



Evaluación formativa y logros de aprendizaje trigonométrico con GeoGebra en la I.E. Champagnat, Cajamarca

Formative assessment and trigonometric learning achievements
with GeoGebra at I.E. Champagnat, Cajamarca

Avaliação formativa e aprendizagem trigonométrica com GeoGebra no I.E. Champagnat, Cajamarca

ARTÍCULO ORIGINAL



José Glorioso Rojas Araujo 
jgra15@hotmail.com

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú

Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i37.971>

Artículo recibido 12 de diciembre 2024 | Aceptado 5 de diciembre 2023 | Publicado 24 de febrero 2025

RESUMEN

Actualmente, el aprendizaje trigonométrico necesita procedimientos que proporcionen su comprensión y mejora. La evaluación formativa con el uso del Software GeoGebra es un avance. El objetivo de la investigación fue identificar el efecto que tiene la evaluación formativa en los logros del aprendizaje trigonométrico mediante el uso del GeoGebra en los estudiantes de la I.E. "San Marcelino Champagnat" de Perú. Tipo de investigación aplicada, nivel de investigación causal, enfoque de investigación cuantitativa, diseño experimental, de modalidad cuasiexperimental, participaron 52 estudiantes. Técnica, encuesta; instrumento, prueba pedagógica que contiene a las dimensiones: Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio; Resuelve problemas de forma, movimiento y localización; Resuelve problemas de cantidad; y, Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre. Se concluyó que la práctica de la evaluación formativa y el uso del Software Geogebra mejoran los logros del aprendizaje trigonométrico.

Palabras clave: Evaluación formativa; Aprendizaje; Aprendizaje matemático; Logro de aprendizaje; Nivel de logro; GeoGebra

ABSTRACT

Currently, trigonometric learning needs procedures that provide its understanding and improvement. Formative assessment with the use of GeoGebra Software is a step forward. The objective of the research was to identify the effect of formative assessment on trigonometric learning achievements through the use of GeoGebra in students of the "San Marcelino Champagnat" School in Peru. Type of applied research, level of causal research, quantitative research approach, experimental design, quasi-experimental modality, 52 students participated. Technique, survey; instrument, pedagogical test that contains the dimensions: Solves problems of regularity, equivalence and change; Solves problems of shape, movement, and location; Solves quantity problems; and, Solves data management problems and uncertainty. It was concluded that the practice of formative assessment and the use of Geogebra Software improve learning achievements.

Key words: Formative assessment; Learning; Mathematical learning; Learning achievement; Achievement level; GeoGebra

RESUMO

Atualmente, a aprendizagem trigonométrica necessita de procedimentos que proporcionem a sua compreensão e aperfeiçoamento. A avaliação formativa com a utilização do Software GeoGebra é um passo em frente. O objetivo da pesquisa foi identificar o efeito da avaliação formativa sobre os resultados de aprendizagem trigonométrica através do uso do GeoGebra em alunos da Escola "San Marcelino Champagnat" no Peru. Tipo de pesquisa aplicada, nível de pesquisa causal, abordagem de pesquisa quantitativa, desenho experimental, modalidade quase-experimental, participaram 52 alunos. Técnica, levantamento; instrumento, teste pedagógico que contém as dimensões: Resolve problemas de regularidade, equivalência e mudança; Resolve problemas de forma, movimento e localização; Resolve problemas de quantidade; e, Resolve problemas de gestão de dados e incertezas. Concluiu-se que a prática da avaliação formativa e o uso do Software Geogebra melhoram as conquistas do processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Avaliação formativa; Aprendizado; Aprendizagem matemática; Realização de aprendizagem; Nível de realização; GeoGebra

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de la matemática en el quinto año de educación secundaria tiene cierto grado de dificultad para algunos estudiantes; en este año, se exige temas abstractos, tales como, la representación, variación, signos y comportamiento de las funciones trigonométricas, representadas a través de líneas, conocidas también como líneas trigonométricas, en los diferentes cuadrantes de la circunferencia trigonométrica. Una de las causas de estas dificultades se debe a la falta de concreción y objetividad de temas abstractos como el mencionado. Orrantia (2006) los estudiantes ven la matemática formal como desconectada de sus conocimientos previos, injusta, abstracta y ajena, generando miedo y desconfianza.

En el contexto de la era digital actual, la enseñanza de la matemática se centra en desarrollar habilidades prácticas que trasciendan el conocimiento teórico tradicional (Fuenzalida, 2021). Para lograr una comprensión significativa, es esencial utilizar herramientas pedagógicas que faciliten la transición entre lo concreto y lo abstracto, optimizando así su aplicación en la vida diaria y contribuyendo al desarrollo humano integral (Guerrero, 2020).

Actualmente existen diferentes herramientas pedagógicas para el aprendizaje de la matemática, entre las cuales destaca el software GeoGebra. Según Gallardo (2021), GeoGebra es una aplicación gratuita diseñada para apoyar el aprendizaje de

la matemática en diversas áreas, permitiendo representaciones gráficas y dinámicas con datos en tiempo real.

Para desarrollar temas abstractos en trigonometría, es necesario aplicar nuevas herramientas de aprendizaje y nuevas formas de evaluación que mejoren el aprendizaje, como es la evaluación formativa que contribuye con el aumento de nivel de logro de aprendizaje.

Según Michael Scriven, citado por Guerra y Serrato (2015), la evaluación formativa es la que se realiza durante el proceso, programa o producto para mejorar el aprendizaje del estudiante. Dylam (2021) con la evaluación formativa no solo se orienta a calificar los resultados, sino que también analiza dichos resultados para corregir las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. Stufflebeam y Shinkfield (1989), la evaluación formativa es parte del desarrollo del aprendizaje, mejorando las actividades docentes como es la planificación, retroalimentación y enriquecimiento curricular.

Como antecedentes nacionales de este trabajo se destacan los estudios de Guimaray (2022), cuyos resultados indican que las estrategias de enseñanza virtual mejoran considerablemente la evaluación formativa.

Además, Arcos (2020) concluyó en su investigación sobre evaluación formativa y rendimiento académico que la evaluación formativa mejora el desempeño en operaciones numéricas de los estudiantes de una universidad en Ica, 2018.

De igual modo, Ipushima (2023) en el estudio sobre evaluación formativa y logro de competencias matemáticas dedujo que, la evaluación formativa impacta considerablemente en el éxito de las competencias matemáticas.

Similarmente, Sanchez (2023) cuyos resultados de su tesis determinaron que, la aplicación de la evaluación formativa produce un gran impacto en el progreso de las competencias de los estudiantes del instituto superior pedagógico de Contamana.

Como antecedentes internacionales tenemos a los trabajos realizados por Chalarca (2019) la e-evaluación mejora el aprendizaje en trigonometría, permitiendo a los estudiantes elegir su método de evaluación y retomando la evaluación formativa.

De igual forma, Paba y Pertuz (2021) en su tesis sobre evaluación formativa en problemas matemáticos, concluyó que las experiencias pedagógicas deben conectarse con las necesidades del estudiante para mejorar decisiones, competencias y estrategias.

Las características de la evaluación formativa, según Rodríguez (2022) fomentan la autoevaluación y la cooperación entre estudiantes, proporciona feedback continuo, es personalizada y cualitativa, fomenta la introspección y pensamiento crítico. Según Cabrera, (2023) la evaluación formativa es importante porque mejora los aprendizajes, basados en las necesidades, carencias y dificultades en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Cabrera (2023) con la evaluación formativa se pone énfasis

al proceso de aprendizaje antes que, a los resultados de la evaluación, si hay un correcto proceso, los resultados de la evaluación también serán correctos.

Conforme lo mencionan Morales et al (2022) el uso continuo y cíclico del software GeoGebra fortalece la evaluación formativa al permitir determinar el progreso en el aprendizaje de los conceptos matemáticos y facilitar el análisis de la comprensión por parte de los estudiantes, ilustrando los conceptos y procedimientos trigonométricos a través de imágenes y gráficos, hasta lograr su dominio y comprensión. Esto ayuda a identificar las áreas que necesitan refuerzo, permitiendo a los docentes reflexionar sobre la efectividad de la herramienta tecnológica utilizada y tomar decisiones oportunas para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje. GeoGebra puede aplicarse en cualquier momento, de manera individual, grupal e interactiva, valorando tanto los resultados como los procesos de aprendizaje. Además, permite que los familiares de los estudiantes reconozcan su progreso y nivel de aprendizaje al demostrar la concreción de los conceptos matemáticos con la ayuda del software.

Según Vásquez (2020) el uso de GeoGebra fomenta la metacognición al permitir la interacción y el establecimiento de relaciones entre la geometría y el álgebra. De esta forma, los estudiantes asimilan los conceptos matemáticos al construir su propio conocimiento utilizando este software. Además, se apropian de los conceptos teóricos básicos,

favoreciendo la abstracción y la generalización de manera dialéctica.

En cuanto al aprendizaje de la matemática, Brousseau (2007) sostuvo la teoría de situaciones didácticas, donde docentes y estudiantes son protagonistas del aprendizaje, generando conocimientos mediante interacciones entre estudiante, medio y docente en el proceso matemático. Godiño et al. (2003) el aprendizaje de la matemática se basa en competencias, técnicas didácticas y conocimientos previos. La meta es preparar a los estudiantes para resolver nuevos problemas. Los docentes deben conocer su especialidad, ser reflexivos y adaptarse al cambio. Chevallard (2013) la didáctica de la matemática es un proceso primario, mientras que la enseñanza y aprendizajes son subprocesos secundarios, adaptando el saber erudito a problemas de la vida real. Papert (2002) su teoría del construccionismo sostiene que los estudiantes aprenden matemática haciendo, construyendo estructuras de conocimiento a través de experimentos, con el maestro como mediador. Bruner (1963) el aprendizaje matemático comienza con manipulación de objetos (fase concreta), sigue con representaciones gráficas (fase gráfica) y culmina en conocimientos abstractos (fase simbólica). Dienes (1977) existen seis etapas en el aprendizaje matemático: adaptación, estructuración, abstracción, representación gráfica, descripción de las representaciones y demostración. Santaolalla (2011) sostiene que las

fases del aprendizaje matemático son manipulativa, simbólica y abstracta.

Para Rico y Lupiáñez (citados por Bolívar, 2008) las competencias matemáticas son los procesos mentales que el estudiante realiza basándose en lo que sabe y en sus habilidades. (OCDE, 2004) la competencia matemática es la facultad del estudiante para generar, utilizar y explicar las matemáticas en diversas situaciones. Según el Currículo Nacional del 2016, las competencias matemáticas son: MINEDU (2017) “resuelve problemas de cantidad; resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio; resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre; resuelve problemas de forma, movimiento y localización” (p.34). (Bloom y Krathwohl, 1956) la capacidad matemática se desarrolla cuando un estudiante domina el conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación para resolver problemas creativamente y críticamente. MINEDU (2020) las capacidades se desarrollan en el aprendizaje matemático mediante conocimientos, habilidades y actitudes.

La competencia matemática se demuestra con los logros de aprendizaje; Fernández (2022) los logros de aprendizaje muestran cómo los estudiantes avanzan en competencias, informando a profesores y familias, y transforman capacidades en habilidades y competencias al finalizar la experiencia de aprendizaje. Hincapié y Clemenza (2021) mencionan, los logros de aprendizaje

demuestran las competencias adquiridas en el aprendizaje, sirven para información de estudiantes, docentes y familiares. Los logros de aprendizaje están ordenados a través de los niveles de logro. Bermudes (2017) menciona que los niveles de logro de aprendizaje se describen en Inicial, intermedio y avanzado. García y García (2022) los niveles de logro se manifiestan gradualmente: inicio (C), en proceso (B), logro esperado (A) y logro destacado (AD).

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto que tiene la evaluación formativa en los logros del aprendizaje trigonométrico mediante el uso del GeoGebra, facilitando su comprensión de los conceptos matemáticos través de gráficos e imágenes, identificando áreas que requieren refuerzo y proporcionando información de los avances a los estudiantes de la I.E. “San Marcelino Champagnat” de Cajamarca.

MÉTODO

En cuanto a la metodología se hizo la Operacionalización de las variables, dentro de ellas a la variable dependiente: logros de aprendizaje, que contiene a las dimensiones, según el Currículo Nacional del 2016: “Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios; Resuelve problemas de forma, movimiento y localización; Resuelve problemas de cantidad; Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre” (MINEDU, 2017, p. 34). El tipo de investigación aplicada, nivel de investigación causal, enfoque de investigación

cuantitativa, diseño cuasi experimental pretest y posttest con Grupo Control.

La población estuvo conformada por todos los alumnos de las cuatro secciones “A”, “B”, “C”, y “D” del quinto año de educación secundaria de la institución educativa “San Marcelino Champagnat” de Cajamarca correspondiente al año 2023. De los cuales se obtuvo la muestra determinada por 52 estudiantes, 26 estudiantes pertenecieron a la sección “A” y 26 estudiantes pertenecieron a la sección “B”. La selección de la muestra fue de tipo no probabilístico, para lo cual se utilizaron criterios como el deseo voluntario de participar, la matrícula del quinto año del año 2023 de las secciones “A” y “B”, minoría de edad y ánimos activos de aprender.

Como técnica de recolección de datos se consideró a la encuesta y como instrumento a la prueba objetiva, formada por 14 preguntas, circunscritas a las dimensiones: resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio; resuelve problemas de forma, movimiento y localización; resuelve problemas de cantidad; y, resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre.

En cuanto a la validación del instrumento estuvo dado por jueces expertos en matemática, estadística y metodología de la investigación; los cuales consideraron que el instrumento de recojo de información es aplicable a la investigación. La validez de contenido estuvo dada por la concordancia de los jueces mediante la V Ayken que permitió identificar $V=0,75$ lo cual indica que el instrumento tiene validez de contenido. Para la

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

confiabilidad del instrumento se utilizó la Fórmula de Kuder-Richardson o KR20, que dio como resultado un coeficiente de confiabilidad KR20 de 0.84441, el cual estuvo dentro del rango $[0.8-0.9>$, que demuestra que el instrumento de recolección de datos está dentro del rango de confiabilidad buena.

Para el análisis e interpretación de la información se utilizó los estadísticos descriptivos, tablas de frecuencias, porcentuales, gráficos; para la prueba de hipótesis se usó la prueba U de Mann Whitney.

En la Tabla 1, se resumen los resultados de la cantidad de estudiantes y en porcentajes que se encuentran ubicado en los diferentes niveles de logro de aprendizaje trigonométrico, antes y después de la práctica de la evaluación formativa, utilizando el GeoGebra; tanto para el grupo control como para el grupo experimental.

Tabla 1. Resultados de los niveles de logro de aprendizaje trigonométrico mediante evaluación formativa con GeoGebra (Pre Test y Pos Test) en grupos control y grupo experimental.

		Pre test		Pos test		Total	
		Grupo control	Grupo experimental	Grupo Control	Grupo experimental		
Logros de aprendizaje	Inicio	Fi	26	26	13	3	68
		%fi	100,0%	100,0%	50,0%	11,5%	65,4%
	En proceso	Fi	0	0	5	7	12
		%fi	0,0%	0,0%	19,2%	26,9%	11,5%
	Logro esperado	Fi	0	0	8	7	15
		%fi	0,0%	0,0%	30,8%	26,9%	14,4%
Logro destacado	Fi	0	0	0	9	9	
	%fi	0,0%	0,0%	0,0%	34,6%	8,7%	
Total	Fi	26	26	26	26	104	
	%fi	100%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

De acuerdo a éstos el 100% de los estudiantes en el grupo de control y del grupo experimental están en inicio del aprendizaje trigonométrico, después de la experimentación el 30.8% de estudiantes del grupo de control y al 26.9% del grupo experimental

se ubicaron en nivel de logro esperado; y, el 34.6% del grupo experimental en nivel de logro destacado, este resultado proviene de la evaluación formativa aplicada al grupo experimental.

Los diagramas comparativos muestran que, inicialmente, las puntuaciones de ambos grupos son similares. Tras aplicar la evaluación formativa, el grupo experimental supera al grupo de control en el post test, con una mediana superior.

En la Tabla 2, se resumen los resultados de la cantidad de estudiantes y en porcentajes que se encuentran ubicado en los diferentes niveles de logro de aprendizaje trigonométrico, antes y

después de la práctica de la evaluación formativa, utilizando el GeoGebra; tanto para el grupo control como para el grupo experimental, teniendo en cuenta las cuatro dimensiones: resuelve problemas de cantidad; resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio; resuelve problemas de forma, movimiento y localización; y, resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre.

Tabla 2. Resultados de los niveles de logro de aprendizaje trigonométrico con la práctica de la evaluación formativa utilizando el GeoGebra, según las dimensiones, teniendo en cuenta el pre test y pos test; y, el grupo control y experimental.

			Pre test		Pos test		Total
			Grupo control	Grupo experimental	Grupo Control	Grupo experimental	
Resuelve problemas de cantidad	Inicio	fi	20	18	3	0	41
		%fi	76,9%	69,2%	11,5%	0,0%	39,4%
	En Proceso	fi	6	8	11	5	30
		%fi	23,10%	30,8%	42,3%	19,2%	28,8%
	Logro esperado	fi	0	0	11	0	11
		%fi	0,0%	0,0%	42,3%	0,0%	10,6%
	Logro destacado	fi	0	0	1	21	22
		%fi	0,0%	0,0%	3,8%	80,8%	21,2%
	Total	Fi	26	26	26	26	104
		%fi	100%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio	Inicio	fi	16	21	6	1	44
		%fi	61,5%	80,8%	23,1%	3,8%	42,3%
	En Proceso	fi	10	5	7	11	33
		%fi	38,5%	19,2%	26,9%	42,3%	31,7%
	Logro esperado	fi	0	0	10	7	17
		%fi	0,0%	0,0%	38,5%	26,9%	16,3%
	Logro destacado	fi	0	0	3	7	10
		%fi	0,0%	0,0%	11,5%	26,9%	9,6%
	Total	Fi	26	26	26	26	104
		%Fi	100%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

			Pre test		Pos test		Total
			Grupo control	Grupo experimental	Grupo Control	Grupo experimental	
Resuelve De forma, movimiento y localización	Inicio	fi	21	22	6	3	52
		%fi	80,8%	84,6%	23,1%	11,5%	50,0%
	En Proceso	fi	5	4	9	5	23
		%fi	19,2%	15,4%	34,6%	19,2%	22,1%
	Logro esperado	fi	0	0	11	8	19
		%fi	0,0%	0,0%	42,3%	30,8%	18,3%
	Logro destacado	fi	0	0	0	10	10
		%fi	0,0%	0,0%	0,0%	38,5%	9,6%
	Total	Fi	26	26	26	26	104
		%Fi	100%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre	Inicio	fi	26	26	21	3	76
		%fi	100,0%	100,0%	80,8%	11,5%	73,1%
	En Proceso	fi	0	0	4	5	9
		%fi	0,0%	0,0%	15,4%	19,2%	8,7%
	Logro esperado	fi	0	0	1	11	12
		%fi	0,0%	0,0%	3,8%	42,3%	11,5%
	Logro destacado	fi	0	0	0	7	7
		%fi	0,0%	0,0%	0,0%	26,9%	6,7%
	Total	Fi	26	26	26	26	104
		%fi	100%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Las dimensiones específicas: “resuelve problemas de cantidad, resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio; resuelve problemas de forma, movimiento y localización; resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre” (MINEDU, 2017, p.34) tuvieron

similares conclusiones a la tabla de logros de aprendizaje.

En la Tabla 3, se resumen los resultados de la prueba estadística de normalidad de Shapiro –Wilk, teniendo en cuenta las cuatro dimensiones, el pre test y pos test

Tabla 3. Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk

Test	Pruebas	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.
“Logros de aprendizaje”	Pre test control	0.957	26	0.340
	Pre test experimental	0.962	26	0.433
	Pos test control	0.972	26	0.666
	Pos test experimental	0.946	26	0.182
“Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios”	Pre test control	0.773	26	0.000
	Pre test experimental	0.827	26	0.001
	Pos test control	0.796	26	0.000
	Pos test experimental	0.878	26	0.005
“Resuelve problemas de forma, movimiento y localización”	Pre test control	0.841	26	0.001
	Pre test experimental	0.827	26	0.001
	Pos test control	0.717	26	0.000
	Pos test experimental	0.839	26	0.001
“Resuelve problemas de cantidad”	Pre test control	0.524	26	0.000
	Pre test experimental	0.583	26	0.000
	Pos test control	0.813	26	0.000
	Pos test experimental	0.484	26	0.000
“Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre”.	Pre test control	0.787	26	0.001
	Pre test experimental	0.874	26	0.004
	Pos test control	0.925	26	0.060
	Pos test experimental	0.896	26	0.013

De acuerdo a la prueba de normalidad detectado por Shapiro Will en donde el valor de $p_valor < 0.05$, implica que los datos en su conjunto no presentan distribución normal, lo que implica asumir pruebas

no paramétricas para el proceso de la prueba de hipótesis. De acuerdo con el diseño del estudio se asumió a la prueba de U de Mann Whitney para muestras independientes.

En cuanto a la prueba de hipótesis, se aplicó la prueba de U de Mann Whitney para muestras independientes.

Comparación estadística de los logros del aprendizaje trigonométrico, antes y después de aplicar las prácticas de la evaluación formativa y mediante el uso del GeoGebra en los estudiantes.

En la Tabla 4, se resumen los resultados de los rangos de los logros de aprendizaje en el pre test y en el pos test, tanto para el grupo control y el grupo experimental, en el cual se señala el rango promedio, suma de rangos, parámetro y valor.

Tabla 4. Rangos de los logros de aprendizaje.

Test	N	Rango promedio	Suma de rangos	Parámetro	Valor	
Logros de aprendizaje	Pre test control	26	27.52	715.50	U de Mann-Whitney	311.5
	Pre test experimental	26	25.48	662.50	Z	-0.488
	Total	52			p_valor	0.625
	Post test control	26	20.15	524.00	U de Mann-Whitney	173
	Post test experimental	26	32.85	854.00	Z	-3.025
	Total	52			p_valor	0.002

A inicio de la experimentación detectado por el pre test, se aprecia que no existe diferencia significativa entre el grupo de control y del grupo experimental puesto que $p_valor > 0.05$ ($0,625 > 0.05$), no obstante, después de las sesiones experimentales, se aprecian que los resultados de la evaluación de salida del grupo experimental es mayores a los resultados del grupo de control puesto que $p_valor < 0.05$ ($0.002 < 0.05$) ello implica

rechazar la hipótesis nula, por lo que, la práctica de los procesos de la evaluación formativa mejora los logros del aprendizaje trigonométrico mediante el uso del GeoGebra en los estudiantes de I.E. “San Marcelino Champagnat” de Cajamarca.

En la Tabla 5, se resumen los resultados de los rangos de las cuatro dimensiones, teniendo en cuenta al pre test y pos test, el rango promedio, la suma de rangos, el parámetro y el valor.

Tabla 5. Rangos de las dimensiones.

	Test	N	Rango promedio	Suma de rangos	Parámetro	Valor
Resuelve problemas de cantidad.	Pre test control	26	25.50	663.00	U de Mann-Whitney	312
	Pre test experimental	26	27.50	715.00	Z	-0.619
	Total	52			p_valor	0.536
	Post test control	26	18.48	480.50	U de Mann-Whitney	129.5
	Post test experimental	26	34.52	897.50	Z	-4.123
	Total	52			p_valor	0.000
Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios.	Pre test control	26	28.06	729.50	U de Mann-Whitney	297.5
	Pre test experimental	26	24.94	648.50	Z	-0.774
	Total	52			p_valor	0.439
	Post test control	26	23.12	601.00	U de Mann-Whitney	250
	Post test experimental	26	29.88	777.00	Z	-2.946
	Total	52			p_valor	0.008
Resuelve problemas de forma, movimiento y localización.	Pre test control	26	27.96	727.00	U de Mann-Whitney	300
	Pre test experimental	26	25.04	651.00	Z	-0.745
	Total	52			p_valor	0.456
	Post test control	26	19.65	511.00	U de Mann-Whitney	160
	Post test experimental	26	33.35	867.00	Z	-3.438
	Total	52			p_valor	0.001
Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre.	Pre test control	26	26.50	689.0	U de Mann-Whitney	338
	Pre test experimental	26	26.50	689.0	Z	0.197
	Total	52			p_valor	0.432
	Post test control	26	17.67	459.5	U de Mann-Whitney	108.5
	Post test experimental	26	35.33	918.5	Z	-4.241
	Total	52			p_valor	0.000

Inicialmente no hubo diferencias significativas entre los grupos $p_valor > 0.05$ ($0.536 > 0.05$), ($0.439 > 0.05$), ($0.432 > 0.05$), ($0.432 > 0.05$). Tras las sesiones experimentales, el grupo experimental mejoró en todas las dimensiones $p_valor < 0.05$ ($0.000 < 0.05$), ($0.008 < 0.05$), ($0.001 < 0.05$), ($0.000 < 0.05$), mostrando que la evaluación

formativa con GeoGebra mejora el aprendizaje trigonométrico en cada dimensión.

Discusión

La práctica de la evaluación formativa y la utilización del GeoGebra tiene una influencia significativa en el nivel de logro del aprendizaje

trigonométrico. Esto se evidencia en las dimensiones: “resuelve problemas de cantidad; resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio; resuelve problemas de forma, movimiento, localización; y, resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre” (MINEDU, 2017, p. 34). La evaluación formativa mejora notablemente el nivel de logro de los aprendizajes trigonométricos utilizando el GeoGebra.

De los resultados obtenidos se logró determinar que, en la aplicación de la prueba de entrada o pretest, el grupo control y experimental empezaron en el nivel de logro de inicio (100,0%), donde los niveles de logro en proceso, esperado y destacado tuvieron (0,0%), por lo que se puede decir que, tanto en el grupo control como el grupo experimental al inicio de la investigación no tenían nociones sobre el tema tratado de las líneas trigonométricas; no obstante, en la prueba de salida o postest en el grupo experimental se aprecia que la mayoría de estudiantes tuvieron una gran mejora (34,6%) se ubicó en el nivel de logro destacado y en el grupo control la mayoría se ubicaron en el nivel de logro esperado (30,8%).

Se puede apreciar también en la prueba de salida en el grupo control, todavía queda un (50%) de estudiantes que están en el nivel de logro de inicio, en cambio en este nivel, en el grupo experimental solamente se ubican (11,5%) demostrando con ello que la experimentación realizada en dicho grupo ha tenido una gran influencia, pues el nivel de logro de

inicio disminuyó (de 50% a 11,5%) y la mayoría de estudiantes se ubicaron en el nivel de logro En proceso (26,9%), Logro esperado (26,9%) y Logro destacado (34,6%); consecuentemente se infiere claramente que, el grupo experimental mejoró notoriamente sus aprendizajes trigonométricos mediante el uso del GeoGebra, al aplicar la evaluación formativa para conseguir dichos logros. Si bien es cierto en el grupo control también se percibe dichas mejoras, pues en principio todos los estudiantes estuvieron ubicados en el nivel de Logro inicial (100,0%), luego de la prueba de salida este porcentaje disminuyó al (50,0%) y el resto se ubicó en el nivel de logro En proceso (19,2%) y nivel de Logro esperado (30,8%), pero no hubo estudiantes que se ubicaran en el nivel de logro destacado (0,0%); sin embargo estas mejoras no fueron tan significativas como lo sucedido en el grupo experimental.

Por consiguiente, se puede deducir que, la evaluación formativa mejora el nivel de logro del aprendizaje trigonométrico mediante el uso del GeoGebra, debido a que, la mayoría de estudiantes que experimentaron el aprendizaje trigonométrico donde se aplicó la evaluación formativa se ubicaron en el nivel de logro en proceso, esperado y destacado.

De los resultados de la investigación se infiere que, el efecto entre las variables: evaluación formativa y nivel de logro de aprendizaje en la I.E. “San Marcelino Champagnat” de Cajamarca durante el año 2023, específicamente en las dimensiones: “resuelve problemas de cantidad;

resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio; resuelve problemas de forma, movimiento y localización; y, resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre” (MINEDU, 2017, p. 34); es muy significativa, es decir, la evaluación formativa y el GeoGebra tiene una gran influencia en el nivel de logro del aprendizaje trigonométrico.

La investigación de Guimaraes (2022), demostró que las estrategias pedagógicas virtuales mejoran significativamente la evaluación formativa. Las investigaciones también se relacionan con la tesis de Arcos (2020), que concluyó que la evaluación formativa mejora significativamente el rendimiento académico en métodos numéricos de los estudiantes de Ingeniería Civil de la UNICA. Los resultados se relacionan con el estudio de Ipushima (2023), que concluyó que la evaluación formativa influye significativamente en el logro de competencias matemáticas en estudiantes de una institución educativa pública de Contamana.

Los resultados de esta investigación se relacionan con el estudio de Sánchez (2023), que concluyó que la evaluación formativa influye significativamente en el logro de competencias en estudiantes de un instituto superior pedagógico de Contamana. El estudio de Morales (2023), concluyó que la evaluación formativa influye en el logro de competencias matemáticas en estudiantes de una I.E. de Amazonas. Los resultados de esta investigación se relacionan con la tesis de Chalarca (2019), cuya conclusión fue, las prácticas de evaluación formativa

tienen un impacto positivo y resaltó la importancia del feedback en los aprendizajes.

La investigación de Quito (2020), concluyó que la evaluación formativa mejora los aprendizajes de estudiantes y prácticas docentes de la Unidad Educativa República del Ecuador, permitiendo seguimiento del aprendizaje, corrección de errores y detección de aciertos.

El estudio de Borjas y García (2021), concluyó que la evaluación formativa mejora la calidad del servicio educativo en matemáticas durante la pandemia, optimizando los procesos académicos. La investigación de la tesis de Correa (2023), que concluyó que los ambientes virtuales de aprendizaje mejoran la comprensión de la modelación matemática en varios aspectos: numérico, variaciones, espacial, aleatorio y métrico. El estudio de Paba y Pertuz (2021), concluyó que, con la evaluación formativa, las experiencias pedagógicas deben alinearse con las necesidades del educando, mejorando la toma de decisiones, desarrollo de competencias y el plan estratégico para mejorar aprendizajes.

Se debe tener en cuenta que, de los resultados del pretest del grupo control y experimental el 100% de estudiantes están en el nivel de inicio, o sea más bajo, puesto que no tenían nociones del tema tratado, además ambos grupos tienen el mismo nivel de logro; luego de la experimentación los resultados se aprecia la influencia de la evaluación formativa en el nivel de logro de los aprendizajes

trigonométricos, pues la mayoría de estudiantes en el grupo control se ubican en el nivel de logro de Inicio (50%) y el resto En proceso (19,2%) y Logro esperado (30,8%); sin embargo, en el grupo experimental el nivel de logro de Inicio se reduce al (11,5%) y la mayoría de estudiantes se ubica en el nivel de logro destacado (34,6%), En proceso (26,9%) y Logro esperado (26,9%).

Consecuentemente, de los resultados obtenidos en el presente estudio se ha comprobado todas las hipótesis planteadas en la etapa inicial, por lo tanto, se afirma que, la evaluación formativa tiene efectos positivos en la mejora del nivel de logro de los aprendizajes trigonométricos, esta misma conclusión se obtiene en todas las dimensiones estudiadas.

CONCLUSIONES

Se demuestra que, la práctica de los procesos de la evaluación formativa, tales como la autoevaluación, coevaluación, retroalimentación, metacognición, reflexión y valoración de capacidades y habilidades, mejora los logros del aprendizaje trigonométrico mediante el uso del GeoGebra, puesto que, al aplicar la prueba U de Mann Whitney en el posttest, el valor de significancia resulta ser 0.002, menor al establecido 0.05, ($0.002 < 0.05$); existe diferencias entre el grupo control y experimental en los resultados, debido a que, la destacada diferencia entre ambos grupos es altamente significativa, por lo que se infiere, a mayor

práctica de evaluación formativa y utilización del GeoGebra mejor será el logro de los aprendizajes.

Con respecto a las dimensiones, se concluye que, la práctica de la evaluación formativa, utilizando GeoGebra, mejora significativamente los niveles de logro de aprendizaje en matemáticas en estudiantes de I.E. “San Marcelino Champagnat” de Cajamarca. Los resultados muestran diferencias significativas entre los grupos control y experimental en las dimensiones: resolver problemas de cantidad, con $p_valor < 0.05$ ($0.000 < 0.05$); regularidad, equivalencia y cambio, con $p_valor < 0.05$ ($0.008 < 0.05$); forma, movimiento, localización, con $p_valor < 0.05$ ($0.001 < 0.05$); y, gestión de datos e incertidumbre, con $p_valor < 0.05$ ($0.00 < 0.05$); todos los $p_valores$ son menores a 0.05, implicando la aceptación de que la evaluación formativa tiene un impacto positivo. La destacada diferencia entre ambos grupos sugiere que una mayor práctica de evaluación formativa y aplicando el GeoGebra, resulta en mejores logros en el aprendizaje trigonométrico en todas las dimensiones analizadas.

Se sugiere a la dirección de la I.E. “San Marcelino Champagnat” de Cajamarca que, en el Diseño Curricular Diversificado incluya la práctica de los procesos de “evaluación formativa” para mejorar el nivel de “logros de aprendizaje” trigonométrico mediante el uso del GeoGebra. A los docentes del área de matemática de dicha la I.E. sugiere que, en sus programaciones incluya

la práctica de la “evaluación formativa” para mejorar el nivel de “logros de aprendizaje” en las dimensiones: “resuelve problemas de cantidad; resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio; resuelve problemas de forma, movimiento y localización; resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre”; mediante el uso del GeoGebra

CONFLICTO DE INTERESES. Para la publicación del presente artículo no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Arcos, N (2020). Eficacia de la evaluación formativa en el rendimiento académico en métodos numéricos de los estudiantes de la facultad de Ingeniería Civil de la UNICA, 2018. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". <https://lc.cx/xbpuoe>
- Bloom, B y Krathwohl, D (1956). Taxonomía de los Objetivos de la Educación, EE.UU, FysicalBook. <https://lc.cx/oAMHqL>
- Bolivar, A. (2008). Reseña de Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular de Rico Romero, L. y Lupiáñez Gómez, J.L. (U. d. Granada, Ed.), Profesorado, Revista de currículm y formación del profesorado, 12(3), 28-31. <https://lc.cx/gFM7nW>
- Borjas, J y García, R (2021), Evaluación formativa oportunidad en el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de matemática en tiempos de pandemia. Barranquilla, Colombia, Universidad de la Costa CUC. <https://lc.cx/35ACkt>
- Brousseau, G. (2007). Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas. Buenos Aires, Argentina: El zorzal. <https://lc.cx/Q6ZX87>
- Bruner, J. (1963). El proceso de la educación. México, Hispano Americana. <https://lc.cx/nkSvQE>
- Cabrera, R. (2023). Educación y docencia. Chalarca, C. (2019). La e-Evaluación, una práctica innovadora para la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas: una experiencia en trigonometría. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia. <https://lc.cx/N4Hgbx>
- Chevallard, Y. (2013). La Matemática en la escuela. Buenos Aires, Argentina: libros del Zorzal. <https://lc.cx/tXZCnX>
- Correa, A. (2023). Ambientes Virtuales de Aprendizaje como estrategia de evaluación formativa en la modelación matemática de la Institución Educativa Juvenil Nuevo Futuro de Medellín. Medellín, Colombia, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. <https://lc.cx/FF2zYY>
- Currículum Nacional. (2020). MINEDU.GOB. <https://lc.cx/ulHngJ>
- Dienes, Z. (1977). Las seis etapas del aprendizaje de la matemática. Madrid, España: Editorial Taide S.A. <https://lc.cx/Biesgr>
- Dylam, W. (2021). Blog Vicens Vives. https://lc.cx/_USQuE
- Fernández, D., Banay, J., De la Cruz, D., Alegre, J y Breña, Á. (2022). Logros de aprendizaje y desarrollo de competencias a través de la evaluación formativa. Horizontes, Revista de investigación en ciencias de la educación, 3(23), 418-428. <https://lc.cx/-abxfV>
- Fuenzalida, V. (2021). Elije Educar. <https://lc.cx/L7-MH9>
- Gallardo, D. (2021). Matemática desde cero. <https://lc.cx/dQay0K>
- García, J y García, M. (2022). Evaluación por competencias en el proceso de formación. Scielo, 21(02). <https://lc.cx/3LSqkq>
- Godiño, J, Batanero, C., y Font, V. (2003). Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros. Granada, España, ReproDigital. C/ Baza, 6. <https://lc.cx/qsJTdk>

- Guerra y Serrato, S. (2015). Michael Scriven, evaluación formativa, <https://lc.cx/Rqkt8g>
- Guerrero, J. (2020). Docentes al día. <https://lc.cx/dW3tAF>
- Guimaray, S. (2022). Estrategias pedagógicas virtuales en el desarrollo de la evaluación formativa en docentes de una Institución Educativa de Ayacucho, 2022. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. <https://lc.cx/URLN3y>
- Hincapié y Clemenza (2021). Evaluación de los aprendizajes por competencias: Una mirada teórica desde el contexto colombiano. *Revista de ciencias sociales*, 106-122. <https://lc.cx/PZV5SF>
- Ipushima, D. (2023). Evaluación formativa para el logro de competencias matemáticas en estudiantes de una institución educativa pública de Contamana, 2022. Lima Norte, Perú, Universidad César Vallejo. <https://lc.cx/1QkgKZ>
- MINEDU. (2017). Currículo Nacional de la educación Básica (1ra ed.). (M. d. Educación, Ed.) Lima, Perú. <https://lc.cx/6ZqyoD>
- Morales, E. (2023). Evaluación formativa para el logro de competencias matemáticas en estudiantes de una institución educativa pública de Amazonas 2022. Lima, Perú, Universidad César Vallejo, <https://lc.cx/lAoVLY>
- Morales et al (2022). El uso del Software GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas: Una revisión sistemática. *Referencia Pedagógica*, 11(1), 2-13, https://lc.cx/bmoje_
- OCDE. (2004). Informe PISA 2003. (A. M. Baró, Ed.), España, Santillana. https://lc.cx/_xAjN0
- Orrantia, J. (2006). Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva evolutiva, *Pepsic*, 23(71). <https://lc.cx/Di-M-c>
- Paba, R y Pertuz, E. (2021), Efecto de la evaluación formativa como estrategia pedagógica en la resolución de problemas matemáticos en los estudiantes del grado 9^a de la IEDR "San Pedro Apostol" las flores, Pregrado, Colombia, Universidad de la Costa, CUC. <https://lc.cx/5OtWpR>
- Papert, S. (2002). Situar el construccionismo, Alajuela, EE.UU, INCAE. https://lc.cx/ffC_vS
- Quito, T. (2020), Evaluación formativa para el fortalecimiento del proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática en el sexto grado de la unidad educativa república del Ecuador. Ecuador, Universidad Nacional de educación. <https://lc.cx/FxvFH3>
- Rodriguez, A. (2022). Evaluación formativa: características, instrumentos utilizados. Lifender, <https://lc.cx/BLNllH>
- Sánchez, H. (2023). Evaluación formativa para el logro de competencias en estudiantes de un Instituto Superior Pedagógico de Contamana, 2022. Perú, Universidad César Vallejo. <https://goo.su/BoCA>
- Santaolalla, E. (2011). Marchando una de matemáticas. *Padres y maestros*(341). <https://goo.su/aCT3J7>
- Stufflebeam, D. y Shinkfield, A. (1989). Evaluación sistemática, segunda reimpresión en 1993 ed, España, paidós. <https://goo.su/YRecrui>
- Vásquez, M. (2020). GeoGebra como herramienta para desarrollar procesos de metacognición (UNAE, Ed.) <https://onx.la/6ad39>

ACERCA DEL AUTOR

José Glorioso Rojas Araujo. Maestro en Informática y Tecnología Educativa. Abogado especializado en Derecho Contencioso Administrativo. Participación en congresos a nivel nacional e internacional. Docente de matemática en la I.E "San Marcelino Champagnat" – Cajamarca, Perú.