



Recibido: 23/abril/2024 Aceptado: 18/diciembre/2024

GeoGebra 3D, una herramienta significativa de diseño para la coordinación modular (Original)

GeoGebra 3D, a significant design tool for modular coordination (Original)

Jorge Luis Montero Bizet. *Licenciado en Educación en la Especialidad de Matemática-Física. Profesor Asistente. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.*

[jorge.monterob@uo.edu.cu] [<https://orcid.org/0000-0002-8911-4471>]

Victor Fabián Quintero Vidal. *Estudiante de la Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.*

[victorfabianquinterovidal@gmail.com] [<https://orcid.org/0009-0004-4021-0480>]

Yasmin Zaldivar Montes de Oca. *Estudiante de la Facultad de Ingeniería Química y Agronomía. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.*

[yasmin.zaldivar@estudiantes.uo.edu.cu] [<https://orcid.org/0000-0002-5160-1290>]

Resumen

La coordinación modular es un enfoque de diseño que se basa en el uso de unidades de medida estandarizadas para facilitar la construcción y el ensamblaje de varios componentes. Para aprovechar los beneficios de la coordinación modular, los diseñadores necesitan herramientas que les permitan visualizar, modelar y analizar estructuras modulares en tres dimensiones. En la Universidad de Oriente, los estudiantes de Arquitectura y Urbanismo realizan estos diseños con medios tradicionales. El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un procedimiento para la aplicación del software GeoGebra 3D como herramienta de diseño significativa para la coordinación modular. Se realizó una revisión bibliográfica para identificar la estrategia metodológica más utilizada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática para arquitectos. Se entrevistó a los docentes con el propósito de conocer las técnicas que se utilizan para la orientación y tratamiento de las tareas de coordinación modular. Se efectuó un taller denominado “GeoMódulo” para demostrar la utilidad del GeoGebra 3D para realizar tareas relacionadas con el diseño de formas en el espacio. Los estudiantes realizaron un trabajo integrador donde utilizaron GeoGebra 3D para diseñar estructuras tridimensionales. Esta tarea permitió comprobar que los estudiantes asimilaban los conocimientos impartidos en el taller. La experiencia logró la integración de las TIC y fomentó la relación interdisciplinaria de la Matemática y las disciplinas básicas de la carrera Arquitectura y Urbanismo; asimismo, elevó la



motivación de los estudiantes hacia el estudio de contenidos matemáticos y la aplicación de la tecnología investigativa.

Palabras clave: coordinación modular; arquitectura; diseño; GeoGebra 3D; estructuras tridimensionales

Abstract

Modular coordination is a design approach that relies on the use of standardized units of measurement to facilitate the construction and assembly of different components. To take advantage of the benefits of modular coordination, designers need tools that allow them to visualize, model, and analyze modular structures in three dimensions. At Oriente University, students majoring in Architecture and Urban Planning create these designs with traditional means. The objective of this work is to develop a procedure for the application of GeoGebra 3D software as a significant design tool for modular coordination. A bibliographic review was carried out to identify the methodological strategy most common in the teaching-learning process of Mathematics for architects. Teachers were interviewed to learn about the techniques used for the orientation and treatment of modular coordination tasks. A workshop called “GeoModulo” was held to demonstrate the usefulness of GeoGebra 3D to perform tasks related to the design of shapes in space. The students carried out integrative work where they used GeoGebra 3D to design three-dimensional structures. This task allowed us to verify that the students assimilated the knowledge taught in the workshop. The experience achieved the integration of ICTs and fostered the interdisciplinary relationship of Mathematics and basic disciplines of Architecture and Urbanism careers. It increased the motivation of students towards the study of mathematical content and the application of investigative technology.

Keywords: modular coordination; architecture; design; GeoGebra 3D; three-dimensional structures

Introducción

Desde la antigüedad la necesidad ha provocado que el hombre lleve a cabo acciones con el fin de mejorar su estilo de vida. Satisfacer las exigencias de las distintas esferas de la sociedad demanda de la creación y perfeccionamiento de técnicas para agilizar y garantizar el trabajo en las distintas ramas de la ciencia de elevado impacto social. En este sentido, “La arquitectura es una herramienta para transformar las ciudades, su economía, sus dinámicas sociales, su futuro” (Peña, 2016, p.1). De igual modo se observa también que



El progreso y la historia que envuelve la arquitectura está direccionada a la necesidad del ser humano en conseguir un refugio o cobijo, en un contexto lleno de peligros ya sean naturales, como las contingencias del clima o antrópicos, que son causados por la misma especie. (Bermejo, 2023, p.11).

La diversidad entre clases sociales, culturas, condiciones sociales y otros factores exige la creación de estructuras con distintas características arquitectónicas. Hoy en día la reducción de los espacios disponibles para construcciones, la complejidad de algunos diseños industriales, así como la dificultad del traslado de los materiales constructivos requiere del empleo de la coordinación modular en los diseños. Para Jense (2015, citado por Vargas-Mosqueda et al., 2023), “el diseño de edificaciones industrializadas requiere de una coordinación modular entre las dimensiones de los espacios y las dimensiones de los componentes constructivos” (p. 9). La coordinación modular es un sistema que simplifica y coordina las dimensiones de los elementos de construcción destinados a ser ensamblados. Permite lograr un máximo de eficiencia en los procesos de diseño y construcción de los edificios mediante medidas comunes y sus múltiplos. “Utiliza tres herramientas básicas que permiten lograr la compatibilidad en las tres instancias: diseño, fabricación y montaje de los componentes constructivos” (Gauna et al., 2023, p. 6).

Garantizar que los nuevos arquitectos dominen el uso de técnicas como la coordinación modular es una meta indispensable para asegurar la solución de futuras problemáticas con el diseño de estructuras. Una de las asignaturas que cumple un rol fundamental en la creación de habilidades para la modulación es la Matemática. La composición de un espacio requiere de la articulación de los conceptos más rigurosos y metodológicos de la Matemática (Pagnutti et al., 2023).

Independientemente de la utilidad de las distintas herramientas de esta asignatura para los arquitectos no se puede pensar en la creación de una infraestructura sin conocer todas las aristas que proporciona la geometría. Esta es, en la arquitectura, la parte que le brinda la forma y escala a cada espacio (Herrera, 2021). Además, es indispensable para la comprensión de asignaturas propias de la carrera como Diseño y Expresión Gráfica. En la Universidad de Oriente, ubicada en Santiago de Cuba estas materias “utilizan técnicas de creación a partir de la conformación, representación y presentación de proyectos donde se emplee la modulación utilizando medios tradicionales como el lápiz y el papel” (Crespo, 2007, p. 3).



El creciente desarrollo tecnológico existente hoy a nivel mundial ha posibilitado la sustitución de métodos tradicionales para facilitar el trabajo en todas las ramas de la ciencia. El uso de ordenadores y softwares como medios para realizar las técnicas de creación garantizan la rapidez y calidad de los resultados. Para Ayarde y Hernani (2022) “Los programas gráficos permiten reducir tiempo de trabajo durante la creación y expresión de diseños creativos. En especial, los programas de diseño 3D constituyen una herramienta que garantiza una optimización de los procesos de construcción” (p. 2).

El empleo de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) “promueve en los estudiantes su pensamiento constructivo y les permite, al mismo tiempo, trascender sus limitaciones cognitivas” (Peña & Rojas, 2019, p. 4). La Matemática es una de las ciencias que cuenta con un amplio arsenal de herramientas informáticas para su análisis y comprensión, como refieren Aguilar et al. (2023): “En la actualidad existen diferentes tipos de softwares que permiten la interacción, la creación y la manipulación de algunos objetos matemáticos tales como *Matlab*, *GeoGebra*, *Cabri Geometre*, *Octave*, entre otros” (p. 17). De igual modo Pena et al. (2024) refiere que “El software Geogebra destinado a la enseñanza de las Matemáticas se ha convertido en uno de los recursos más potentes proporcionados por la tecnología en el campo de las ciencias” (p. 5).

En los últimos años el Ministerio de Educación en Cuba ha implementado el uso del GeoGebra para la resolución de problemas matemáticos desde la enseñanza media. GeoGebra “es un software gratuito y de licencia libre y ofrece aprender matemática a partir de la exploración y experimentación” (Bayés & Costa, 2023, p. 1). Al decir de González et al. (2020) “Es un programa que mezcla la geometría con el álgebra. Permite realizar construcciones, con la ventaja de poder mover los puntos de la construcción y observar sus invariantes y características” (p. 3). Para Morales (2021, citado por Pena et al., 2024) “su vista gráfica 3D proporciona un sinfín de posibilidades para trabajar con cuerpos geométricos, permitiendo a los estudiantes explorar de manera dinámica y visual los conceptos matemáticos antes considerados más abstractos” (p. 2).

Para Garelik (2020, citado por Montero et al., 2023):

El empleo de softwares de diseños 3D en la profesión de Arquitectura en Cuba y principalmente desde la asignatura de Matemática resulta una necesidad por la estrecha relación directa que tiene la misma en el desarrollo de un acto creativo artístico como es



el diseño de un espacio arquitectónico, donde se describe matemáticamente la superficie involucrada. (p. 2)

El diseño sobre la base de la coordinación modular es esencial para evaluar cualquier proceso inversionista que se desee lograr para el beneficio de la sociedad. Permite aumentar la calidad y coherencia de proyectos, fomentar el empleo de las TIC para realizar la modulación de proyectos y optimizar la calidad de estos diseños. El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un procedimiento para la aplicación del software GeoGebra 3D como herramienta de diseño significativa para la coordinación modular.

Materiales y métodos

La experiencia se desarrolló durante el periodo octubre-diciembre de 2023 en la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba. Se aplicaron varios métodos con la finalidad de demostrar las potencialidades del software GeoGebra 3D para ser utilizado como herramienta significativa para la coordinación modular. La revisión bibliográfica permitió identificar las estrategias metodológicas utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática para arquitectos. Se realizó una entrevista a los docentes con el propósito de conocer las técnicas que se utilizan para la orientación y tratamiento de las tareas de coordinación modular.

A partir de los métodos aplicados, se logró efectuar un taller denominado “GeoMódulo”. Tuvo como finalidad demostrar la utilidad del GeoGebra 3D para realizar tareas relacionadas con el diseño de formas en el espacio. Estuvo dirigido por un profesor del departamento de Matemática Aplicada de la Universidad de Oriente y contó con la participación de 6 estudiantes de la carrera Arquitectura y Urbanismo.

El desarrollo del taller tuvo dos momentos principales. Primeramente, se desarrolló un encuentro donde el profesor mostró los aspectos teóricos generales que se deben tener en cuenta para el trabajo con el software GeoGebra 3D. También se explicó y ejemplificó las aplicaciones del software en el desarrollo de tareas y actividades básicas de la arquitectura. En la segunda parte se orientó a los estudiantes un trabajo integrador para comprobar la comprensión de los conocimientos impartidos en el seminario y las habilidades adquiridas por ellos al usar el software.

El trabajo integrador tuvo como objetivo general realizar una estructura tridimensional empleando tres poliedros cuya forma y dimensiones apliquen los conceptos de coordinación



modular. Los estudiantes debían entregar un informe constituido por imágenes, fotografías, bocetos, tablas, entre otros recursos utilizados para dar respuesta a las siguientes tareas:

- Elaborar bocetos de estructuras visuales tridimensionales compuestas por elementos planos y/o lineales observando los principios de composición en el espacio.
- Realizar una pancarta que refleje la idea que se quiere materializar.
- Realizar el diseño de la estructura tridimensional en el GeoGebra 3D. Elaborar una tabla donde se describa el procedimiento seguido para el diseño.
- Elaborar una maqueta de la estructura.

Análisis y discusión de los resultados

Luego de realizada la revisión bibliográfica, se detectó que la estrategia metodológica más utilizada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática para arquitectos es el taller. En la enseñanza de la arquitectura el uso de las estrategias metodológicas, como los talleres verticales y los talleres horizontales, propone un espacio de aprendizaje teórico-práctico privilegiado. En ellos se trabaja simultáneamente para integrar los conocimientos educativos y arquitectónicos. Promueve el ejercicio de la escena realista profesional poniendo énfasis en el trabajo colectivo y colaborativo en el diseño arquitectónico para crear comprensión y conciencia en los futuros profesionales (Bermejo, 2023). La entrevista realizada a los docentes mostró que en la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Oriente la modulación se realiza utilizando medios tradicionales como el lápiz y el papel.

Durante el desarrollo de la primera parte del taller, se pudo comprobar que los estudiantes de Arquitectura y Urbanismo no poseían conocimientos del software Geogebra 3D y sus usos para modulación. Se mostraron algunos diseños arquitectónicos obtenidos en el mundo con el empleo de softwares. Se desarrolló un fructífero debate relacionado con la importancia del uso de softwares para la carrera de Arquitectura y Urbanismo.

Las Figuras 1 y 2 muestran el boceto y la pancarta entregados por los estudiantes en el informe del trabajo integrador. Los estudiantes siguieron un procedimiento de trabajo (Tabla 1) que les permitió diseñar la estructura en el GeoGebra 3D (Figura 3). El desarrollo de esta tarea permitió comprobar que los estudiantes asimilaron los conocimientos impartidos en el taller. La maqueta obtenida (Figura 4) cumplió con los principios de la composición de la forma en el espacio.



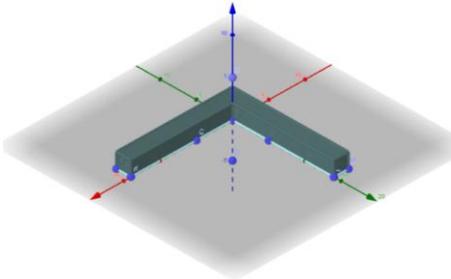
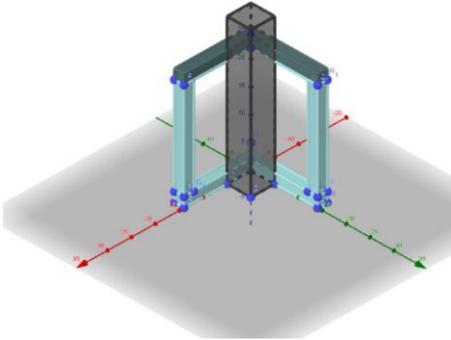
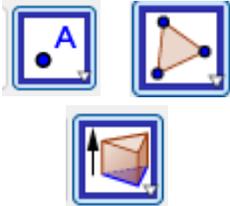
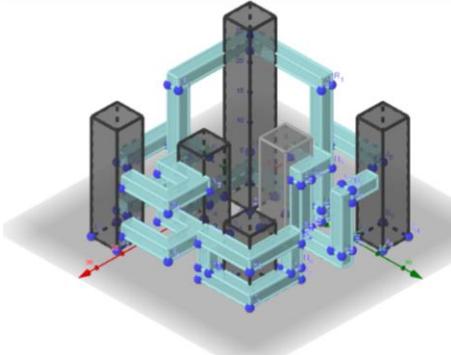
Herramientas del GeoGebra 3D	Descripción del uso de la herramienta	Visualización
<p>Punto, Polígono, Prisma o cilindro desde su base</p>	<p>Con la herramienta punto y polígono se crea la base de la primera estructura. Con la herramienta prisma se realiza el levantamiento introduciendo la altura deseada.</p>	
<p>Punto, Polígono, Prisma o cilindro desde su base</p>	<p>Repetir el procedimiento anterior hasta crear todas las estructuras presentes en el boceto.</p>	
	<p>Utilizar la opción propiedades para agregar colores y formas que aumenten la visibilidad de las estructuras</p>	

Tabla 1. Procedimiento para diseñar las estructuras visuales tridimensionales

Fuente: realizada por los estudiantes



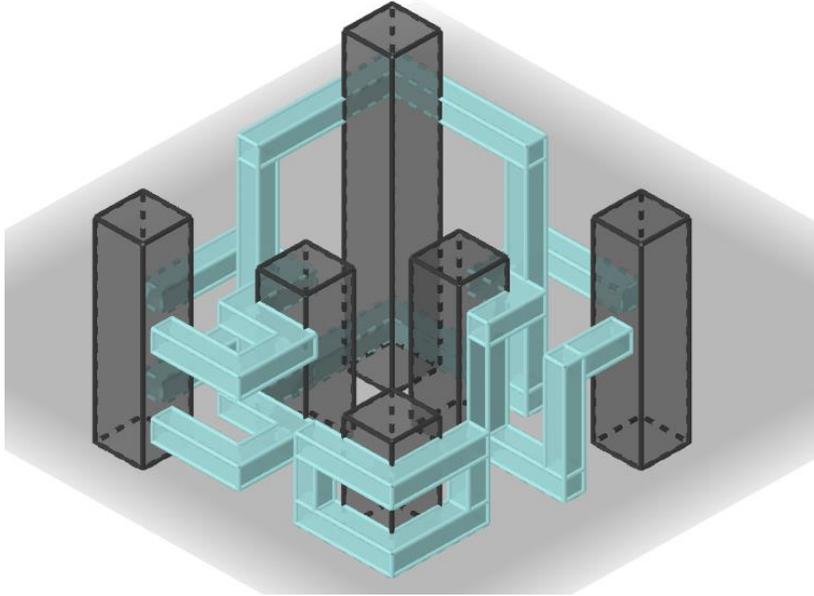


Figura 3. Diseño de la estructuras tridimensionales en el GeoGebra 3D
Fuente: realizada por los estudiantes



Figura 4. Maqueta de estructuras visuales tridimensionales
Fuente: realizada por los estudiantes.



El GeoGebra hoy es utilizado por diversos docentes e investigadores como una potente herramienta para la enseñanza aprendizaje. Bayés y Costa (2023) presentan recursos educativos creados para su utilización GeoGebra en dispositivos móviles. Estos ofrecen una forma interactiva, visual y portátil de explorar y comprender conceptos matemáticos. Aguilar et al. (2023) construyen “un recurso digital para la asignatura de cálculo multivariable, el cual logra la integración del software GeoGebra con la plataforma de aprendizaje Moodle” (p. 1). Estrada et al. (2022) utilizan “GeoGebra como medio articulador de conocimientos matemáticos en la formación matemática de los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Educación Matemática” (p. 1).

Actualmente se exhorta a la implementación de las TIC en la arquitectura. Quirós (2022) identifica la manera en que la aplicación del software influye significativamente en la elaboración de planos de los estudiantes del cuarto ciclo de la carrera de Arquitectura. Martínez et al. (2020) analiza los procesos de enseñanza que requieren el uso de las TIC en Gestión de la Construcción de Proyectos Arquitectónicos. Además, estudia su incidencia en el desempeño académico y prácticas profesionales de los estudiantes. Ayarde & Hernani (2022), a través de su investigación, promueven la implementación de técnicas innovadoras y tecnologías de Programas Gráficos calificados y necesarios para la expresión y creación de diseños arquitectónicos.

Conclusiones

El procedimiento desarrollado para la aplicación del software GeoGebra 3D como herramienta significativa de diseño para la coordinación modular resultó efectivo para la elaboración de planos de los estudiantes del cuarto ciclo de la carrera de Arquitectura, lo que permitió elevar la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje.

La experiencia logró la integración de las TIC y fomentó la relación interdisciplinaria de las Matemáticas y disciplinas básicas de la carrera Arquitectura y Urbanismo. Elevó la motivación de los estudiantes hacia el estudio de contenidos matemáticos, la aplicación de la tecnología investigativa y el interés hacia el desarrollo de investigaciones encaminadas a la resolución de problemáticas locales.



Referencias bibliográficas

- Aguilar, J. F., Ospina, Y. T., & Jiménez, W. A. (2023). Integración de GeoGebra con Moodle para la construcción de recursos digitales en Matemáticas. *Academia y Virtualidad*, 16(1), 13-29. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/5654/5455>
- Ayarde, M. T., & Hernani, A. N. (2022). Los programas gráficos como una opción para la expresión y creación en diseño arquitectónico. *Ciencia Sur*, 7(9), 7-22. <https://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ciencia-sur/article/view/1435>
- Bayés, A., & Costa, V. A. (2023). Recursos educativos en GeoGebra para su uso en dispositivos móviles. *Unión-Revista Iberoamericana De Educación Matemática*, 19(68), 1-9. <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/1523/1178>
- Bermejo, A. J. (2023). *Criterios de diseño y estrategias metodológicas para la enseñanza de la carrera de arquitectura en la ciudad de Trujillo–2023* [Tesis de Maestría, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/134483>
- Crespo, V. (2007). ¿Cómo emplear el software libre en la arquitectura y el diseño? *Arquitectura y Urbanismo*, 28(2), 92-95. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376839852016>
- Estrada, M. R., Rodríguez, C., & Cala, E. (2022). La aplicación del GeoGebra en el plan de estudio E de la carrera de Licenciatura en Educación Matemática. *Roca: Revista Científico-Educacional de la Provincia de Granma*, 18(1), 20-40. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/2855/5801>
- Gauna, M. M., Ambos, B., Manassi, S., Demetrio, V., & Morán, R. G. (2023). Nodo de trasbordo para la ciudad de Corrientes. Análisis del prototipo industrializado para la estación intermodal de transporte. *ADNea* (10), 124-136. <https://doi.org/10.30972/adn.0106362>
- González, P. F., Román, Y. G., & García, C. A. (2020). La utilización del asistente informático Geogebra en la asignatura matemática básica. (Original). *Roca. Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 16(1), 1138-1150. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/1898/3523>
- Herrera, R. A. (2021). *Análisis de la reutilización de contenedores a través del diseño modular de espacios residenciales* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/114935>
- Martínez, C., Castro, C., Rocha, D. E., & Nieto, I. (2020). Uso de las TIC en Arquitectura: experiencia de un programa tecnólogo de la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. *Módulo Arquitectura CUC*, 25(1), 67-84. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.25.1.2020.03>
- Montero, J. L., Zaldívar, Y., Quintero, V. F., Sarmiento, M. A., Serrano, E., & Rodríguez, H. (2023). El GeoGebra 3D como herramienta de autoformación para el diseño arquitectónico. *Revista Tecnología Educativa*, 8(1), 17-23. <https://core.ac.uk/download/599191552.pdf>
- Pagnutti, L. N., Velázquez, F. J., Líbano, M. S., Martos, D. L., & Fileni, M. (2023). *Revalorización de las secciones cónicas y cuádricas en la proyección arquitectónica y su funcionalidad en el diseño*. XII Encuentro de Docentes de Matemática en Carreras de Arquitectura y Diseño de Universidades Nacionales del Mercosur (EMAT), Santa Fe. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/159995>
- Pena, M., Urure, L. G., & Domínguez, D. (2024). Programa visualización gráfica con GeoGebra para estudiantes de ingeniería. *Revista de Climatología Edición Especial Ciencias Sociales*, 24, 465-473. DOI: 10.59427/rccli/2024/v24cs.465-473



- Peña, L. G., & Rojas, O. J. (2019). Aprendizaje de curvas y superficies de nivel para generalizar familias de secciones cónicas y de superficies cuádricas (Original). *Roca. Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 15(3), 1-12.
<https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/923/1754>
- Peña, M. L. (2016). La arquitectura como una oportunidad de transformar el mundo a través del estudio de las necesidades de su sociedad y de la forma en la que esta vive en él. *Sociedad y utopía: Revista de ciencias sociales* (47), 346-354.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5835319>
- Quirós, F. M. (2022). *La aplicación del software CAD en la elaboración de planos de la carrera de Arquitectura en la Universidad Nacional de Ingeniería en el año 2020* [Tesis de grado, Instituto para la calidad de la educación].
<https://hdl.handle.net/20.500.12727/10042>
- Vargas-Mosqueda, M., Saelzer-Fuica, G., Pereira, M., Navarro-Ortiz, A., & García-Alvarado, R. (2023). Criterios de estandarización modular aplicados en edificaciones multi-residenciales de madera contralaminada (CLT). *Revista Ingeniería de Construcción*, 38(1), 186-197. <http://dx.doi.org/10.7764/ric.00061.21>

