noveno año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí.



Fuente: Elaboración propia

En relación a las dimensiones del aprendizaje significativo, se observó que la gran mayoría de escolares percibieron su aprendizaje como uno de alto nivel en adquisición de información e incorporación de nuevos conocimientos ( $n_{1,2}=30$ ; 68.2%); por otro lado, en el nivel bajo y regular hubo diferencias mínimas entre ambas dimensiones ( $\Delta = 1$ ).

**Figura 2.** Análisis de barras agrupadas de las dimensiones del aprendizaje significativo Geogebra en estudiantes del noveno año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1, se observó que la interactividad e incorporación fueron las dimensiones con menor puntuación promedio, en tanto, la totalidad de las puntuaciones de las variables se posicionaron con elevadas medias muestrales dispersas en aproximadamente 10 unidades. En relación a la normalidad univariada, se evidenció índices de asimetría y curtosis dentro del rango aceptable para la variable Geogebra  $[-0.657; -1,126]$  y el aprendizaje significativo  $[-1.074; -1.280]$  (Scott y Long, 1993). Al mismo tiempo, el análisis bivariado de la normalidad reflejó que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < .05$ ), en consecuencia, los datos que serán sometidos al análisis correlacional se basaron en coeficientes no paramétricos robustos, dado que no se adecuan a la distribución normal.

**Tabla 1.** Estadígrafos de las dimensiones de las variables en estudiantes del noveno año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí

Dimensiones	M	DE	$g_1$	$g_2$	S-W
Interfaz	31.318	5.913	-0.657	0.033	.937***
Interactividad	23.864	5.325	-1.184	0.762	.874***
Geogebra	55.182	10.187	-1.126	1.056	.885***
Adquisición	30.705	6.997	-1.074	0.651	.896***
Incorporación	23.295	5.817	-1.400	1.166	.827***
Aprendizaje Significativo	54.000	11.826	-1.280	1.171	.876***

Nota. \*\*\* coeficientes estadísticamente significativos ( $p < .05$ );  $g_1$ : asimetría;  $g_2$ : curtosis.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2, se identificó el análisis correlacional entre las variables de estudio, a través del coeficiente Rho de Spearman, con direcciones positivas y niveles moderados ( $.50 < \text{Rho} < .70$ ), con excepción de la relación entre SAIT-GIZT, SAIT-AST y SINT-GIDT que tuvieron coeficientes bajos ( $.30 < \text{Rho} < .50$ ). Por otro lado, AST-SAIT y AST-SINT se relacionaron positiva y altamente ( $.70 < \text{Rho} < .90$ ). En todos los casos se asume que una mayor puntuación en la interfaz e interactividad corresponderá a elevados niveles de percepción de adquisición de información e incorporación de conocimientos (Hinkle *et al.*, 2003). En relación a la magnitud de las relaciones, se observó que todos los coeficientes de determinación fueron grandes ( $R^2 > .50$ ), exceptuando SAIT-GIZT, AST-GIZT y SINT-GIDT con niveles medianos ( $.30 < R^2 < .50$ ) (Dominguez-Lara, 2018).

**Tabla 2.** Matriz de correlaciones de las dimensiones de las variables en estudiantes del noveno año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí.

Variables	GIZT	GIDT	GT	SAIT	SINT	AST
1. GIZT	—					
2. GIDT	<b>.491</b> (.241) [.205; .708]	—				
3. GT	<b>.890</b> (.792) [.784; .940]	<b>.807</b> (.651) [.651; .899]	—			
4. SAIT	<b>.467</b> (.218) [.171; .680]	<b>.515</b> (.265) [.222; .720]	<b>.534</b> (.285) [.253; .744]	—		
5. SINT	<b>.500</b> (.250) [.244; .705]	<b>.430</b> (.185) [.112; .663]	<b>.526</b> (.277) [.258; .735]	<b>.604</b> (.365) [.313; .778]	—	
6. AST	<b>.481</b> (.231) [.196; .695]	<b>.516</b> (.266) [.232; .737]	<b>.549</b> (.301) [.280; .749]	<b>.944</b> (.891) [.888; .968]	<b>.811</b> (.658) [.615; .913]	—

Nota. Se **resaltan** los coeficientes estadísticamente significativos ( $p < .05$ ); entre paréntesis se identificaron los tamaños de efecto ( $R^2$ ); en corchetes se detectaron los intervalos de confianza al 95% a través de sus límites inferiores y superiores, en ese orden; GIZT: interfaz; GIDT: Interactividad; GT: Geogebra; SAIT: adquisición de información; SINT: incorporación de conocimiento; AST: aprendizaje significativo

## DISCUSIÓN

El presente estudio se sustentó sobre la base del análisis relacional entre las dimensiones del programa Geogebra y el aprendizaje significativo para las matemáticas. Estudios previos han ratificado que el software mencionado se relaciona transversal (Ticlla, 2020) y causalmente (Añanca, 2022) con el aprendizaje significativo de contenidos matemáticos. Principalmente, el análisis correlacional desarrollado por Ticlla (2020) se posiciona como el antecedente de contraste más eficiente, por sus similitudes metodológicas en materia de diseño de investigación, tamaño de muestra, grupo etario y procesamiento estadístico; en ese sentido, se encontró que las variables se relacionan estadística y significativamente con un impacto grande ( $r=.751$ ;  $R^2=.564$ ), por lo que elevadas puntuaciones en el software Geogebra incidirán en una creciente percepción de aprendizaje significativo en escolares de Perú.

La razón del contraste se encuentra como tentativa explicativa en las características extra situacionales del modelo de aprendizaje significativo propuesto por Ausubel *et al.* (1983) y Ausubel (2002). En dicho modelo se enfatiza el rol activo del estudiante frente a un entorno con numerosos estímulos interactivos, que son facilitados por la estructura informativa precedente para la adquisición de una competencia específica, en este caso, la matemática.

De esta manera, un entorno virtual o presencial que propicie la interactividad en un proceso educativo, conducido desde el aprendizaje significativo, se acoplará óptimamente en la estrategia didáctica de la enseñanza de contenidos matemáticos. De ahí que la relación entre los componentes de las dimensiones de aprendizaje significativo se relacione moderadamente con los indicadores de interactividad del software Geogebra ( $r_1=.515$ ;  $R^2_1=.265$ ;  $r_2=.430$ ;  $R^2_2=.185$ ).

Puntualmente, el escenario de inclusión de la tecnología digital para el planeamiento y ejecución de las estrategias de enseñanza posibilita recursos didácticos primordiales para el aprendizaje significativo, tales como la promoción constante de interacciones entre los participantes de la secuencia didáctica, el potencial motivacional derivado de la gestión oportuna de las interfaces del software, el feedback inmediato y oportuno, la facilidad para conectar y acoplar el conocimiento previo hacia el escenario de adquisición de información, y la organización automática del contenido curricular (Arriasecq y Santos, 2017). En consecuencia, los participantes percibieron, mayoritariamente y en niveles apropiados, tanto la interfaz e interconectividad del software Geogebra como los altos niveles de adquisición de información e incorporación de nuevos conocimientos.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones que se desprenden del análisis destacan que existe una relación directa y moderada entre el software Geogebra y el aprendizaje significativo para los contenidos matemáticos en estudiantes del noveno año de Educación General Básica (EGB) de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí.

Los hallazgos posicionan la funcionalidad del recurso digital Geogebra como un elemento facilitador y mediador en la estimulación de contenidos matemáticos, desde la perspectiva del aprendizaje significativo. Por esa razón, tanto los resultados como la pericia profesional transdisciplinaria propician la integración de la aplicación informática en la secuencia didáctica de aprendizaje matemático; de esta manera, se logra consolidar un diseño curricular óptimo y efectivo para la adquisición de competencias específicas. Y, por añadidura, posibilita su inclusión, junto a más evidencia ecuatoriana, en las políticas educativas del país.

Por otro lado, los límites subyacentes al presente estudio estriban en la necesidad de establecer un mayor tamaño de muestra para potenciar los coeficientes estadísticos inferenciales y disminuir la probabilidad de cometer errores tipo I. Otra limitación yace en las dificultades en establecer una relación más condicional entre ambas variables, debido a la naturaleza no experimental del diseño de esta investigación. De igual manera, faltó proporcionar evidencias de elementos mediadores o



moderadores en la transversalidad del análisis, pues eso permitiría una explicación integral de los hallazgos.

En razón de las limitaciones, se sugiere, en primer lugar, realizar futuros estudios encaminados a la replicación de los hallazgos, así como desarrollar diseños muestrales probabilísticos para garantizar la representatividad de la muestra e incrementar el tamaño de muestra por defecto. En segundo lugar, comprobar la inferencia causal de la relación a través de la maximización de la varianza primaria, la minimización de la varianza secundaria y el control de los errores aleatorios en las condiciones experimentales. Por último, se recomienda consolidar protocolos y secuencias didácticas de aplicación del software Geogebra para su replicación en diferentes muestras en el mismo rango de edades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alabdulaziz, M., Aldossary, S., Alyahya, S., y Althubiti, H. (2021). The effectiveness of the GeoGebra Programme in the development of academic achievement and survival of the learning impact of the mathemaTIC among secondary stage students. *Education and Information Technologies*, 26, 2685-2713. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10371-5>
- Alcequiez, K. (2021). Matemáticas y TIC: una estrategia innovadora para el desarrollo de competencias en el nivel secundario. Una revisión de literatura: MathemaTIC and ICT: an innovative strategy for the development of competences at the secondary level, a literature review. *Educación Superior*, (32), 101-113. <https://revistavipi.uapa.edu.do/index.php/edusup/article/view/268/248>
- Añanca, S. (2022). Influencia del uso de Geogebra en el aprendizaje significativo de Matemáticas I en los estudiantes de la especialidad de Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Educación [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/6677>
- Arriasecq, I., y Santos, G. (2017). Nuevas tecnologías de información como facilitadoras de aprendizaje significativo. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12), 1-13. <https://doi.org/10.24215/23468866e030>
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva* (2da edición). Paidós Ibérica.
- Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas.
- Bakar, K., Ayub, A., y Mahmud, R. (agosto, 2015). Effects of GeoGebra towards students' MathemaTIC performance [Presentación de paper]. 2015 International Conference on Research and Education in MathemaTIC (ICREM7). Kuala Lumpur, Malaysia. <https://doi.org/10.1109/ICREM.2015.7357049>
- Binti, N., Abdurrahman, M., Abdullah, A., Osman, S., Hamzah, M., y Fauzan, A. (2020). *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(3), 156-179. <http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v15i03.9839>
- Bollen, K., y Long, J. (1993). *Testing structural equation models*. Sage Publications.
- Borraiz, Y. (2019). Desarrollo de las competencias matemáticas en ambientes virtuales de aprendizaje: una revisión documental. <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/35551/Art%3%adculo%20Yony%20Borraiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caballero, J., Salazar, J., y Panduro-Ramírez, J. (2021). Una revisión sistemática sobre el aprendizaje

remoto de la matemática. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación científica*, 5(36), 63-83. [https://www.researchgate.net/profile/Jeidy-Panduro-Ramirez-2/publication/354525192\\_Una\\_revisión\\_sistemática\\_sobre\\_el\\_aprendizaje\\_remoto\\_de\\_la\\_matemática/links/614a41ec519a1a381f75dd1a/Una-revisión-sistemática-sobre-el-aprendizaje-remoto-de-la-matemática.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jeidy-Panduro-Ramirez-2/publication/354525192_Una_revisión_sistemática_sobre_el_aprendizaje_remoto_de_la_matemática/links/614a41ec519a1a381f75dd1a/Una-revisión-sistemática-sobre-el-aprendizaje-remoto-de-la-matemática.pdf)

Damianus, S. (2019). Higher-order thinking ability among university students: How does culture-based contextual learning with Geogebra affect it?. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 5(3), 95-115.

Domínguez-Lara, S. (2018). Magnitud del efecto, una guía rápida. *Educación Médica*, 19(4), 251-254. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.07.002>

Feria, H., Matilla, M., y Mantecón, S. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿Métodos o técnicas de indagación empírica? *Didasc@lia: Didáctica y Educación* ISSN 2224-2643, 11(3), 62-79. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/992>

Guevara, G., Verdesoto, A., y Castro, N. (2020). Metodología de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Hinkle, D., Wiersma, W., y Jurs, S. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences* (5ta edición). Houghton Mifflin Company.

Holguín, G., Holguín, R., y García, N. (2020). Gamificación en la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática. *Telos: revista de estudios interdisciplinarios en ciencias sociales*, 22(1), 62-75. <http://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/3190/4446>

Hulley, S., Cummings, S., Browner, W., Grady, D., y Newman, T. (2014). *Diseño de investigación clínicas*. Lippincott Williams And Wilkins. Wolters Kluwer Health.

Ishartono, N., Nurcahyo, A., Waluyo, M., Joko, H., y Hanifah, M. (2022). Integrating GeoGebra into the flipped learning approach to improve students' self-regulated learning during the covid-19 pandemic. *Journal on Mathematics Education*, 13(1), 69-86. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1336123.pdf>

Llloca, A., y Quispe, M. (2017). *Software Geogebra en el Aprendizaje Significativo de las Funciones en Estudiantes del Cuarto Grado de la Institución Educativa José Antonio Encinas Franco Yaureccan - Churcampa [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]*. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1447>

López, E. (1998). *Las historias de vida y la investigación biográfica. Fundamentos 23 y metodología*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Monjarás-Ávila, A., Bazán-Suárez, A., Pacheco-Martínez, Z., Rivera-Gonzaga, J., Zamarripa-Calderón, J., y Cuevas-Suárez, C. (2019). Diseños de investigación. *Educación y Salud: Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del estado de Hidalgo*, 8(15), 119-122. <https://doi.org/10.29057/icsa.v8i15.4908>

Mora Saavedra, J. (2020). *GeoGebra como herramienta de transformación educativa en Matemática*. <http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/123456789/1388/1/5%20Geogebra%20como%20>

herramienta.pdf

- Muñante, M. F., Salazar, G. D. C., Rojas, K. M. y Flores, E. (2021). GeoGebra Software in Mathematical Skills of High School Students: Systematic Review. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(6), 4164-4172. <https://www.turcomat.org/index.php/turkbilmat/article/view/8386/6562>
- Pérez, J., Paira, D., Matos, F., Romero, M. y Quispe, R. (2022). Revisión de la literatura del uso de GeoGebra y su relación con el aprendizaje en el período 2012-2021. [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/16435/Geogebra\\_aprendizaje\\_Perez\\_Paira\\_Matos\\_Romero\\_Quispe.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/16435/Geogebra_aprendizaje_Perez_Paira_Matos_Romero_Quispe.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pumacallahui, E., Acuña, C., y Calcina, D. (2021). Influencia del software GeoGebra en el aprendizaje de la geometría en estudiantes de cuarto grado de secundaria en el distrito de Tambopata de la región de Madre de Dios. *Educación matemática*, 33(2), 245-273. <https://doi.org/10.24844/em3302.10>
- Reyes, A. (2021). Matemáticas y TIC: una estrategia innovadora para el desarrollo de competencias en el nivel secundario. Una revisión de literatura. *Educación Superior*, 1(32), 101-113. <https://revistavipi.uapa.edu.do/index.php/edusup/article/view/268/248>
- Romero, J., Romero, J., Reyes, R., Barboza, L., y Romero, R. (2022). Uso del Geogebra como estrategia de aprendizaje significativo en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 11(1), 1-19. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v11i1.13345>
- Ruiz, J., Agustín, J., Panduro, Ramírez, J. (2021). Una revisión sistemática sobre el aprendizaje remoto de la matemática. *Espirales. Revista Multidisciplinaria de investigación científica*, 5(37), 63-83. [https://www.researchgate.net/profile/Jeidy-Panduro-Ramirez-2/publication/354525192\\_Una\\_revisi3n\\_sistem3tica\\_sobre\\_el\\_aprendizaje\\_remoto\\_de\\_la\\_matem3tica/links/614a41ec519a1a381f75dd1a/Una-revisi3n-sistem3tica-sobre-el-aprendizaje-remoto-de-la-matem3tica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jeidy-Panduro-Ramirez-2/publication/354525192_Una_revisi3n_sistem3tica_sobre_el_aprendizaje_remoto_de_la_matem3tica/links/614a41ec519a1a381f75dd1a/Una-revisi3n-sistem3tica-sobre-el-aprendizaje-remoto-de-la-matem3tica.pdf)
- Soledispa-Castro, Y.S. (2022). GeoGebra y el rendimiento académico de los estudiantes en matemáticas: un análisis sistemático de la literatura. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN- ISSN: 2697-3456*, 6(11 Ed. esp), 159-175. <http://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/245/419>
- Soto, C., Soto, M., y Vergaray, J. (2022). La educación virtual en el aprendizaje de la matemática durante la covid-19. Revisión teórica. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS- ISSN 2806-5794.*, 4(2), 158-174. <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/82/138>
- Tamayo, E. (2013). Implicancias didácticas de Geogebra sobre el aprendizaje significativo de los tipos de funciones en estudiantes de secundaria. *Apertura*, 5(2), 58-69. <https://www.redalyc.org/pdf/688/68830444006.pdf>
- Ticlla, D. (2020). Software matemático GeoGebra y su relación con el aprendizaje significativo de los estudiantes del quinto grado de educación secundaria de la I.E. Roosevelt College - Nueva Cajamarca, 2019 [Tesis de Maestría, Universidad Católica Sedes Sapientae]. <https://hdl.handle.net/20.500.14095/885>
- Valverde, S., Hurtado, A., Carpio, M., Sánchez, P., Mucha, H., y Vega, V. (2022). Aprendizaje significativo en el contexto de la pandemia. Una revisión sistemática. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(23), 458-465. <https://revistahorizontes.org/index.php/revistahorizontes/article/view/485/944>

- Victores, P., Ochoa, C y Miller, Z. (2021). Aprendizaje significativo mediante las TIC: Revisión bibliográfica. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(11), 135-144. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/978/839>
- Weinhandl, R., Lavicza, Z., Hohenwarter, M. y Schallert, S. (2020). Enhancing flipped mathemaTIC education by utilising GeoGebra. *International Journal of Education in MathemaTIC, Science and Technology (IJEMST)*, 8(1), 1-15. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1240531.pdf>
- Yohannes, A., y Chen, H. (2021). GeoGebra in mathemaTIC education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>
- Zengin, Y., y Tatar, E. (2017). Integrating Dynamic MathemaTIC Software into Cooperative Learning Environments in MathemaTIC. *Educational Technology y Society*, 20(2), 74-88.
- Zilinskiene, I., y Demirbilek, M. (2015). Use of geogebra in primary math education in Lithuania: An exploratory study from teachers' perspective. *InformaTIC in Education*, 14(1), 129-144. <http://dx.doi.org/10.15388/infedu.2015.08>