

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN GATO MECÁNICO TIPO TIJERA MOTORIZADO COMO EXPERIENCIA PEDAGÓGICA EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA.

Design and Construction of a Motorized Scissor-Type Mechanical Jack as a Pedagogical Experience in Mechanical Engineering Education.

Isaac Alfaro Marengo. Universidad de La Guajira (Colombia)

Luis André Epiayú Universidad de La Guajira (Colombia)

Sebastián Mora. Universidad de La Guajira (Colombia)

Lao Marx Barrios. Universidad de La Guajira (Colombia)

Nicolas Andrés Penaranda Mikan. Universidad de La Guajira (Colombia)

Fecha recepción: 11/01/2026 - Fecha aceptación: 27/02/2026

RESUMEN

La formación en ingeniería mecánica exige la articulación efectiva entre teoría normativa técnica y aplicación práctica; en este contexto, el presente trabajo describe una experiencia pedagógica desarrollada en la asignatura Dibujo Mecánico I, en un programa de Ingeniería Mecánica, basada en el diseño, modelado y construcción de una maqueta funcional de un gato mecánico tipo tijera, inicialmente manual y posteriormente transformado en un sistema electro-mecánico mediante la integración de un motor eléctrico. La experiencia se fundamentó en el aprendizaje basado en proyectos, incorporando el uso de software CAD (SolidWorks), la aplicación de normas ISO, el análisis básico de transmisión de movimiento y la construcción física del prototipo. Los resultados evidencian el fortalecimiento de competencias técnicas, el desarrollo de habilidades de trabajo colaborativo y una comprensión más profunda del funcionamiento de mecanismos de elevación, así como de los procesos de innovación incremental en ingeniería. Se concluye que este tipo de experiencias contribuye significativamente a la formación integral del estudiante, al vincular el conocimiento teórico con situaciones reales de diseño y construcción.

PALABRAS CLAVE

Experiencia pedagógica, aprendizaje basado en proyectos, ingeniería mecánica, dibujo mecánico, innovación educativa.

ABSTRACT

Engineering education requires effective integration between theory, technical standards, and practical application. This paper presents a pedagogical experience developed in the course Mechanical Drawing I, within a Mechanical Engineering program, based on the design, modeling, and construction of a functional scissor jack prototype, initially manual and later converted into an electro-mechanical system through the integration of an electric motor. The experience was structured under a project-based learning approach, incorporating CAD software (SolidWorks), ISO standards application, basic motion transmission analysis, and physical prototype construction. The results show improvements in technical competencies, collaborative work skills, and a deeper understanding of lifting mechanisms and incremental innovation processes in engineering. It is concluded that this type of pedagogical experience significantly contributes to comprehensive engineering education by connecting theoretical knowledge with real design and construction challenges.

KEYWORDS

Pedagogical experience, project-based learning, mechanical engineering education, mechanical drawing, educational innovation.

INTRODUCCIÓN

La educación en ingeniería mecánica enfrenta actualmente el desafío de articular de forma efectiva la teoría con la práctica con el fin de promover aprendizajes significativos que permitan a los estudiantes aplicar el conocimiento técnico a la resolución de problemas reales. Investigaciones recientes coinciden en que los modelos tradicionales centrados en la transmisión pasiva de contenidos resultan insuficientes para el desarrollo de competencias profesionales en ingeniería, especialmente en contextos donde se requiere integrar análisis, diseño y toma de decisiones técnicas (Rea, 2025; Kaipa, 2025). Esta situación se vuelve particularmente crítica en los primeros semestres de formación, cuando los estudiantes construyen las bases conceptuales que condicionarán su desempeño académico y profesional posterior.

En asignaturas iniciales como Dibujo Mecánico la enseñanza suele centrarse en normas de representación gráfica y convenciones técnicas; sin embargo, numerosos estudios han señalado que cuando estos contenidos se abordan de forma aislada, los estudiantes presentan dificultades para comprender su relación con el funcionamiento real de los sistemas mecánicos (Kondo et al., 2023). En este sentido, el dibujo técnico debe concebirse no solo como un ejercicio gráfico, sino como un lenguaje técnico que articula diseño, fabricación y análisis funcional, aspecto que exige enfoques pedagógicos activos y contextualizados.

En sintonía con lo anterior, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se ha consolidado en los últimos años como una estrategia pedagógica eficaz en la educación en ingeniería, al situar al estudiante como protagonista de su propio proceso de aprendizaje, en consecuencia evidencias empíricas reciente indica que el ABP favorece la motivación, el pensamiento crítico y la integración de competencias técnicas y transversales, especialmente cuando se implementa mediante proyectos que simulan problemas reales del ejercicio

profesional (Indayani, 2025). Asimismo, estudios en ingeniería mecánica destacan que los proyectos orientados al diseño y construcción de prototipos permiten una mejor comprensión de conceptos abstractos y fortalecen la conexión entre teoría y práctica.

En este contexto, el uso de herramientas de diseño asistido por computador (CAD) adquiere un papel central. Investigaciones recientes muestran que la incorporación de software como SolidWorks en experiencias pedagógicas basadas en proyectos mejora significativamente la comprensión espacial, la interpretación de planos y la capacidad de los estudiantes para visualizar el comportamiento de sistemas mecánicos complejos (Fauzansyah et al., 2025). SolidWorks, en particular, permite integrar modelado tridimensional, ensamblaje, simulación de movimiento y generación de planos normalizados, convirtiéndose en un recurso didáctico clave para vincular representación gráfica y funcionamiento real.

Por otro lado, diversos autores coinciden en que el uso sistemático de CAD en cursos iniciales de ingeniería contribuye a reducir la brecha entre el diseño conceptual y la fabricación, al permitir que los estudiantes validen virtualmente sus propuestas antes de la construcción física del prototipo (Kondo et al., 2023). Esta aproximación favorece una comprensión más profunda de la normalización técnica, las tolerancias dimensionales y la importancia de la precisión en el diseño mecánico. Desde esta perspectiva, el diseño y construcción de mecanismos reales, como el gato mecánico tipo tijera, constituye una oportunidad pedagógica valiosa para integrar contenidos de dibujo mecánico, modelado en SolidWorks, aplicación de normas técnicas y principios básicos de transmisión de movimiento. Adicionalmente, la transformación del mecanismo manual en un sistema motorizado permite introducir nociones elementales de integración electromecánica, promoviendo la comprensión de la innovación tecnológica como un proceso incremental y con-

textualizado, basado en la mejora de soluciones existentes (OECD, 2024).

Bajo este marco pedagógico y tecnológico, el presente trabajo describe una experiencia educativa en la formación en ingeniería mecánica, desarrollada mediante el aprendizaje basado en proyectos y apoyada en el uso de SolidWorks, orientada al diseño, modelado y construcción de una maqueta funcional de un gato mecánico tipo tijera motorizado. La experiencia buscó fortalecer la comprensión de los estudiantes sobre la relación entre representación gráfica, normalización técnica y desempeño funcional de sistemas mecánicos, contribuyendo a una formación más integrada, aplicada y significativa.

“CONTEXTO EDUCATIVO Y OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA”

La formación en ingeniería mecánica, especialmente en los primeros semestres de los programas académicos, enfrenta el desafío de promover aprendizajes que integren conocimientos conceptuales, habilidades técnicas y competencias transversales desde etapas tempranas del proceso formativo. Investigaciones actuales coinciden en que las experiencias educativas iniciales influyen de manera decisiva en la motivación, la permanencia estudiantil y la construcción de la identidad profesional del futuro ingeniero (García-Holgado & García-Peñalvo, 2023; Hernández-Menéndez et al., 2024). En este sentido, se ha enfatizado la necesidad de diseñar estrategias didácticas que superen la enseñanza fragmentada de contenidos y favorezcan una comprensión integrada del quehacer ingenieril.

Dentro de este marco, asignaturas como Dibujo Mecánico I cumplen un rol fundamental al introducir a los estudiantes en el lenguaje técnico normalizado utilizado para la comunicación, el diseño y la fabricación de sistemas mecánicos. No obstante estudios recientes señalan que, cuando el dibujo técnico se aborda de manera exclusivamente gráfica y desvinculada de aplicaciones reales, los estudiantes presentan dificultades para comprender su relevancia funcional y su relación con

el desempeño de los mecanismos representados (López-Caudana et al., 2023; Salinas-Navarro & De Benito, 2024). Esta desconexión puede afectar negativamente la transferencia del aprendizaje hacia contextos posteriores de diseño y manufactura.

Frente a estas limitaciones, la literatura contemporánea en educación en ingeniería destaca la pertinencia de metodologías activas que sitúen al estudiante como agente central del aprendizaje, entre ellas, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha mostrado resultados consistentes en la mejora del compromiso académico, la integración de saberes y el desarrollo de competencias profesionales, especialmente cuando se implementa en cursos de carácter introductorio (Almalki, 2023; Kokotsaki et al., 2023). En esa misma línea otros Estudios subrayan que el ABP favorece la comprensión profunda de los contenidos al vincularlos con problemas auténticos y contextos cercanos al ejercicio profesional de la ingeniería (Fernández-Sánchez et al., 2024).

Un elemento clave en la implementación efectiva del ABP en ingeniería es la incorporación de herramientas digitales de diseño asistido por computador (CAD). Investigaciones recientes evidencian que el uso pedagógico de software CAD en etapas tempranas de la formación permite mejorar la visualización espacial, la comprensión de ensamblajes y la interpretación funcional de sistemas mecánicos complejos (Yilmaz et al., 2023; Pérez-Gómez et al., 2024). En particular, el empleo de SolidWorks ha sido identificado como una herramienta eficaz para integrar modelado tridimensional, simulación de movimiento y generación de planos normalizados en contextos educativos, facilitando la transición entre diseño conceptual y prototipado físico (Zhang & Li, 2024; Monteiro et al., 2025).

Asimismo, la literatura reciente resalta que los proyectos que culminan en la construcción de prototipos físicos fortalecen la comprensión de la relación entre representación gráfica, tolerancias dimensionales y comportamiento real de los sistemas mecánicos (Santos et al., 2023; Uziak et al., 2024). Este tipo

de experiencias favorece el aprendizaje reflexivo, al permitir que los estudiantes contrasten los resultados obtenidos en entornos virtuales con el desempeño real de los mecanismos construidos.

Desde una perspectiva formativa más amplia, la introducción de procesos de innovación utilizada en proyectos académicos ha sido señalada como una estrategia efectiva para desarrollar en los estudiantes una visión realista de la innovación en ingeniería. Estudios especializados sostienen que la adaptación y mejora de mecanismos existentes, por ejemplo, mediante la incorporación de sistemas motorizados contribuye a que los estudiantes comprendan la innovación como un proceso gradual, basado en el análisis técnico, la creatividad aplicada y la optimización funcional (Bianchi et al., 2023; OECD, 2024).

En este contexto, la experiencia pedagógica descrita en este trabajo se desarrolló en una asignatura introductoria de ingeniería mecánica, mediante un proyecto orientado al diseño, modelado en SolidWorks y construcción de una maqueta funcional de un gato mecánico tipo tijera, posteriormente transformado de un accionamiento manual a uno motorizado. La propuesta se concibe como una estrategia didáctica para integrar representación gráfica, normalización técnica y funcionamiento real de sistemas mecánicos, contribuyendo al desarrollo de aprendizajes significativos y contextualizados en la formación inicial del ingeniero: El proyecto tuvo como objetivo general:

- Desarrollar una experiencia pedagógica basada en el aprendizaje basado en proyectos, apoyada en el uso de SolidWorks, orientada al diseño, modelado y construcción de un gato mecánico tipo tijera motorizado, con el fin de fortalecer la comprensión integrada del dibujo mecánico y el funcionamiento real de sistemas mecánicos en estudiantes de ingeniería mecánica.
- Como objetivos específicos:
- Incorporar herramientas CAD, específicamente SolidWorks, como recurso pe-

dagógico para el análisis, modelado y validación funcional de mecanismos.

- Vincular los contenidos de dibujo mecánico con la aplicación de normas técnicas y la construcción de prototipos reales.
- Favorecer el desarrollo de competencias técnicas, colaborativas y analíticas mediante el trabajo en proyectos contextualizados.
- Introducir nociones de innovación incremental a través de la adaptación de un mecanismo manual a un sistema motorizado.

METODOLOGÍA DIDÁCTICA

La experiencia pedagógica se desarrolló bajo el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), entendido como una metodología activa que promueve la construcción del conocimiento a partir de la resolución de problemas contextualizados y el trabajo colaborativo; este enfoque permitió integrar contenidos teóricos de dibujo mecánico con actividades prácticas de diseño, modelado y construcción, favoreciendo un aprendizaje progresivo y significativo. Desde el punto de vista metodológico, el proyecto se estructuró en cuatro fases secuenciales, las cuales se describen a continuación. En cada fase se contempló la documentación visual del proceso mediante registros fotográficos, con el propósito de evidenciar el desarrollo de las actividades, el uso de herramientas digitales y la construcción del prototipo físico.

Fase 1. Análisis del problema y conceptualización del mecanismo.

En esta fase inicial, se analizó el funcionamiento general de los gatos mecánicos tipo tijera, identificando sus componentes principales, el principio de transmisión de movimiento mediante tornillo de potencia y su aplicación en contextos reales. Se realizaron discusiones grupales orientadas a comprender la relación entre el mecanismo, su representación gráfica y su función estructural.

Tabla 1. Análisis conceptual del mecanismo y bocetos iniciales del gato mecánico tipo tijera. **Fuente:** Alfaro, Epiayú, Mora & Barros (2025).

| Norma Aplicada | Extractos Relevantes y Aplicación al Proyecto |
|---|---|
| ISO 4306 – Terminología de izaje | Esta norma define la terminología esencial para mecanismos de elevación. Para este proyecto, se usaron los términos normalizados: “gato mecánico”, “brazo de tijera”, “tornillo de potencia”, “plataforma de soporte” y “punto de articulación”. Su uso garantiza claridad técnica en la descripción y documentación del mecanismo. |
| ISO 6789 – Herramientas de apriete (Torque) | Establece valores recomendados de torque para accionamientos manuales. Se tomó como referencia para calcular la fuerza manual necesaria en la manivela de 10 cm x 10 cm, asegurando que el esfuerzo requerido sea compatible con una maqueta didáctica y no genere sobreesfuerzos en los brazos o articulaciones. |
| ISO 965 – Perfil de rosca métrica ISO | Esta norma define el perfil y tolerancias de roscas métricas. Se aplicó para el tornillo y perno M5 utilizado como eje de transmisión, garantizando compatibilidad con tuercas, arandelas y componentes del mecanismo. El paso estándar M5 x 0.8 fue utilizado para calcular el avance por vuelta del tornillo. |
| ISO 4032 – Tuercas hexagonales métricas (clase 6/8) | Regula las dimensiones y características de tuercas hexagonales. Se utilizó para seleccionar las 22 tuercas empleadas en las articulaciones del gato tijera, asegurando uniformidad dimensional, compatibilidad con tornillos M5 y facilidad de ensamble. |
| ISO 898-2 – Propiedades mecánicas de tuercas de acero | Establece la resistencia mecánica de las tuercas. Asegura que las tuercas usadas resistan las cargas transmitidas por el tornillo central y no se deformen durante el movimiento del mecanismo. |

| | |
|--|--|
| ISO 4997 / ISO 4998 / ISO 3575 – Láminas de acero laminado | Estas normas regulan los requisitos para láminas de acero laminado en frío y caliente. Se aplicaron para la selección de la lámina calibre 20 (brazos) y calibre 18 (base y plataforma), garantizando rigidez estructural adecuada para una maqueta funcional. |
| Tornillería métrica estándar (Normas ISO varias) | Aplica a los tornillos de articulación M5 y al perno sin cabeza de 5 mm. Asegura uniformidad dimensional en diámetros, tolerancias, roscas y cabeza de tornillo, permitiendo un ensamble preciso en las articulaciones del mecanismo. |
| IEC 60204-1 | Seguridad en sistemas electro-mecánicos, para la conexión de motores de baja potencia y elementos de mando. |

Nota: El diseño del gato mecánico tipo tijera se basó principalmente en normas ISO relacionadas con mecanismos de izaje, tornillería métrica, láminas metálicas y principios de transmisión de movimiento por tornillo. Estas normas establecen lineamientos para la correcta selección de materiales, dimensiones estándar de tornillos y tuercas, terminología técnica y tolerancias, garantizando que el mecanismo construido mantenga uniformidad dimensional, precisión en el ensamble y funcionamiento seguro. De igual manera, estas normas permiten definir adecuadamente los elementos del sistema, tales como el tornillo central M5, las tuercas hexagonales utilizadas como articulaciones, las láminas de acero empleadas en los brazos de tijera y la manivela de accionamiento. Su aplicación asegura que el diseño, modelado en SolidWorks y la construcción física de la maqueta cumplan criterios técnicos verificables bajo estándares mecánicos internacionalmente aceptados.

Fase 2. Diseño y modelado tridimensional en SolidWorks

Posteriormente, se desarrolló el modelado tridimensional de cada uno de los componentes del mecanismo utilizando SolidWorks. En esta etapa se aplicaron normas técnicas de dibujo mecánico, criterios de normalización y restricciones geométricas, lo que permitió a los estudiantes comprender la importancia

de la precisión y la coherencia en el diseño. El ensamblaje virtual del sistema facilitó la verificación del movimiento relativo entre piezas, la detección de interferencias y la validación del funcionamiento general del mecanismo antes de su construcción física.

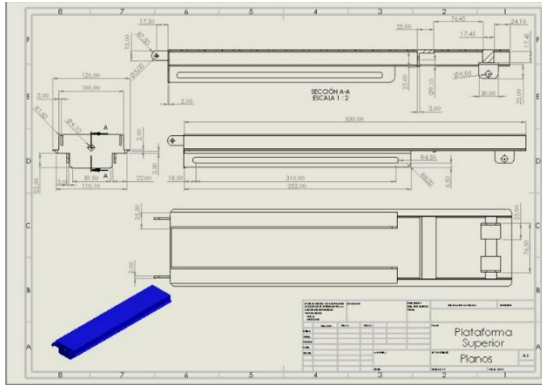


Figura 1. Planos técnicos del componente del gato mecánico tipo tijera elaborados en SolidWorks. **Fuente:** Alfaro, Epiayu, Mora & Barros (2025).

La Figura 1 presenta los planos técnicos generados en SolidWorks correspondientes a uno de los componentes estructurales del gato mecánico tipo tijera. Estos planos evidencian la aplicación de principios de dibujo mecánico normalizado, tales como la correcta acotación y el uso de vistas ortogonales, secciones y escalas, así como la organización del formato conforme a estándares técnicos. Su elaboración permitió comprender la relación entre el modelo tridimensional y su representación bidimensional, reforzando la importancia del dibujo técnico como lenguaje fundamental para la fabricación, el ensamblaje y la verificación dimensional de sistemas mecánicos. Asimismo, el uso de SolidWorks facilitó la transición del diseño conceptual a la construcción física del prototipo integrando representación gráfica, precisión dimensional y funcionalidad del mecanismo dentro de una experiencia pedagógica basada en proyectos.

Fase 3. Construcción y ensamblaje de la maqueta física

Con base en los planos generados en SolidWorks, se procedió a la construcción de la maqueta física del gato mecánico tipo tijera. Esta fase incluyó el corte de materiales, perforado, ensamblaje de las articulaciones y alineación del sistema, permitiendo a los estudiantes contrastar el diseño virtual con las li-

mitaciones y ajustes propios del proceso de fabricación. La construcción del prototipo facilitó la comprensión de conceptos como tolerancias dimensionales, fricción en las articulaciones y estabilidad estructural del mecanismo.

Como parte del proceso de diseño y validación del proyecto, se realizó el ensamblaje virtual completo del gato mecánico tipo tijera en SolidWorks, ver figura 2 integrando cada uno de los componentes previamente modelados. Esta etapa permitió a los estudiantes analizar de manera sistémica la interacción entre las piezas, verificar el correcto acoplamiento de los elementos estructurales y evaluar el comportamiento cinemático del mecanismo en distintas posiciones de operación. El ensamblaje digital constituyó un paso clave dentro de la experiencia pedagógica, al facilitar la comprensión del funcionamiento global del sistema antes de su construcción física y permitir la identificación temprana de posibles interferencias o ajustes necesarios.

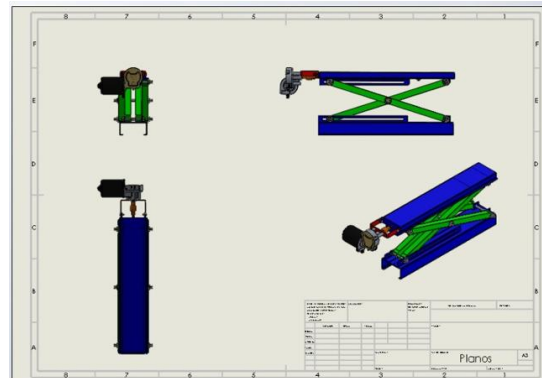


Figura 2. Ensamblaje virtual del gato mecánico tipo tijera motorizado en SolidWorks. **Fuente:** Alfaro, Epiayu, Mora & Barros (2025).

A partir del ensamblaje virtual mostrado en la Figura 2, fue posible analizar el movimiento relativo de los brazos de tijera, el desplazamiento del tornillo central y la integración del sistema de accionamiento motorizado. Este análisis permitió validar el diseño desde el punto de vista funcional y sirvió como base para la generación de ajustes finales antes de la fabricación del prototipo. De este modo, el ensamblaje en SolidWorks actuó como un puente entre el diseño conceptual y la fase constructiva, reforzando en los estudiantes la importancia del modelado digital como he-

ramienta de verificación, optimización y toma de decisiones en el diseño mecánico.

Fase 4. Integración del sistema motorizado y validación funcional

Como fase final del proyecto, se realizó la adaptación del mecanismo manual a un sistema de accionamiento motorizado, integrando un motor eléctrico al tornillo central del mecanismo. Esta etapa permitió introducir nociones básicas de integración electromecánica y reflexionar sobre procesos de innovación incremental en ingeniería. Se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento para verificar la elevación de cargas ligeras, el comportamiento del sistema y la estabilidad del conjunto bajo operación motorizada.



Figura 3. Ensayo experimental de carga para la estimación del torque necesario para ele-var 15,1 kg. **Fuente:** Alfaro, Epiayu, Mora & Barros (2025).

La Figura 3 muestra el ensayo experimental realizado para estimar el torque necesario para la elevación de una carga de 15,1 kg, utilizando el prototipo del gato mecánico tipo tijera. En la imagen se observa la disposición progresiva de la carga mediante elementos de peso conocido, así como la verificación del valor total mediante una balanza digital. Este procedimiento permitió a los estudiantes contrastar los cálculos teóricos asociados al tornillo de potencia con el comportamiento real del mecanismo bajo carga, fortaleciendo la comprensión de la relación entre fuerza, torque y desplazamiento. Desde una perspectiva pedagógica, la actividad favoreció el aprendizaje experimental y la validación empírica del diseño, al evidenciar que los resultados obtenidos en el modelado y los cálculos previos presentan coherencia con el desempeño del sistema físico, reforzando así el vínculo entre teoría, simulación y práctica constructiva en la formación en ingeniería mecánica.

La documentación visual del proceso constituyó un recurso pedagógico complementario, al permitir a los estudiantes y al lector del artículo identificar de manera clara la evolución del proyecto, desde la conceptualización inicial hasta la validación funcional del prototipo. Asimismo, las imágenes facilitan la comprensión de la relación entre diseño digital, construcción física y desempeño real del sistema mecánico.

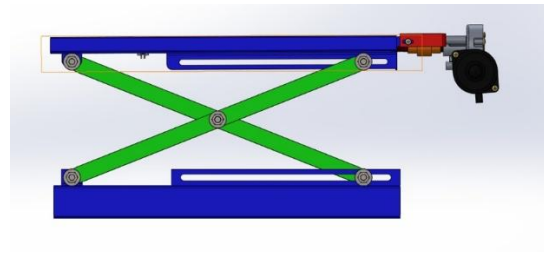


Figura 4. Integración del motor eléctrico y prueba de funcionamiento del sistema motorizado. **Fuente:** Alfaro, Epiayu, Mora & Barros (2025).

La Figura 4 muestra la integración del motor eléctrico al mecanismo del gato mecánico tipo tijera y su correspondiente prueba de funcionamiento, realizada a partir del ensamblaje digital desarrollado en SolidWorks. Esta etapa permitió verificar la correcta transmisión del movimiento rotacional del motor hacia el tornillo central, así como el desplazamiento controlado de los brazos de tijera durante el proceso de elevación. Desde el punto de vista pedagógico, la visualización del sistema motorizado en operación facilitó la comprensión de conceptos asociados a la integración electromecánica, la alineación de componentes y la relación entre diseño digital y comportamiento real del mecanismo. La documentación visual del proceso constituyó un recurso didáctico complementario, al permitir identificar de manera clara la evolución del proyecto desde la conceptualización y el modelado virtual hasta la validación funcional del prototipo, reforzando el vínculo entre representación gráfica, construcción física y desempeño del sistema mecánico.

Con el fin de profundizar en la comprensión estructural y funcional del sistema diseñado, se elaboró una vista explosionada del conjunto del gato mecánico tipo tijera motorizado, ver figura 5. Este tipo de representación permitió descomponer el mecanismo en sus

elementos constitutivos, facilitando la identificación de cada componente, sus relaciones geométricas y la secuencia lógica de ensamblaje. Desde una perspectiva pedagógica, la vista explosionada constituye un recurso clave para comprender cómo las decisiones de diseño tomadas en el modelado tridimensional se traducen en un ensamblaje físico coherente, reforzando la relación entre representación gráfica, orden constructivo y funcionamiento del sistema. Asimismo, esta representación favorece el análisis del montaje, el mantenimiento y la integración del sistema motorizado, aspectos fundamentales en la formación en ingeniería mecánica.

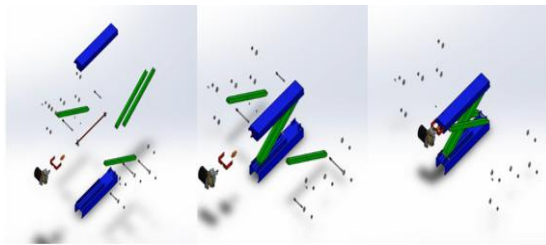


Figura 5. Vista explosionada del ensamblaje del gato mecánico tipo tijera motorizado desarrollada en SolidWorks. **Fuente:** Alfaro, Epiayu, Mora & Barros (2025).

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PEDAGÓGICA

El desarrollo de la experiencia pedagógica se llevó a cabo de manera progresiva, articulando actividades de análisis, diseño, construcción y validación funcional del prototipo, bajo un enfoque de aprendizaje activo y colaborativo. Desde el inicio del proyecto los estudiantes asumieron un rol protagónico en la toma de decisiones técnicas y organizativas, lo que favoreció un aprendizaje autónomo y reflexivo, alineado con las tendencias actuales en educación en ingeniería (Teixeira et al., 2023). Durante las primeras sesiones, el trabajo se centró en la comprensión del problema de diseño y en la identificación de los elementos que conforman un gato mecánico tipo tijera.

Esta etapa permitió que se relacionaran conceptos teóricos previamente abordados como mecanismos articulados y transmisión de movimiento con un sistema real ampliamente utilizado en contextos cotidianos. La

discusión colectiva y el análisis del mecanismo facilitaron la construcción de un marco común de comprensión, aspecto señalado como clave para el éxito de experiencias basadas en proyectos en ingeniería (Moreno-Guerrero et al., 2023). Posteriormente, el desarrollo del proyecto avanzó hacia el modelado tridimensional en SolidWorks, donde los estudiantes materializaron sus decisiones de diseño en entornos digitales. En esta fase, la experiencia pedagógica se enriqueció al permitir que los participantes visualizaran el comportamiento del mecanismo, evaluaran la interacción entre componentes y comprendieran la importancia de la normalización técnica. Investigaciones recientes destacan que este tipo de actividades fortalece la conexión entre pensamiento abstracto y razonamiento espacial, especialmente en cursos iniciales de ingeniería (Ríos, Mercado et al., 2024).

El ensamblaje virtual del sistema constituyó un punto de inflexión en el desarrollo de la experiencia, ya que permitió analizar el funcionamiento global del mecanismo y anticipar posibles dificultades antes de la construcción física. Este proceso promovió en los estudiantes una actitud crítica frente a sus propios diseños fomentando la revisión, el ajuste y la mejora continua, competencias consideradas esenciales en la formación profesional en ingeniería (Navarro et al., 2023).

La fase de construcción de la maqueta física consolidó el aprendizaje al confrontar el diseño digital con las limitaciones reales del proceso de fabricación; durante esta etapa, los estudiantes experimentaron de manera directa la importancia de la precisión dimensional, la alineación de componentes y el control de la fricción en las articulaciones. La literatura especializada señala que este tipo de contraste entre entorno virtual y físico favorece aprendizajes más profundos y duraderos, al permitir la validación empírica de los conocimientos adquiridos (Villaruel et al., 2024).

Un elemento distintivo del desarrollo de la experiencia fue la integración del sistema motorizado, que transformó el mecanismo manual en un sistema electromecánico funcio-

nal. Esta adaptación permitió introducir a los estudiantes en nociones básicas de innovación incremental, entendida como la mejora progresiva de soluciones existentes mediante la incorporación de nuevos elementos tecnológicos. Estudios recientes subrayan que este enfoque contribuye a que los estudiantes desarrollen una visión realista de la innovación en ingeniería, basada en la optimización y adaptación de sistemas conocidos (Cano et al., 2023).

A lo largo de todo el proceso, la documentación visual del proyecto mediante planos, ensamblajes, vistas explosionadas y registros del prototipo en funcionamiento desempeñó un papel pedagógico fundamental. Las imágenes facilitaron la reflexión sobre el avance del proyecto, permitieron comunicar las decisiones de diseño y reforzaron la relación entre representación gráfica, construcción física y desempeño funcional del sistema, aspecto ampliamente valorado en experiencias educativas contemporáneas en ingeniería (Salas-Pilco et al., 2024).

Amanera de reflexión, el desarrollo de la experiencia pedagógica evidenció que la integración de proyectos reales, herramientas CAD y construcción de prototipos favorece una formación más activa, contextualizada y significativa. El proceso permitió a los estudiantes no solo adquirir conocimientos técnicos, sino también desarrollar habilidades de análisis, trabajo colaborativo y toma de decisiones, fortaleciendo su comprensión del rol del ingeniero como diseñador, constructor e innovador.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los resultados de aprendizaje derivados de la experiencia pedagógica evidencian avances significativos tanto en el desarrollo de competencias técnicas como en habilidades transversales propias de la formación en ingeniería mecánica. La implementación del proyecto permitió constatar que la integración de diseño asistido por computador, construcción de prototipos y validación funcional favorece aprendizajes más profundos y contextualizados, en concordancia con ha-

llazgos recientes en educación en ingeniería (Uziak et al., 2024).

En primer lugar, se observó una mejora sustancial en la comprensión del dibujo mecánico como lenguaje técnico más allá de su dimensión gráfica. Se logró interpretar y elaborar planos normalizados, comprender la función de vistas, cortes, acotaciones, y relacionar estos elementos con la fabricación y el ensamblaje del mecanismo. Este resultado coincide con estudios recientes que destacan que el aprendizaje situado y basado en proyectos contribuye a una apropiación más funcional del dibujo técnico en etapas iniciales de la formación profesional (Zhang et al., 2023).

Asimismo, el uso sistemático de SolidWorks como herramienta pedagógica permitió fortalecer las habilidades de visualización espacial y razonamiento tridimensional. Los estudiantes demostraron mayor capacidad para anticipar el comportamiento del mecanismo, identificar interferencias y comprender la interacción entre componentes antes de la construcción física. Estas competencias son clave para el desempeño posterior en asignaturas de diseño y análisis mecánico, y se desarrollan de manera más efectiva mediante el uso temprano de entornos CAD integrados en proyectos reales (Monteiro et al., 2025).

Otro resultado relevante se relaciona con la comprensión de principios básicos de funcionamiento de mecanismos, particularmente aquellos asociados a sistemas de elevación tipo tijera y tornillos de potencia. La validación experimental del prototipo, mediante la elevación controlada de una carga conocida, permitió a los estudiantes contrastar los cálculos teóricos con el comportamiento real del sistema, fortaleciendo su comprensión de la relación entre fuerza, torque y desplazamiento. Este tipo de aprendizaje experiencial ha sido identificado recientemente como un factor determinante para consolidar conceptos mecánicos fundamentales en ingeniería (Santos & Barros, 2023).

Desde un espectro formativo más amplio, la experiencia favoreció el desarrollo de competencias transversales, tales como el trabajo colaborativo, la comunicación técnica y la pla-

nificación de actividades. La organización del proyecto en fases y la distribución de responsabilidades promovieron la toma de decisiones compartidas y la resolución conjunta de problemas, aspectos ampliamente reconocidos como resultados clave del aprendizaje basado en proyectos en educación superior.

La integración del sistema motorizado constituyó un resultado de aprendizaje particularmente significativo, al introducir a los estudiantes en nociones elementales de innovación incremental y pensamiento sistémico. La adaptación de un mecanismo manual a uno electromecánico permitió comprender la innovación como un proceso de mejora progresiva, basado en la optimización funcional y la integración de tecnologías existentes. Posturas más recientes destacan que este enfoque contribuye a una comprensión más realista y aplicable de la innovación en ingeniería, especialmente en contextos educativos (Bianchi & Cavallone, 2023).

Finalmente, la documentación visual del proceso a través de planos, ensamblajes, vistas explosionadas y registros del prototipo en funcionamiento facilitó la reflexión sobre el propio aprendizaje y la comunicación de los resultados obtenidos. Este aspecto favoreció la metacognición y permitió a los estudiantes reconocer la evolución de sus decisiones de diseño, reforzando el aprendizaje autorregulado, un resultado cada vez más valorado en la formación de ingenieros (Villarroel et al., 2024).

En conjunto, los resultados de aprendizaje evidencian que la experiencia pedagógica contribuyó de manera efectiva al desarrollo integral de los estudiantes, al articular conocimientos técnicos, habilidades prácticas y competencias transversales, consolidando una comprensión más profunda y aplicada del dibujo mecánico y del funcionamiento de sistemas mecánicos reales.

DISCUSIÓN PEDAGÓGICA

Los resultados obtenidos a partir de la experiencia pedagógica permiten reflexionar sobre el valor formativo de integrar proyectos contextualizados, herramientas digitales y

construcción de prototipos en asignaturas iniciales de ingeniería mecánica. En consonancia con estudios recientes en educación superior, la experiencia confirma que el aprendizaje activo favorece una comprensión más profunda de los contenidos técnicos cuando estos se vinculan con situaciones reales de diseño y funcionamiento de sistemas mecánicos (Díaz-Barriga & Hernández, 2023).

Uno de los principales aportes pedagógicos de la experiencia radica en la revalorización del dibujo mecánico como herramienta de pensamiento ingenieril, y no únicamente como una destreza gráfica. La posibilidad de transitar desde el modelado en SolidWorks hasta la fabricación y validación funcional del prototipo permitió comprender el dibujo técnico como un lenguaje integrador que articula diseño, normalización y desempeño del sistema. Este hallazgo coincide con autores recientes que señalan que la enseñanza del dibujo técnico adquiere mayor significado cuando se inserta en procesos de diseño auténticos y no en ejercicios aislados (Torres, Carrión et al., 2023).

De esta forma, el uso sistemático de SolidWorks como herramienta pedagógica mostró un impacto positivo en el desarrollo del razonamiento espacial y la comprensión sistémica del mecanismo. Más allá del dominio instrumental del software, los estudiantes lograron utilizar el entorno CAD como un espacio de experimentación, análisis y toma de decisiones. El uso reflexivo de herramientas digitales favorece aprendizajes transferibles a contextos posteriores de ingeniería, especialmente cuando el software se integra a proyectos con un propósito claro (López, Menses et al., 2024).

Desde la perspectiva del aprendizaje basado en proyectos, la experiencia evidenció que la organización del trabajo en fases, con metas claras y productos concretos, contribuyó al desarrollo de la autonomía y la responsabilidad en los estudiantes. La literatura reciente subraya que este tipo de metodologías resulta especialmente efectiva en cursos iniciales, al facilitar la transición hacia formas de aprendizaje más autónomas y propias de la

formación profesional en ingeniería (Gómez, Trigueros & Ruiz, Bañuls, 2023). En este sentido, el proyecto no solo permitió aprender contenidos técnicos, sino también adoptar prácticas propias del quehacer ingenieril, como la planificación, la revisión iterativa y la mejora continua.

La integración del sistema motorizado constituye otro elemento relevante desde el punto de vista pedagógico. Esta adaptación permitió introducir a los estudiantes en la noción de innovación incremental, entendida como la mejora progresiva de soluciones existentes mediante la incorporación de nuevos elementos tecnológicos. Este enfoque resulta especialmente pertinente en contextos educativos, ya que aproxima a los estudiantes a una concepción realista de la innovación en ingeniería, basada en la optimización y adaptación, más que en desarrollos disruptivos de alta complejidad (Fidalgo, Blanco et al., 2023).

Por otra parte, la documentación visual del proceso desempeñó un papel central en la reflexión pedagógica. El uso de planos, ensamblajes, vistas explosionadas y registros del prototipo en funcionamiento facilitó la comprensión del proceso completo y permitió a los estudiantes reconocer la evolución de sus decisiones de diseño. La incorporación de recursos visuales en proyectos de ingeniería favorece la metacognición y el aprendizaje autorregulado, al hacer explícitos los avances, errores y ajustes realizados durante el proceso formativo.

Finalmente, la experiencia pone de manifiesto la pertinencia de introducir proyectos integradores desde los primeros semestres de la formación en ingeniería mecánica. La articulación entre teoría, diseño digital y construcción física permitió superar una visión fragmentada del aprendizaje, promoviendo una comprensión holística del proceso de diseño ingenieril. Este enfoque coincide con tendencias actuales en educación en ingeniería, que abogan por experiencias tempranas que fortalezcan la identidad profesional y la motivación estudiantil (Sánchez, Caballé et al., 2023).

En síntesis, la discusión pedagógica sugiere que la experiencia desarrollada constituye una estrategia efectiva para enriquecer la enseñanza del dibujo mecánico y los fundamentos de la ingeniería mecánica, al integrar metodologías activas, herramientas digitales y proyectos reales. Los hallazgos refuerzan la necesidad de continuar explorando este tipo de propuestas en contextos educativos similares, con el fin de contribuir a una formación más significativa, aplicada y coherente con las demandas actuales de la profesión.

CONCLUSIONES

La experiencia pedagógica descrita en este trabajo permitió evidenciar que la integración del aprendizaje basado en proyectos, el uso de herramientas de diseño asistido por computador (CAD) y la construcción de prototipos funcionales constituye una estrategia efectiva para la enseñanza del dibujo mecánico y los fundamentos de la ingeniería mecánica en etapas iniciales de formación. El diseño, modelado y construcción de un gato mecánico tipo tijera motorizado favoreció la articulación entre teoría, normalización técnica y aplicación práctica, contribuyendo a aprendizajes más significativos y contextualizados.

Uno de los principales aportes de la experiencia radica en la comprensión del dibujo mecánico como un lenguaje técnico integrador, que trasciende la representación gráfica para convertirse en una herramienta clave en los procesos de diseño, fabricación y validación funcional de sistemas mecánicos. El tránsito desde el modelado en SolidWorks hasta la construcción física del prototipo permitió a los estudiantes reconocer la importancia de la precisión, la coherencia dimensional y la normalización técnica en el desempeño real de los mecanismos.

Asimismo, el uso pedagógico de SolidWorks demostró ser un recurso didáctico valioso para fortalecer el razonamiento espacial, la comprensión sistémica y la toma de decisiones técnicas. La posibilidad de simular, ensamblar y analizar el comportamiento del mecanismo en un entorno virtual facilitó la de-

tección temprana de errores y la optimización del diseño, reforzando la relación entre diseño digital y construcción física.

La integración del sistema motorizado aportó un valor formativo adicional al introducir a los estudiantes en nociones básicas de integración electro-mecánica e innovación incremental. Esta adaptación permitió comprender la innovación como un proceso de mejora progresiva de soluciones existentes, basado en el análisis técnico y la optimización funcional, promoviendo una visión realista y aplicada del quehacer ingenieril.

Desde una perspectiva pedagógica, la experiencia favoreció el desarrollo de competencias transversales, tales como el trabajo colaborativo, la planificación, la comunicación técnica y la reflexión sobre el propio aprendizaje. La documentación visual del proceso

desempeñó un papel fundamental al facilitar la comprensión de la evolución del proyecto y al reforzar la metacognición y el aprendizaje autorregulado.

En conjunto, los resultados sugieren que la incorporación de proyectos integradores, apoyados en herramientas CAD y orientados a la resolución de problemas reales, constituye una práctica pertinente y replicable en asignaturas iniciales de ingeniería mecánica. Este tipo de experiencias contribuye a una formación más coherente con las demandas actuales de la educación superior, al promover aprendizajes activos, contextualizados y alineados con el ejercicio profesional de la ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almalki, S., & Alghamdi, A. (2023). Developing transversal competencies through project-based learning in higher education. *Education Sciences*, 13(4), 412. <https://doi.org/10.3390/educsci13040412>
- Barr, R. E., Krueger, T. J., & Aanstoos, T. A. (2014). The role of CAD in the development of engineering problem-solving skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 78(1), 1–12.
- Bertoline, G. R., Wiebe, E. N., Miller, C. L., & Nasman, L. O. (2014). *Engineering graphics communication* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Bianchi, M., & Cavallone, M. (2023). Incremental innovation and learning processes in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 48(5), 823–839. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2187456>
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2015). *Shigley's mechanical engineering design* (10th ed.). McGraw-Hill.
- Cano, E., Fernández-Ferrer, M., & Pons, L. (2023). Innovation-oriented learning in engineering education: A competence-based approach. *Journal of Engineering Education*, 112(3), 623–645. <https://doi.org/10.1002/jee.20505>
- Cross, N. (2008). *Engineering design methods: Strategies for product design* (4th ed.). Wiley.
- Díaz-Barriga, F., & Hernández, G. (2023). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (5.ª ed.). McGraw-Hill.
- Fauzansyah, M., Rahman, A., & Yusuf, M. (2025). Enhancing spatial ability through CAD-based project learning in mechanical engineering. *Computer Applications in Engineering Education*, 33(1), 112–126. <https://doi.org/10.1002/cae.22645>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2023). Innovation processes in higher education: From methodology to practice. *Education in the Knowledge Society*, 24, e29123. <https://doi.org/10.14201/eks.29123>
- Froyd, J. E., Wankat, P. C., & Smith, K. A. (2012). Five major shifts in 100 years of engineering education. *Proceedings of the IEEE*, 100(Special Centennial Issue), 1344–1360.

- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2023). Engineering education in the digital age: Challenges and opportunities. *Education Sciences*, 13(6), 602. <https://doi.org/10.3390/educsci13060602>
- Gómez-Trigueros, I. M., & Ruiz-Bañuls, M. (2023). Active learning methodologies in higher education: Effects on student autonomy. *Sustainability*, 15(9), 7134. <https://doi.org/10.3390/su15097134>
- Hadim, H. A., & Esche, S. K. (2002). Enhancing the engineering curriculum through project-based learning. *Proceedings of the IEEE*, 90(2), 222–232.
- Hernández-de-Menéndez, M., Díaz, C. A., & Morales-Menéndez, R. (2024). Educational transformation in engineering: A systematic review. *IEEE Access*, 12, 45123–45140. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3365211>
- Indayani, S. (2025). Project-based learning and competency development in engineering students. *Journal of Technical Education and Training*, 17(1), 45–58.
- Kaipa, K. N. (2025). Early engineering education and student retention: The role of active methodologies. *European Journal of Engineering Education*, 50(1), 89–104.
- Kolmos, A., De Graaff, E., & Du, X. (2009). *Research on PBL practice in engineering education*. Sense Publishers.
- Kondo, T., Matsui, K., & Tanaka, Y. (2023). CAD-supported learning for mechanical design education. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 51(2), 189–205. <https://doi.org/10.1177/03064190221138472>
- López-Caudana, E., Ramírez-Montoya, M. S., & Rodríguez-Arroyo, J. A. (2023). Teaching technical drawing through project-based learning. *Journal of Engineering Education Research*, 26(4), 341–356.
- López-Meneses, E., Vázquez-Cano, E., & Román, P. (2024). Digital tools and reflective learning in engineering education. *Education and Information Technologies*, 29(2), 1543–1560. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12045-7>
- Monteiro, P., Leite, C., & Rocha, Á. (2025). CAD tools and engineering thinking in undergraduate education. *Education Sciences*, 15(1), 88. <https://doi.org/10.3390/educsci15010088>
- Moreno-Guerrero, A. J., López-Belmonte, J., & Pozo-Sánchez, S. (2023). Project-based learning and motivation in engineering students. *Sustainability*, 15(3), 2145. <https://doi.org/10.3390/su15032145>
- Navarro, M., González, C., & Peralta, M. (2023). Design thinking and iterative learning in engineering education. *International Journal of Technology and Design Education*, 33(4), 1291–1308.
- Norton, R. L. (2013). *Machine design: An integrated approach* (5th ed.). Pearson.
- OECD. (2024). *Innovation skills and engineering education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/edu-innovation-2024>
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231.
- Prince, M., & Felder, R. (2006). Inductive teaching and learning methods. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138.
- Rea, D. (2025). Active methodologies and learning outcomes in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 114(1), 56–74.
- Ríos-Mercado, R. Z., Sánchez-González, L., & Méndez, M. (2024). Spatial reasoning development through CAD-based projects. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(4), 945–960.
- Salas-Pilco, S. Z., Yang, Y., & Zhang, Z. (2024). Visual learning and self-regulation in engineering students. *Educational Technology Research and Development*, 72(1), 187–205. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10265-4>

- Salinas-Navarro, D., & De Benito, B. (2024). Teaching technical drawing in higher education: Challenges and strategies. *Education Sciences*, 14(2), 134. <https://doi.org/10.3390/educsci14020134>
- Sánchez-Caballé, A., Esteve-Mon, F. M., & Gisbert-Cervera, M. (2023). Professional identity development in engineering education. *Sustainability*, 15(7), 6123. <https://doi.org/10.3390/su15076123>
- Santos, J., & Barros, R. (2023). Experiential learning in mechanical engineering education. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 41(2), 98–112.
- Sorby, S. A., Veurink, N., & Streiner, S. (2013). Does spatial skills instruction improve performance? *Journal of Engineering Education*, 102(4), 570–596.
- Teixeira, S. J., Lopes, J. M., & Ferreira, J. J. (2023). Learning by doing: Project-based approaches in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 48(6), 971–988. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2221459>
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Autodesk Foundation.
- Torres-Carrión, P. V., González-González, C. S., & Aciar, S. (2023). Authentic learning in engineering education. *Education and Information Technologies*, 28(5), 6135–6152.
- Uziak, J., Oladiran, M. T., & Lorencowicz, E. (2024). Hands-on learning and conceptual understanding in engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 40(1), 120–132.
- Villarroel, V., Boud, D., & Bloxham, S. (2024). Feedback, reflection and learning in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 49(2), 189–203. <https://doi.org/10.1080/02602938.2023.2243419>
- Yilmaz, R., Karaoglan-Yilmaz, F. G., & Keser, H. (2023). CAD-based learning environments in engineering education. *Interactive Learning Environments*, 31(6), 3481–3495. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2067728>
- Zhang, Y., & Li, H. (2024). Integrating CAD tools into mechanical engineering education. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 52(1), 45–61. <https://doi.org/10.1177/03064190231156789>
- Zhang, Y., Wang, L., & Chen, X. (2023). Project-based learning and technical drawing skills. *Journal of Engineering Graphics*, 17(3), 215–228.