

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,
Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

**EFEECTO DEL USO DE UN
SIMULADOR TOPOGRÁFICO EN EL
RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS
ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL**

**EFFECT OF USING A TOPOGRAPHIC
IMULATOR ON THE ACADEMIC PERFORMANCE
OF CIVIL ENGINEERING STUDENTS**

Christian Francisco Arana Dávila
Universidad Privada del Norte, Perú

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.19683

Efecto del Uso de un Simulador Topográfico en el Rendimiento Académico de los Estudiantes de Ingeniería Civil

Christian Francisco Arana Dávila¹

christard7@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2387-4400>

Universidad Privada del Norte

Perú

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el efecto de la creación y uso de un simulador topográfico en el rendimiento académico de los estudiantes del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca. La investigación siguió un enfoque cuantitativo, teniendo un diseño cuasi-experimental, el estudio se realizó con dos grupos del curso de Topografía II (cada uno de treinta estudiantes): uno *experimental* que utilizó la Estación Total así como el simulador topográfico, y un grupo *control* que solo empleó la Estación Total. Al finalizar la unidad pedagógica correspondiente al uso y manejo de la estación total se aplicó una prueba estandarizada, procesándose los datos mediante estadística descriptiva e inferencial. Los resultados obtenidos muestran una clara diferencia en el rendimiento académico entre los estudiantes del grupo experimental y los del grupo control obteniendo los primero un promedio superior, con lo cual se ha demostrado que el uso de simuladores favorece y fortalece el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Civil.

Palabras clave: simulador topográfico, rendimiento académico, topografía, ingeniería civil

¹ Autor principal.

Correspondencia: christard7@gmail.com

Effect of Using a Topographic Simulator on the Academic Performance of Civil Engineering Students

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the effect of the creation and use of a topographic simulator on the academic performance of students in the fourth cycle of the Civil Engineering program at the Private University of the North - Cajamarca Campus. The research followed a quantitative approach and a quasi-experimental design. The study was conducted with two groups of Topography II students (each consisting of thirty students): an experimental group that used both the Total Station and the topographic simulator, and a control group that used only the Total Station. At the end of the pedagogical unit on the use and operation of the total station, a standardized test was administered, and the data were processed using descriptive and inferential statistics. The results show a clear difference in academic performance between students in the experimental group and those in the control group, with the former obtaining a higher average score. This demonstrates that the use of simulators enhances and strengthens the teaching-learning process of Civil Engineering students.

Keywords: topographic simulator, academic performance, topography, civil engineering

*Artículo recibido 11 agosto 2025
Aceptado para publicación: 13 setiembre 2025*



INTRODUCCIÓN

Este artículo aborda el impacto y efecto del diseño, creación y empleo de un simulador topográfico en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte-Sede Cajamarca (UPN).

El problema de investigación que orienta este trabajo se centra en las limitaciones de la enseñanza tradicional de la Topografía y que están referidas a restricciones de tiempo, disponibilidad de equipos y la dependencia que se tiene a las condiciones climáticas, las cuales afectan el rendimiento académico de los estudiantes.

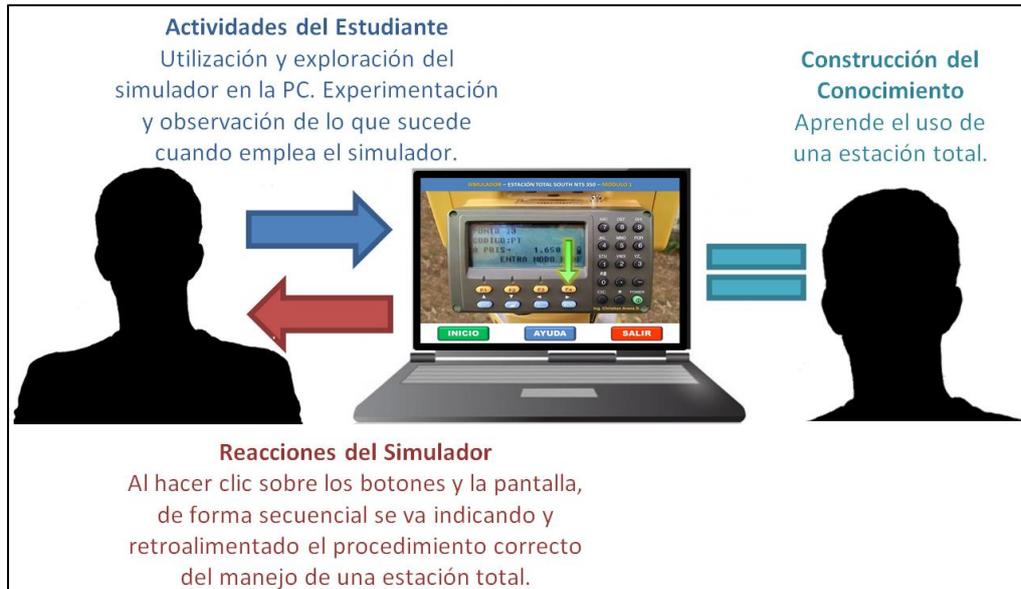
Este vacío plantea la necesidad de buscar estrategias innovadoras, como la simulación, para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de la Topografía así como de otros cursos teóricos-prácticos de la carrera de Ingeniería Civil (Udekwe et al., 2025).

Este estudio es relevante porque la Topografía sigue siendo fundamental en la formación de los ingenieros civiles debido a que proporciona las bases técnicas para el levantamiento, el análisis y la representación del terreno tanto en la fase de diseño como en la fase de ejecución de cualquier proyecto constructivo (Sukel, 2025). Por este motivo se debe buscar soluciones a las limitaciones de la enseñanza de la topografía tradicional, siendo una alternativa el empleo de simuladores (Deshpande y Huang, 2011).

El marco teórico que sustenta esta investigación se basa en los enfoques constructivistas del aprendizaje según los cuales el estudiante construye activamente su propio conocimiento a través de experiencias, la reflexión y la interacción con el entorno, además establecen que las estructuras del pensamiento se construyen por interacción entre las acciones del sujeto y las reacciones del objeto (Schunk, 2012). Teniendo como fundamento esta teoría en la Ilustración 1 se explica el efecto que tiene el uso del simulador topográfico de la estación total en los estudiantes de ingeniería civil.



Figura 1 Efecto del uso del Simulador Topográfico - Aplicación de la Teoría Constructivista.



Respecto a los estudios previos a esta investigación, existen aquellos relacionados con el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito de la educación superior que destacan la eficiencia del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Cabero Almenara y Llorente Cejudo, 2015; Ferro Soto et al., 2009). Así mismo se han realizado estudios que evidencian que los simuladores son herramientas pedagógicas eficaces (Márquez Vizcaya, 2012; Forero Páez, 2015), que además contribuyen a la motivación de los estudiantes, a la adquisición de competencias y a la consolidación de aprendizajes significativos (Salas Perea y Ardanza Zulueta, 1995; Sánchez Botero, 2013).

Sobre la enseñanza de la carrera de Ingeniería Civil hay experiencias previas que destacan los beneficios del uso de simuladores, como por ejemplo el reforzamiento del aprendizaje de contenidos teóricos-prácticos en los estudiantes, así como la posibilidad de replicar situaciones de campo y eventos complejos sin depender de factores externos como disponibilidad de equipos, el clima, etc., lo cual es una gran ventaja pedagógica (Liao et al., 2009; Zhao et al., 2022; An et al., 2023; Kuncoro et al., 2025). En cuanto a la Universidad Privada del norte no se cuenta con estudios anteriores a este en los cuales se evalúe el impacto del uso de simuladores topográficos, siendo ello una razón adicional que justifica la realización del presente estudio y además le otorga un mayor grado de originalidad.

En cuanto al contexto en el cual se realizó este estudio, podemos referir que la Universidad Privada del Norte es una institución educativa privada que cuenta con ocho sedes, siendo una de ellas la de Cajamarca, contando esta entre sus carreras profesionales con la de Ingeniería Civil, siendo esta carrera la de mayor demanda ocupacional en la región al año 2025 y ocupando el tercer lugar de demanda profesional a nivel nacional según el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (s.f). Tomando en cuenta este contexto, la presente investigación pretende contribuir con la mejora de la formación profesional de los futuros ingenieros civiles, aportando metodologías pedagógicas innovadoras.

La hipótesis de la investigación fue que el uso de un simulador topográfico influye de manera significativamente en el rendimiento académico de los estudiantes del cuarto ciclo de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte-Sede Cajamarca; y su objetivo fue en comparación con la metodología tradicional. El objetivo general fue crear un simulador topográfico de la Estación Total South NTS-350, para luego determinar el efecto de su uso en el rendimiento académico de los estudiantes.

METODOLOGÍA

El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo explicativo y con un diseño cuasi-experimental de corte transversal. La población estuvo conformada por estudiantes del curso de Topografía II de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte - Sede Cajamarca, teniéndose dos grupos: el experimental (Grupo A), que utilizó el simulador topográfico así como la estación total real, y el control (Grupo B), que continuó con el método tradicional.

La muestra de la investigación estuvo formada por 30 estudiantes pertenecientes al grupo experimental y por otros 30 estudiantes del grupo control, los cuales fueron elegidos por muestreo no probabilístico e intencional, obteniéndose sus nombres de la lista de matrícula del curso de Topografía II del semestre académico en el que se llevó a cabo la investigación. La técnica de recojo de información documental fue el Fichaje, utilizándose con frecuencia las fichas de registro y las fichas de investigación. Se usaron pruebas y rúbricas como técnicas de campo para evaluar el aprendizaje de los contenidos del curso y verificar el rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental y grupo control.

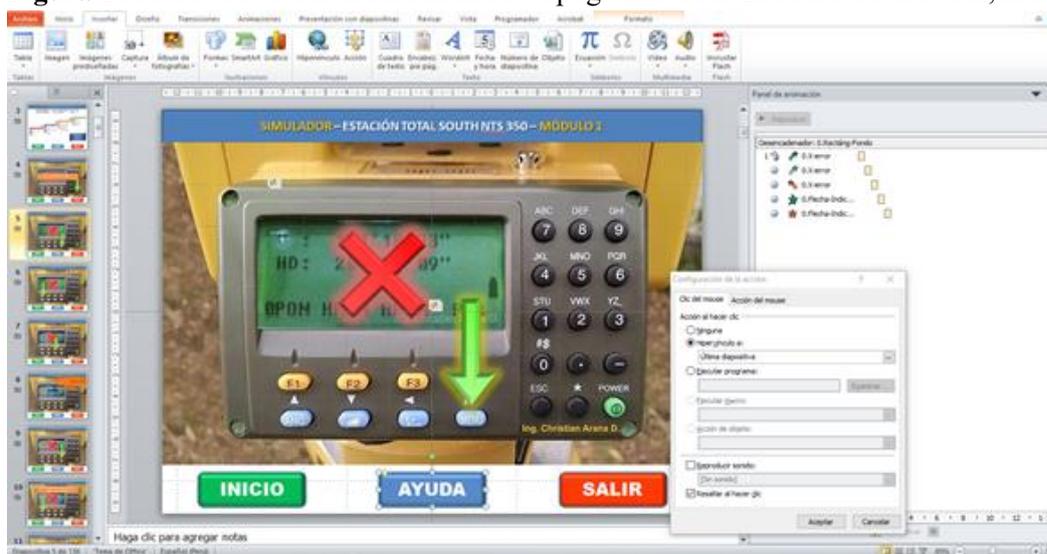


Luego de aplicar las evaluaciones programadas se realizó un análisis estadístico mediante medidas de tendencia central, dispersión y prueba t de Student para comparar promedios del grupo experimental y del grupo control, para ello se empleó el software IBM SPSS Statistics.

En cuanto a las consideraciones éticas, se obtuvo la autorización de la facultad de Ingeniería Civil de la Sede de Cajamarca de la Universidad Privada del Norte, así como el consentimiento informado de los estudiantes, garantizando el anonimato y confidencialidad de la información.

Para llevar a cabo esta investigación se diseñó y creó un simulador topográfico de la Estación Total South, modelo NTS-350. Este simulador está disponible en línea en el blog “CHR7-Ingeniería Civil y más” (<https://chr7ingcivil.blogspot.com/>) y está hecho en el software Microsoft PowerPoint debido a su interfaz sencilla y para que su uso no esté limitado al sistema operativo Windows PC sino también esté disponible en otros sistemas operativos como: Mac Os, Linux, Android, iOS, etc.

Figura 2 Proceso de creación del simulador topográfico de la Estación Total South, modelo NTS-350



En el proceso de diseño y creación del simulador topográfico se tomaron fotografías de la pantalla del equipo real (137 fotos), se prepararon escenarios, se insertaron: botones de acción, formas e hipervínculos, y se crearon animaciones interactivas. El simulador está constituido por un total de ciento treinta y seis (136) diapositivas de las cuales la primera es una diapositiva de “Bienvenida” y la final una de “Ayuda”.

Figura 3 Animación Interactiva para Emular Visualización de prisma con Estación Total South NTS-350

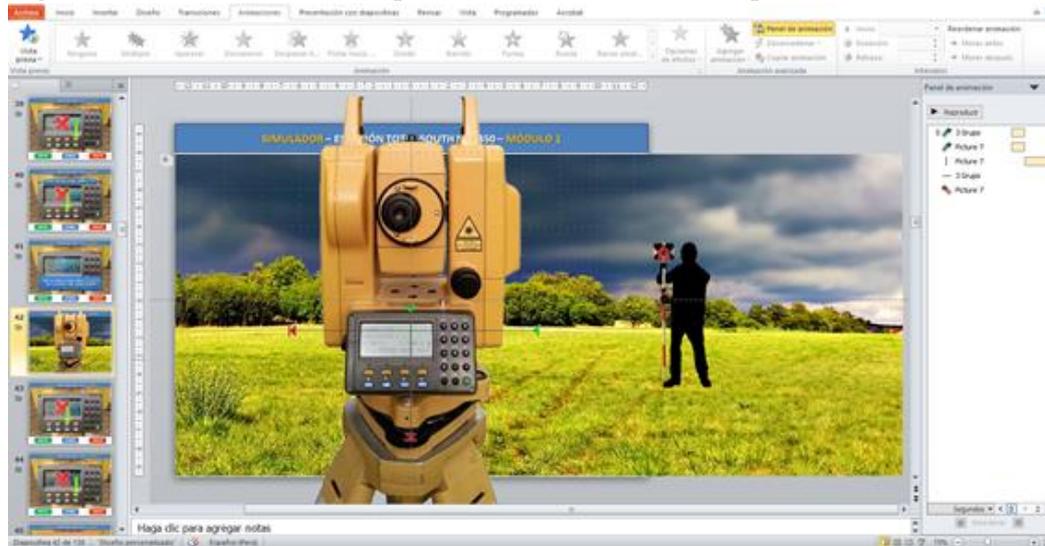
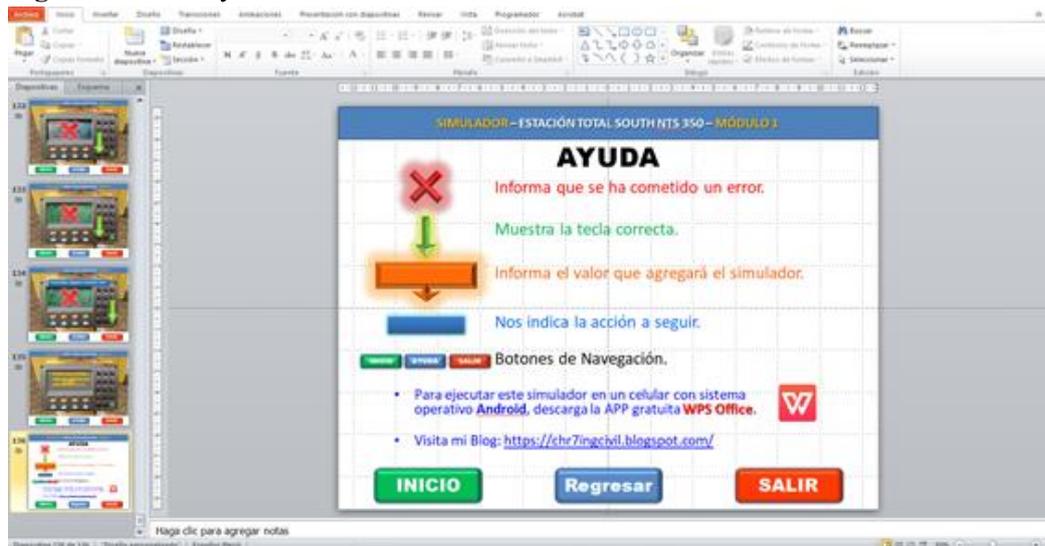


Figura 4 Menú Ayuda del Simulador de la Estación Total South NTS-350



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de aplicar la prueba t de student se realizó la verificación de: Normalidad, Homogeneidad de Varianzas e Independencia, obteniéndose los siguientes resultados:

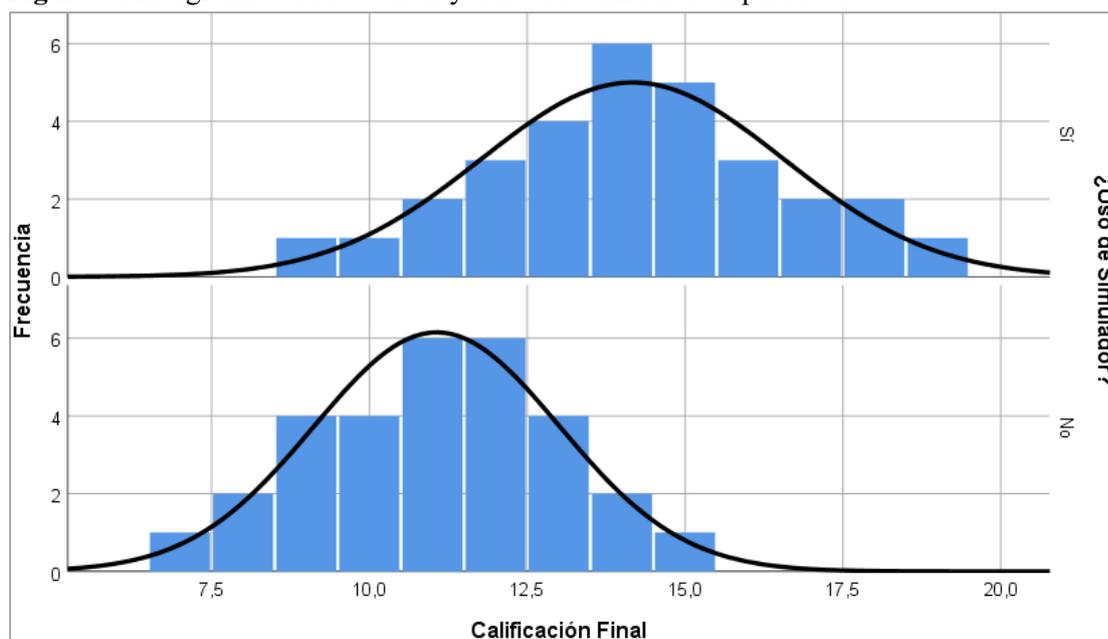
Normalidad: los *p-valor* obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilk para las muestras de los grupos de estudiantes que Sí usaron y No el simulador topográfico son respectivamente 0.894 y 0.684, ambos mayores a 0.05, por consiguiente, con un nivel de confianza de 95% se acepta la Hipótesis Nula para esta prueba, es decir que las distribuciones de las muestras son normales.

Tabla 1 Pruebas de normalidad

¿Uso de Simulador?		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Calificación Final	Sí	0.983	30	0.894
	No	0.975	30	0.684

Nota. Tabla generada con el software IBM SPSS Statistics.

Figura 5 Histogramas de Frecuencia y Curvas Normales Comparativas



Nota. Figura generada con el software IBM SPSS Statistics.

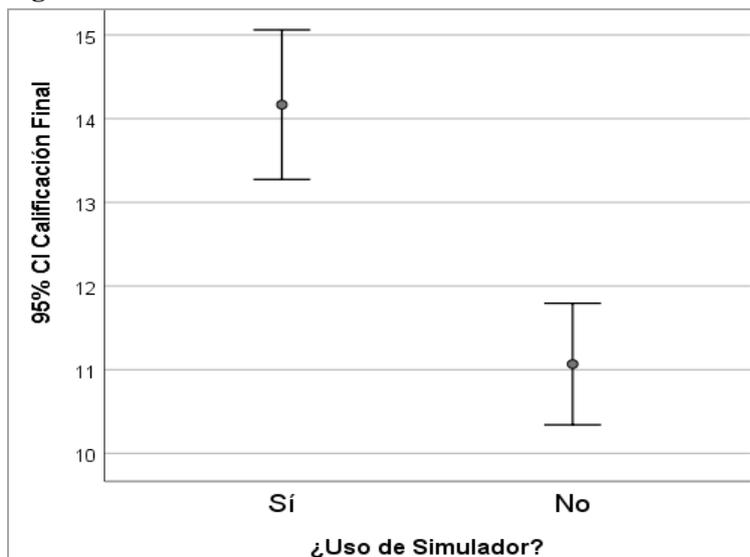
Homogeneidad de Varianzas: El *p*-valor obtenido del Test de Levene es igual a 0.362, mayor a 0.05, por consiguiente, con un nivel de confianza de 95% se acepta la Hipótesis Nula de este test, es decir que las varianzas de las calificaciones de los dos grupos son estadísticamente homogéneas.

Tabla 2 Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Calificación Final	Se basa en la media	0.842	1	58	0.362

Nota. Tabla generada con el software IBM SPSS Statistics.

Figura 6 Gráfico de Barras de Error



Nota. La homogeneidad de las varianzas se observa en el tamaño aparentemente iguales de las barras de error. Figura generada con el software IBM SPSS Statistics.

Independencia: La investigación se aplicó a dos grupos del curso de Topografía II cuyos integrantes no pueden pertenecer a ambos grupos y por tanto son independientes unos de otros en el proceso Enseñanza-Aprendizaje.

Probado los supuestos de Normalidad, Homogeneidad de Varianzas e Independencia se procede a aplicar la prueba t de Student para muestras independientes, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 3 Estadísticas de grupos

¿Uso de Simulador?	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Calificación Sí	30	14.17	2.394	0.437
Final No	30	11.07	1.946	0.355

Nota. Tabla generada con el software IBM SPSS Statistics.

Tabla 4 Prueba t para la igualdad de medias

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
						Inferior	Superior	
Calificación Final	Se asumen varianzas iguales	5.504	58	8.83E-07	3.100	0.563	1.972	4.228
	No se asumen varianzas iguales	5.504	55.684	9.75E-07	3.100	0.563	1.971	4.229

Nota. Tabla generada con el software IBM SPSS Statistics.



De la tabla anterior y asumiendo que las varianzas son iguales se obtiene el *p-valor* para la prueba *t de Student* para muestras independientes, siendo este valor igual a 8.83E-07, que es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza la Hipótesis Nula para esta prueba, y por el contrario con un nivel de confianza de 95% se acepta la Hipótesis alternativa o de diferencia, en conclusión las medias de las muestras son significativamente distintas, y por lo tanto “El uso del simulador topográfico si influye de manera significativa en el rendimiento de los estudiantes” de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte de la Sede Cajamarca.

Estos resultados se alinean con lo señalado por Sánchez Botero (2013), quien sostiene que la simulación potencia el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Civil.

Los resultados obtenidos corroboran que: los simuladores son herramientas pedagógicas eficaces para la enseñanza de asignaturas técnicas en ingeniería (Márquez Vizcaya, 2012; Forero Páez, 2015), que la simulación permite complementar la teoría con experiencias prácticas y a su vez ello reduce las limitaciones de la enseñanza tradicional de la Topografía (Udekwe et al., 2025).

La motivación observada en los estudiantes del grupo experimental coincide con lo señalado por investigaciones recientes, que destacan cómo los simuladores y la gamificación aumentan la implicación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje (Gamarra, et al., 2022). En Ingeniería Civil, este efecto resulta relevante, dado que el aprendizaje práctico constituye un pilar fundamental de la formación profesional (Ilbeigi et al., 2023).

Asimismo, se confirma lo propuesto por experiencias que aplican la simulación como recurso central en la formación en ingeniería, donde se reportan mejoras tanto en competencias técnicas como en trabajo colaborativo (Di Nardo et al., 2024; Arriagada y Sandoval, 2024). Estas evidencias refuerzan la pertinencia de integrar la simulación en programas de Ingeniería Civil como estrategia sostenible de innovación educativa (Zhao et al., 2022).



CONCLUSIONES

El uso del simulador topográfico tuvo un efecto positivo y significativo en el rendimiento académico de los estudiantes del curso de Topografía II, reafirmando de esta manera la importancia que tiene la implementación de innovaciones educativas, como es el caso de uso de simuladores, en la formación académica de los Ingenieros Civiles en las Universidades (Jato-Espino et al., 2024).

Se recomienda se siga realizando investigaciones sobre el impacto positivo que tienen los simuladores en el proceso enseñanza-aprendizaje de la carrera de Ingeniería Civil (Campos et al., 2020).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda que otros docentes de topografía puedan emplear el simulador de la Estación Total South, modelo NTS-350, desarrollado en el presente estudio. También sería apropiado que las Universidades promuevan en sus docentes de asignaturas teórico-prácticas el uso de simuladores (Cuenca Marcano et al., 2025).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- An, D., Deng, H., Shen, C., Xu, Y., Zhong, L., y Deng, Y. (2023). Evaluation of Virtual Reality Application in Construction Teaching: A Comparative Study of Undergraduates. *Applied Sciences*, 13(10), 6170. <https://doi.org/10.3390/app13106170>
- Arriagada, A. S. y Sandoval, F. (2024). Diseño y validación de un plan didáctico para la Facultad de Ingeniería en una institución de educación superior del sur de Chile. *Revista Electrónica de Investigación en Docencia Universitaria*, 5(1), 164-199. <https://doi.org/10.54802/r.v5.n1.2023.126>
- Cabero Almenara, J., y Llorente Cejudo, M. C. (2015). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): escenarios formativos y teorías del aprendizaje. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(2), 186-193. <https://idus.us.es/items/f91d3cb2-ce70-47b2-9cab-bd643df3447a>
- Campos, N., Nogal, M., Caliz, C. y Juan, A. A. (2020). Simulation-based education involving online and on-campus models in different European universities. *Int J Educ Technol High Educ*, 17(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-0181-y>



- Cuenca Marcano, M. del P., Mizrachi Cohén, S., Banezca Lucas, G. y Villegas Vera, J. (2025). Herramienta para la resolución y simulación de problemas físicos sobre choques en una y dos dimensiones con fines de uso didáctico e interactivo. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (31), 169-193. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.21499>
- Deshpande, A.A. y Huang, S.H. (2011), Simulation games in engineering education: A state-of-the-art review. *Computer Applications in Engineering Education*, 19(3), 399-410. <https://doi.org/10.1002/cae.20323>
- Di Nardo, V., Fino, R., Fiore, M., Mignogna, G., Mongiello, M. y Simeone, G. (2024). Usage of Gamification Techniques in Software Engineering Education and Training: A Systematic Review. *Computers*, 13(8), 196. <https://doi.org/10.3390/computers13080196>
- Ferro Soto, C., Martínez Serna, A. I., y Otero Neira, M. C. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EduTec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (29), a119. <https://doi.org/10.21556/edutec.2009.29.451>
- Forero Páez, Y. (2015). *Empleo de la simulación como estrategia de enseñanza en ingeniería industrial de la Universidad Autónoma de Manizales UAM* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58965>
- Gamarra, M., Dominguez, A., Velázquez, J. y Páez, H. (2022). A gamification strategy in engineering education - A case study on motivation and engagement. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(2), 472-482. <https://doi.org/10.1002/cae.22466>
- Ilbeigi, M., Bairaktarova, D. y Morteza, A. (2023). Gamification in Construction Engineering Education: A Scoping Review. *Journal of Civil Engineering Education*, 149(2), 04022012. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.2643-9115.0000077](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.2643-9115.0000077)
- Jato-Espino, D., Vila-Cortavitarte, M., Rodriguez-Hernandez, J. y Castro-Fresno, D. (2024). Gamification as a Tool to Improve Educational and Training Outcomes in Civil Engineering. *Journal of Civil Engineering Education*, 150(4), 03124001. <https://doi.org/10.1061/JCEECD.EIENG-1962>



- Kuncoro, T., Ichwanto, M. A., y Dwiyanto, F. A. (2025). Immersive learning through virtual reality for civil engineering education. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 44(1), 92–101.
<https://doi.org/10.21831/cp.v44i1.50351>
- Liao, C.-F., Liu, H. X., y Levinson, D. M. (2009). Simulating Transportation for Realistic Engineering Education and Training: Engaging Undergraduate Students in Transportation Studies. *Transportation Research Record*, 2109(1), 12-21. <https://doi.org/10.3141/2109-02>
- Márquez Vizcaya, Z. J. (2012). La simulación como estrategia didáctica en el aprendizaje y la resolución de problemas lógicos. *Educación y Humanismo*, 14(22), 150-160.
<http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/educacion/article/view/2254>
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (s.f.). *Publicaciones especiales*. Recuperado el 1 de marzo de 2025, de <https://www2.trabajo.gob.pe/promocion-del-empleo-y-autoempleo/informacion-del-mercado-de-trabajo/publicaciones-especiales/>
- Salas Perea, R. S. y Ardanza Zulueta, P. (1995). La simulación como método de enseñanza y aprendizaje. *Educación Médica Superior*, 9(1), 3-4.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21411995000100002&lng=es&tlng=es
- Sánchez Botero, T. (2013). *Aplicación de la realidad virtual en la enseñanza de la ingeniería de construcción* (Tesis de Maestría, Universidad EAFIT, Facultad de Ing. Civil).
<https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/2861>
- Schunk, D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva Educativa* (L. E. Pineda Ayala, & M. E. Ortiz Salinas, Trads.; 6.ª ed.). Pearson Educación.
- Sukel, K. (2025, enero 14). *As surveying advances, civil engineers reap benefits*. *Civil Engineering Source*. American Society of Civil Engineers. Recuperado de <https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/article/2025/01/14/as-surveying-advances-civil-engineers-reap-benefits>
- Udekwe, D., Bolkas, D., Ozguven, E.E., Moses, R., y Guo, Q. (2025). VRISE: A Virtual Reality Platform for Immersive and Interactive Surveying Education. ArXiv, abs/2507.22810.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2507.22810>



Zhao, W., Liu, L. y Zhang, W. (2022). The teaching practice reform based on virtual simulation technology: Taking the course of "Civil Engineering Construction Technology" as an example. En *Proceedings of the 2022 5th International Conference on Humanities Education and Social Sciences (ICHESS 2022)* (pp. 1340–1346). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-2-494069-89-3_153

