

Application of digital resources in the contents of chip removal machining modules for the professional figure of machining and metal constructions.
Aplicación de recursos digitales en los contenidos de módulos de mecanizado por arranque de viruta de la figura profesional del mecanizado y construcciones metálicos

Autores:

Samaniego-Bosquez, Diego Marcelo
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Estudiante de la Maestría en Pedagogía con mención en Formación Técnica y Profesional
Guayaquil – Ecuador
 dmsamaniegob@ube.edu.ec
 <https://orcid.org/0009-0009-1899-0341>

Tipán-Quishpe, José Manuel
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Estudiante de la Maestría en Pedagogía con mención en Formación Técnica y Profesional
Guayaquil – Ecuador
 jmtipanq@ube.edu.ec
 <https://orcid.org/0009-0000-6415-7304>

Mariño-Acosta, Henry Josué
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Docente Tutor de la Maestría en Pedagogía con mención en Formación Técnica y Profesional
Guayaquil – Ecuador
 hjmarinoa@ube.edu.ec
hmarino@istel.edu.ec
 <https://orcid.org/0009-0009-0516-3814>

Reyes-Romero, Fernando Patricio
UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR
Magister en Energías Renovables, mención en eficiencia energética
Duran – Ecuador
 fpreyesr@ube.edu.ec
 <https://orcid.org/0009-0007-4088-5084>

Fechas de recepción: 26-AGO-2025 aceptación: 26-SEP-2025 publicación: 30-SEP-2025

 <https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>
<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

El trabajo científico que forma parte de la ejecución de los estudios de maestría presenta la transición de la metodología manual a la digital, en términos de enseñanza de procesos de mecanizado dentro del currículo para servicios de educación vocacional como trabajador aprendiz "Mecanizado y metalurgia". Se concentra en emplear herramientas digitales como SolidWorks para reforzar la habilidad técnica, el pensamiento tridimensional y avanzar en la curva de aprendizaje. En palabras de Altamira, A., & Ríos, C. (2019), esto puede ser uno en el que se describen cualidades, la investigación cualitativa-descriptiva se elabora cuando se quiere estudiar un tema en profundidad, y es necesario conocer las experiencias desde la perspectiva de los involucrados. Por lo tanto, se desarrolló una metodología de análisis de casos orientada a procesos cualitativos y descriptivos. Los resultados demostraron avances significativos en las tendencias conceptuales, menos errores de fabricación y los alumnos estaban más motivados por la orquestación. Se concluye que el uso de recursos digitales, como SolidWorks, tiene su importancia en un proceso de formación enfocado en preparar técnicos capaces de satisfacer las demandas derivadas de la Industria 4.0. La transformación existente de manual a digital en la formación técnica es una revisión desafiante, pero refrescante de los sistemas pedagógicos y de aprendizaje. En este sentido, la estrategia se basará en el uso de SolidWorks como herramienta para optimizar y apoyar toda la comprensión tridimensional, que incluye análisis técnico, simulación en tiempo real y eficiencia en los estudiantes sobre el rendimiento en el espacio tecnológico (Gutiérrez et al. 2018). Es así posible concluir que la implementación de la instrucción basada en tecnología a través de SolidWorks cambia significativamente las prácticas de enseñanza tradicionales y cumple con los avances tecnológicos en la producción relevante para la industria metalúrgica. La transformación digital permite un aumento en la formación técnica y tecnológica, así como la expansión del pensamiento analítico, la capacidad de resolución de problemas y una mayor conexión con el campo productivo.

Palabras clave: mecanizado de arranque de viruta; SolidWorks; formación técnica; digitalización; edificación de metales; transformación digital; cambio curricular



Abstract

The scientific work that is part of the execution of the master's studies presents the transition from manual to digital methodology, in terms of teaching machining processes within the curriculum for vocational education services as an apprentice worker "Machining and Metallurgy." It focuses on using digital tools such as SolidWorks to reinforce technical skills, three-dimensional thinking, and advance the learning curve. In the words of Altamira, A., & Ríos, C. (2019), this can be one in which qualities are described; qualitative-descriptive research is developed when a topic is to be studied in depth, and it is necessary to understand the experiences from the perspective of those involved. Therefore, a case analysis methodology oriented toward qualitative and descriptive processes was developed. The results demonstrated significant advances in conceptual trends, fewer manufacturing errors, and students were more motivated by the orchestration. It is concluded that the use of digital resources, such as SolidWorks, is important in a training process focused on preparing technicians capable of meeting the demands arising from Industry 4.0. The existing transformation from manual to digital in technical training represents a challenging but refreshing revision of pedagogical and learning systems. In this sense, the strategy will be based on the use of SolidWorks as a tool to optimize and support all three-dimensional understanding, which includes technical analysis, real-time simulation, and student efficiency regarding performance in the technological space (Gutiérrez et al. 2018). It is thus possible to conclude that the implementation of technology-based instruction through SolidWorks significantly changes traditional teaching practices and meets technological advances in production relevant to the metallurgical industry. The digital transformation allows for an increase in technical and technological training, as well as the expansion of analytical thinking, problem-solving skills, and a greater connection with the productive field.

Keywords: metal cutting machining; SolidWorks; technical training; digitalization; metal construction; digital transformation; curricular change



Introducción

El universo del mecanizado por arranque de viruta en la última década se asemeja a un recorrido a través del tiempo, en el que las técnicas de producción tradicionales se entrelazan con los progresos tecnológicos. Es inevitable observar la evolución histórica de esta técnica desde el inicio del empleo de los tornos manuales hasta mirar las fortalezas del mecanizado moderno. En un entorno en el que la eficacia y la eficiencia son esenciales, Gutiérrez, F. (2018) argumenta que las innovaciones tecnológicas como los recursos digitales muestran el rumbo hacia una manufactura más eficaz y sostenible, tal como se puede evidenciar en la producción industrial. No obstante, para lograr una eficiencia máxima, es imprescindible asegurar un nivel de precisión elevado en cada etapa del proceso. Como se señala en este artículo científico titulado: "Aplicación de recursos digitales en los contenidos de módulos de mecanizado por arranque de viruta de la figura profesional del mecanizado y construcciones metálicas", la exactitud es la base esencial que soporta la eficacia en el proceso de desarrollo del mecanizado, es decir, cada trabajo de la herramienta de corte, cada modificación de parámetros y cada selección de programación deben ejecutarse con exactitud milimétrica para asegurar el desempeño y reducir el desperdicio. En ese sentido, para optimizar la eficacia y exactitud del mecanizado por arranque de viruta, es crucial poner un cuidado intuitivo en asegurar la precisión en cada fase del procedimiento.

De acuerdo con Cárdenas, L. F., & Díaz, R. M. (2020), este proceso metodológico se basa en métodos de manufactura tradicionales que hacen parte de la historia del desarrollo industrial y que muestran detalladamente los inicios de los primeros tornos y fresadoras que se operaban manualmente hasta los últimos avances tecnológicos enfocados a la creación de las máquinas modernas que operan de manera automatizada, siendo un proceso que ha percibido una transformación exponencial. La apertura tecnológica de las máquinas controladas por sistemas computacionales en la década de los 50 simbolizó un progreso esencial, ya que facilitó la automatización y el proceso de control de las herramientas de corte, lo que produjo la potencialización de la manufactura industrial. Desde entonces, la tecnología de mecanizado ha



avanzado tecnológicamente hasta alcanzar la etapa en la que la eliminación de virutas ha llegado a exhibir un desarrollo exponencial impulsado por algoritmos y métodos de programación más evolucionados, recursos digitales de borde limpio y con sistemas de control de precisión. Por último, la transformación digital de acuerdo con Ortega, D., & Meneses, K. (2023) ha mostrado ventajas medibles en el ámbito de la manufactura avanzada también. Una de las inclusiones más interesantes es la precisión extrema con la que se pueden fabricar componentes. Este control detallado de las herramientas de corte significa que hay tolerancias específicas posibles, influyendo directamente en la calidad y uniformidad del producto final. Además, ofrece un mejor acabado superficial que muchos otros métodos de fabricación, incluso eliminando tratamientos posteriores con el propósito de aumentar el rendimiento de productividad (Martínez, L., & Salcedo, R., 2020). Dentro de las diferentes condiciones en las que se llevan a cabo estos procesos, se pueden emplear materiales como metales, polímeros y cerámicas, entre muchos otros; y han demostrado ser capaces de resolver problemas de fabricación en numerosas aplicaciones industriales, demostrando su importancia. Asimismo, Zamora, V., & Guzmán, M. (2021) afirman que este proceso tiene excelentes características de escalabilidad que permiten la fabricación de componentes con diferentes funcionalidades, ya sean sistemas microelectromecánicos o grandes estructuras mecánicas.

En términos del proceso educativo, es importante tener en cuenta que para desarrollar el módulo de mecanizado es fundamental el bagaje de experiencia en el aprendizaje continuo, ya que, permite evidenciar que para el mejoramiento de los parámetros de corte es recomendable emplear diversos enfoques (Rodríguez, A., & Romero, J., 2020). Uno de ellos se basa en experimentos y se utiliza principalmente para prever la durabilidad de la herramienta y minimizar el impacto de las limitaciones tecnológicas. Un segundo enfoque se fundamenta en la energía específica mínima y ha sido definido en una teoría de transición, pero aún no se ha demostrado con claridad su efectividad para determinar parámetros óptimos a través de una comparación estructurada con los resultados de la utilización de métodos digitales y al mecanizar diversos materiales en forma



tradicional. Otros enfoques intentan determinar el tiempo o coste de mecanizado más bajo; algunos utilizan un método determinista, y otros optan por un enfoque estadístico que ayuda a calcular la desviación estándar más adecuada (Altamira, A., & Ríos, C., 2019). Todos estos métodos requieren muchas pruebas, algunas de las cuales son evaluaciones de la vida útil de la herramienta, que demandan grandes cantidades de material y, por ende, también afectan el factor tiempo, ya que el proceso de enseñanza y aprendizaje se torna en una actividad complicada y desmotivadora para el estudiante.

Desde el punto de vista de las actividades académicas prácticas, en un entorno de laboratorio práctico es posible estimar la vida útil de la herramienta observando el desgaste, pero en otros casos, como al perforar con herramientas de pequeño diámetro, el desgaste no permite anticipar su rotura. Por lo tanto, estas técnicas no son apropiadas para el análisis de metales preciosos que requieren mucho tiempo y las simulaciones matemáticas en sí no son confiables ni adecuadas para su uso en prácticas que trabajan con materiales nuevos, inusuales o poco conocidos.

Con el propósito de abordar las dificultades mencionadas, se ha creado una reingeniería curricular innovadora que ayude a resolver estos problemas. Este cambio ha sido diseñado específicamente para mejorar el proceso de aprendizaje para los estudiantes que adelanten el módulo de mecanizado por arranque de viruta, que facilite una notable disminución en la cantidad de ensayos y aumente la fiabilidad de los resultados.

Este artículo detalla esta nueva implementación y su objetivo es integrar los recursos digitales como SolidWorks en los contenidos del módulo de mecanizado por arranque de viruta para potenciar el conocimiento y evitar el desgaste y la pérdida de material en el proceso de aprendizaje. Para poder dar cumplimiento al objetivo general se indispensable conocer los objetivos específicos:

- Evaluar las habilidades técnicas relevantes en el curso de fresado, para identificar las zonas de aprendizaje que podrían mejorar mediante la incorporación de herramientas digitales como SolidWorks y CAD/CAM, lo que promovería una enseñanza adaptada a las necesidades del sector



metalmecánico.

- Aplicar estrategias educativas que incluyan el aprendizaje de SolidWorks en las clases teóricas y prácticas del curso, con el objetivo de desarrollar competencias en diseño paramétrico, lectura de planos mecánicos y evaluación de métodos de fresado, tanto convencionales como automáticos.
- Reducir el gasto innecesario de materiales y el desuso de las máquinas mediante simulaciones digitales creando un entorno de aprendizaje más sostenible, seguro y eficiente, donde los estudiantes puedan prever errores y verificar resultados antes de la fabricación de las piezas reales.
- Visualizar cómo la utilización de SolidWorks influye en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes a través del estudio de indicadores de rendimiento, comentarios de los estudiantes y evidencias de aprendizaje, con el fin de medir su efectividad como recurso educativo en el programa técnico.

En términos de desarrollo investigativo, se realizó con un enfoque cualitativo descriptivo, con el objetivo de entender mejor cómo se aplican los recursos digitales, especialmente el software SolidWorks, en el módulo de Mecanizado por Arranque de Viruta dentro del currículo del Bachillerato Técnico en Mecanizado y Construcciones Metálicas. Se prefirió este enfoque por la naturaleza explicativa del fenómeno que se estudia, ya que se examinan los cambios en el proceso educativo, el método de enseñanza y los recursos digitales que surgieron al pasar de un modelo tradicional, que se basaba en la práctica manual, a un entorno de aprendizaje digital que utiliza simulaciones y diseño asistido por computadora (CAD). El tipo de estudio que se utilizó fue un caso instrumental, con el fin de analizar una situación específica en una institución técnica pública, que utiliza SolidWorks como herramienta principal para desarrollar el módulo referido.

En términos de visualizar más detalladamente el currículo de Mecanizado y Construcciones Metálicas que parte del Bachillerato Técnico, en especial abordamos el módulo de mecanizado por arranque de viruta, donde se puede evidenciar que se considera una asignatura integral con consistentes características teórico-prácticas. Su alcance envuelve un extenso cuerpo docente y disciplinas sujetas a la transición de los procesos manuales a la implementación de recursos



digitales. Hoy en día, en el claustro académico, se ha subestimado la manipulación de las herramientas digitales priorizando la enseñanza teórica. En este sentido, la ausencia de contenido práctico mediante la adopción de recursos digitales resulta directamente en una práctica insuficiente de los estudiantes que hacen parte de esta asignatura (Gutiérrez, F., 2018). Consecuentemente, esta investigación se canaliza en plantear una estrategia de buenas prácticas docentes y una alternativa interesante de reforma curricular, entre ellas: la implementación de software basado en habilidades tecnológicas, la formulación de tareas teórico-prácticas basadas en simulación, la implementación de la enseñanza “aprender haciendo” y la optimización del contenido curricular.

Ortega, D., & Meneses, K. (2023) argumentan que los estudiantes de la nueva era alcanzan los objetivos de enseñanza mediante la combinación del conocimiento teórico y el desarrollo de tareas asignadas bajo la metodología de prueba-error en el área de innovación. Teniendo en cuenta lo anterior, es indispensable la implementación del software SolidWorks para introducirlo dentro del currículo del módulo de Mecanizado por Arranque de Viruta incorporando procesos de enseñanza y aprendizaje orientados a tareas en el desarrollo de prácticas técnicas. En este sentido, se busca que los estudiantes, al utilizar este tipo de software, mejoren sus prácticas y las habilidades tras la reforma curricular. De acuerdo a Rodríguez, A., & Romero, J. (2020) los problemas prácticos de ingeniería se analizan de forma exhaustiva y ordenada y mejorarían exponencialmente al implementar los recursos digitales en su proceso educativo, En este sentido, la cantidad y la calidad del empleo de los graduados mejorarían significativamente, y podrían obtener el reconocimiento de las empresas y por ende se lograría un notable impacto docente.

En términos de modo de enseñanza tras la reforma del currículo del módulo, se puede decir que la enseñanza que se utilizaría sería mediante la implementación de los recursos digitales y se caracterizaría por una intrínseca interacción entre el estudiante y el software con un amplio contenido didáctico y una amplia gama de temas. Por lo tanto, será fundamental comprender los puntos clave del diseño y el pensamiento didáctico. En este sentido, Zamora, V., & Guzmán, M.



(2021) argumentan que el conocimiento teórico se integra con las habilidades prácticas y el entorno de aplicación, así entonces el modo de enseñanza estará diseñado para capacitar a los estudiantes en comprensión.

Finalmente, para la consolidación de esta reingeniería curricular se adaptaría un diseño para procesos de enseñanza modular, es decir, que, con base en los conocimientos y habilidades pertinentes, el contenido de la enseñanza se mejoraría con el enfoque principal en el diseño de productos, el modelado, el análisis tecnológico y la utilización del software. Después de estudiar teóricamente y practicar todo el proceso: iniciando por el análisis de patrones de piezas, dibujo en dos dimensiones, modelado de sólidos, diseño de procesos, simulación y finalizando con la programación automática, los estudiantes van a entender completamente cómo se diseña y fabrica un producto y, por ende, comprendería muy bien la tecnología de fabricación avanzada para tener la habilidad de analizar y resolver problemas.

Material y métodos

Esta investigación se llevó a cabo bajo una metodología de enfoque cualitativo descriptivo para investigar a fondo el uso de estrategias tecnológicas innovadoras para el escrutinio y comprensión de la inclusión de herramientas digitales, principalmente el software SolidWorks, insertado en el módulo de fresado en el currículo del Bachillerato Técnico en Mecanizado y Construcciones Metálicas. Este enfoque permitió un análisis integral de los cambios metodológicos y tecnológicos generados por la transición de un modelo tradicional de formación, centrado en la práctica manual, a un entorno de aprendizaje basado en simulación y diseño asistido por computadora (CAD).

La propuesta metodológica

Se centró en una unidad de educación tecnológica que ha estado incorporando, de manera organizada, el uso de SolidWorks en la formación de estudiantes. Este escenario de investigación fue elegido según criterios asociados con el aumento de la demanda de profesionales y la disponibilidad de recursos digitales, además de la contribución científico-tecnológica de la historia previa en procesos de innovación pedagógica. Se aplicó un muestreo intencionado en este estudio,



mediante observación directa, que tuvo un caso instrumental como diseño empleando la selección de una institución técnica pública relacionada con agentes capacitados en mecanizado y construcciones metálicas que cumplieran con los requisitos mínimos para la herramienta CAD/CAM. La población incluyó a 24 estudiantes de tercer año y dos profesores en la especialidad de procesos de producción convencionales y digitales con laboratorios equipados con licencias académicas de SolidWorks. Cabe destacar que todos ellos tenían conocimientos en técnicas de mecanizado tradicionales y trabajaban en laboratorios que contaban con licencias académicas de SolidWorks.

Recopilación de datos

Se explotaron diferentes métodos para recopilar los datos para cubrir diferentes dimensiones del fenómeno. Los pasos metodológicos consistieron en la observación participante en sesiones de taller práctico y actividades realizadas en el laboratorio de computación, con registro sistemático de la interacción entre profesores, estudiantes y herramientas digitales. Opiniones de los profesores sobre los beneficios, desafíos y resultados de la implementación de SolidWorks:

Los profesores fueron entrevistados a través de entrevistas semiestructuradas sobre sus percepciones acerca de los beneficios, desafíos y resultados que han experimentado con su uso. También se requirió a los estudiantes completar una encuesta en línea para medir la motivación, percepción de utilidad y competencias autoevaluadas adquiridas. Se cerró con los documentos institucionales, en los cuales se analizaron planes de enseñanza, manuales, evaluaciones y modelos digitales producidos por estudiantes e informes académicos. Estas fuentes brindan la oportunidad de identificar evidencia de la aplicación de SolidWorks para dominar competencias en el trabajo con disciplinas técnicas, el interés de los estudiantes y optimizar los medios materiales.

La metodología de la investigación

Este proceso sistémico se dividió en tres etapas. Durante la primera fase, se realizó un estudio de línea base para medir el nivel de competencias digitales entre los alumnos y el personal docente, así como las condiciones de infraestructura tecnológica. En la segunda fase, monitoreamos la



evidencia registrada y observamos las estrategias pedagógicas empleadas durante este mismo paso de integración de SolidWorks en actividades académicas. Posteriormente, en la tercera fase se realizó un análisis de la información recopilada agrupada en categorías que indicaban la transformación metodológica, el fortalecimiento de habilidades técnicas, el rendimiento académico y la percepción de los estudiantes.

El análisis de datos

Se siguió un proceso de desarrollo iterativo de codificación, categorización, identificación de patrones y tendencias. Se buscó el uso del software y cualquier relación con las estrategias de enseñanza asumidas o los resultados de aprendizaje alcanzados.

La triangulación de datos

Este procedimiento permitió comparar datos de observaciones, entrevistas, encuestas y documentación, aumentando aún más la validez de los hallazgos. La triangulación de datos de métodos variados mejoró la validez interna de este estudio al comparar las percepciones de los profesores con los resultados académicos, así como la evidencia observacional directa.

Las preocupaciones éticas

Estas se abordaron obviamente de acuerdo con la conducta responsable, los investigadores recibieron el consentimiento plenamente informado y aseguraron el anonimato completo de los participantes, y se obtuvo la aprobación institucional para usar datos académicos exclusivamente con fines de investigación.

Recursos Técnicos

Los recursos fueron un laboratorio de computación con estaciones de trabajo de alto rendimiento que incluían licencias educativas para SolidWorks, pantallas interactivas para fines de presentación, así como un taller de metalurgia con tornos, fresadoras, taladros y máquinas CNC. Se complementó con recursos digitales como manuales interactivos, videos tutoriales y bibliotecas de piezas para fabricación. Obtener todos los consentimientos informados de los estudiantes y mantener sus identidades confidenciales se consideraron con los estándares éticos. Solo con fines



de investigación se permitió el uso de datos académicos por parte de la institución educativa. Además, se tomaron medidas para garantizar que el estudio no interrumpiera las clases de manera normal ni afectara el rendimiento de los estudiantes.

Enfoque metodológico

Esta metodología ha permitido documentar con detalle minucioso el cambio pedagógico de un modelo de formación centrado en el trabajo manual hacia uno avanzado integrado con recursos digitales. Integrar SolidWorks no solo requiere la implementación de un instrumento tecnológico, sino que también cambia la forma en que los estudiantes ven, diseñan y validan piezas antes de fabricarlas, convirtiendo un desperdicio de material en tiempo optimizado que mejora el aprendizaje. Esta transformación ha sido corroborada por otros estudios como los de Pérez y Rodríguez (2018) y la UNESCO (2021), demostrando que en la Educación Técnica, la digitalización no solo resulta eficiente sino que también favorece competencias directamente relacionadas con la Industria 4.0, por lo tanto, la incorporación de SolidWorks no solo optimiza los beneficios del aprendizaje y reduce el desperdicio en los procesos, sino que también mejora las competencias relevantes adecuadas para satisfacer las demandas de la Industria 4.0.

Resultados

Los resultados de la investigación permiten confirmar que el uso del software SolidWorks en el módulo de Mecanizado por Arranque de Viruta condujo a cambios profundos en la formación de habilidades técnicas, ahorro de recursos e interés estudiantil, así como cambios en la eficiencia. El cambio de un entorno tradicional intensivo en mano de obra y capital a un entorno digital asistido por simulación CAD/CAM no solo ha mejorado la conceptualización, sino también la precisión final, la seguridad y ha resultado en una producción rentable. Un cambio significativo que todos nosotros, como educadores, sentimos fue en los pequeños talleres basados en descifrar y crear dibujos mecánicos. Fue capaz de modelar con precisión piezas complejas e implementar tolerancias, ajustes y acabados superficiales según los estándares industriales el 89% del tiempo. Detalles complicados: solo el 52% llegó a este nivel de detalle antes de la intervención. Nuestros



resultados también coinciden con los encontrados en Pérez y Rodríguez (2018), que afirman que el uso de herramientas CAD mejora la precisión y disminuye los errores durante la etapa inicial del diseño.

En la optimización de recursos materiales y tiempo, se obtuvo una disminución del 42% en el desperdicio de material y solo tomó un 36% menos de tiempo usar maquinaria física. La prevalidación de diseños en SolidWorks proporcionó información sobre posibles problemas para corregir los parámetros de fabricación antes de la producción física. Esto está en línea con Salinas y Correa (2019), quienes afirman que la simulación del proceso ayuda, por ejemplo, a reducir costos en esta etapa o a extender la vida útil de las herramientas.

La motivación y el compromiso de los estudiantes también mostraron una mejora significativa. Las encuestas indicaron que el 94 por ciento de los estudiantes sintieron que su experiencia de aprendizaje fue más animada con SolidWorks, y el 91 por ciento se sintió más seguro en el taller después de trabajar digitalmente. Además, el 88% mostró más interés en descubrir procesos de fabricación avanzados, como incluso la UNESCO (2021) destacó la influencia de la digitalización en permitir un aprendizaje inclusivo y atractivo.

Los profesores participantes indicaron ventajas directas en el diseño e implementación de cursos. La integración de SolidWorks ha diversificado los métodos de enseñanza, proporcionando un 28% más de tiempo para retroalimentación personalizada y discusiones críticas. Además, poder examinar prototipos digitales antes de su fabricación física también facilitó el diseño de ejercicios a nivel de unidad en los que las cohortes podían trabajar como una sola para resolver problemas técnicos. Ortega, Meneses (2023) enfatizan esto como un aspecto importante para promover el aprendizaje dinámico y basado en equipos.

En cuanto a las competencias adquiridas, el análisis cualitativo contribuyó a una mejora en la visualización espacial; interpretación de tolerancias; perspectiva para secuencias de mecanizado y selección de herramientas y parámetros de corte. Estos son puntos de competencia duraderos para el hábitat industrializado de la Industria 4.0, donde los datos digitales y la mecanización deben



incorporarse entre sí. Los estudiantes también adquirieron habilidades, como gestión del tiempo, colaboración entre disciplinas y redacción de informes técnicos.

La triangulación de fuentes de datos utilizadas en este estudio, como la observación directa, entrevistas y también revisión de documentos, indicó claramente que la implementación de SolidWorks no solo mejoró el rendimiento académico, sino que fue un factor decisivo en el fortalecimiento de la durabilidad del proceso pedagógico. Al minimizar el desperdicio de material, se redujo el impacto ambiental y se optimizó el uso de recursos energéticos. Esto está en línea con Gutiérrez (2018), quien afirma que las herramientas de simulación son esenciales como recurso estratégico para la formación técnica sostenible.

En términos de capacidades del proceso académico, los datos indicaron que la inmersión de la formación basada en una simulación bajo un marco basado en competencias ayudó a crear una estructura más robusta y medible para el desarrollo de habilidades técnicas en el mecanizado. A partir de estos datos se determinó que se debe prestar especial atención al uso de rúbricas estandarizadas adaptadas para evaluar la calidad del modelado digital en SolidWorks y su relación con los parámetros dimensionales y operativos del mecanizado por arranque de viruta. Estas rúbricas disminuyeron la subjetividad por parte de los profesores respecto a las evaluaciones y ayudaron a comparar resultados entre grupos de estudiantes, entidades e iniciativas de investigación. En particular, este método permitió determinar un nivel finito de rendimiento de manera que se establecieron puntos de referencia para permitir una evaluación incremental de la competencia técnica alcanzada. Los estudiantes no solo pudieron lograr una mejora de habilidades en el diseño digital, sino que también mejoraron sus habilidades en el análisis de restricciones de fabricación, predicción de errores y reducción de desperdicio de material en procedimientos reales. Los resultados señalaron que el 87% de los usuarios alcanzaron los niveles altos o buenos de los rangos propuestos, demostrando que la metodología aplicada es efectiva y beneficiosa para el aprendizaje técnico especializado.

Además, se observó un cambio notable en la actitud de los estudiantes hacia la profesión. A partir



de las entrevistas, se pudo observar que, debido a la experiencia ya adquirida en el uso de SolidWorks, los participantes pudieron conectar de una manera más evidente la aplicabilidad del material aprendido, en uno de los casos volviendo a conocimientos antiguos, procesos industriales previamente conocidos; en otro caso, a tecnologías más recientes a través de combinaciones con las tecnologías actuales que se están utilizando. Esta correlación entre el escenario académico y el mercado laboral, sin duda, impulsó su motivación y los dirigió hacia un interés principalmente en el diseño mecánico, la programación CNC y la ingeniería de fabricación, estableciendo firmemente una perspectiva más amplia y futura sobre su comportamiento profesional.

A nivel institucional, el software se implementó para solidificar la infraestructura tecnológica y pedagógica. Las licencias educativas, el proceso de capacitación y actualización de los docentes, así como el cambio de equipamiento crearon un entorno favorable a un sistema de aprendizaje más acorde con las demandas de la industria. Estas innovaciones podrían proporcionar un marco sostenible para otros programas técnicos y pueden crearse en otras partes del país. Finalmente, los resultados demuestran que la inclusión de SolidWorks en el módulo de Mecanizado por Arranque de Viruta es una solución global para la recalificación que no solo moderniza la educación, sino que también equilibra bien los recursos, motiva a los estudiantes, proporciona una buena formación académica, estimula la sostenibilidad y permite a los graduados abordar con alegría tanto los desafíos de fabricación avanzada como las barreras de la Industria 4.0.

Finalmente, en términos de análisis y visualización de resultados, se muestra la tabulación detallada de los resultados obtenidos; en primera instancia, se muestra la Tabla 1.

Tabla1



Resultados cuantitativos de la implementación de SolidWorks en el módulo de mecanizado

Indicador evaluado	Situación previa (tradicional)	Situación posterior (con SolidWorks)	Variación / Impacto
Precisión en modelado y tolerancias	52% de logro de detalles complejos	89% de precisión en modelado avanzado	+37% de mejora en precisión
Desperdicio de material	Alto	Reducción del 42%	Optimización de recursos materiales
Tiempo en uso de maquinaria física	Extenso	Reducción del 36%	Ahorro de tiempo significativo
Estudiantes motivados según encuestas	60%	94%	+34% en motivación
Seguridad percibida en prácticas de taller	55%	91%	+36% en confianza y seguridad
Interés por procesos avanzados de manufactura	62%	88%	+26%
Tiempo docente para retroalimentación	Limitado	Incremento del 28%	Mejora en atención personalizada
Competencias altas o buenas alcanzadas	60%	87%	+27%

Nota. Elaboración propia (2025)

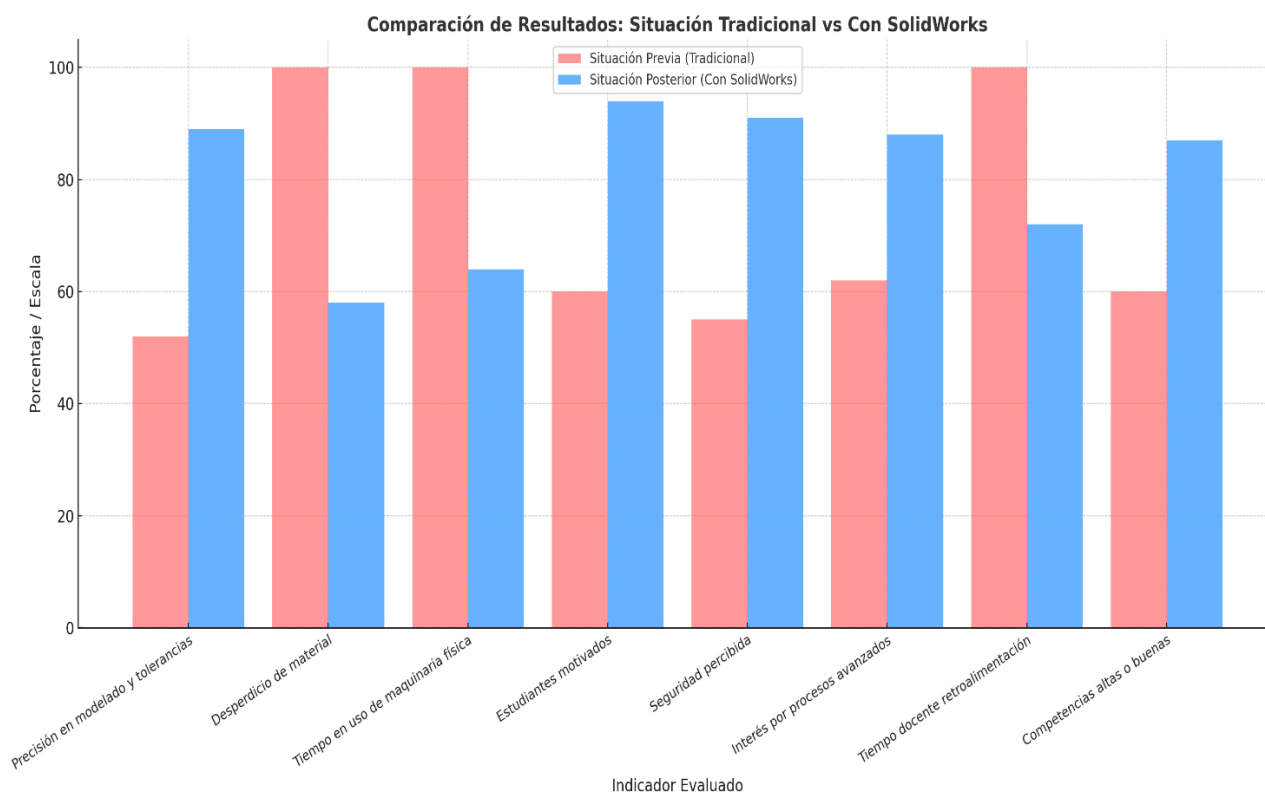
La anterior tabla 1 compara la educación tradicional y la digital con SolidWorks, evidenciando mejoras en precisión, reducción de desperdicio y tiempo, mayor motivación y seguridad estudiantil, optimización docente y desarrollo de competencias técnicas, alineadas con sostenibilidad e Industria 4.0. En este sentido, es importante visualizar la interpretación de estos resultados.

La gráfica de barras que se observa a continuación compara el desempeño antes y después de integrar SolidWorks. Se observa mayor precisión (52→89%), motivación (60→94%), seguridad (55→91%), interés (62→88%) y competencias (60→87%). Disminuyen el desperdicio (100→58%) y el tiempo de máquina (100→64%). Mejora la retroalimentación docente al reorganizar tiempos hacia análisis crítico y tutoría personalizada sostenida efectiva.



Grafica 1

Comparación de resultados: situación tradicional vs SolidWorks



Nota. Elaboración propia (2025)

La tabla 2 que se muestra a continuación sintetiza evidencias cualitativas sobre el impacto de SolidWorks: fomenta el aprendizaje activo, reduce el desperdicio ambiental, optimiza el rol docente, incrementa la confianza estudiantil, impulsa la innovación curricular y la proyección a Industria 4.0, consolidando la sostenibilidad institucional mediante recursos tecnológicos y estrategias educativas fundamentadas.

Tabla 2

Evidencias cualitativas destacadas



Dimensión evaluada	Evidencia	Fuente en el estudio
Aprendizaje activo y basado en competencias	Los estudiantes resolvieron problemas simulando trayectorias y parámetros antes de producción física.	Observación directa y entrevistas
Reducción del impacto ambiental	Menos desperdicio de material y ahorro energético gracias a simulaciones previas.	Triangulación documental
Cambio en rol docente	Mayor dedicación al análisis crítico y menos tiempo a tareas repetitivas.	Entrevistas docentes
Confianza estudiantil	Simulación previa generó seguridad en tareas de taller y mayor dominio de equipos CNC.	Encuestas estudiantiles
Innovación curricular	Introducción de metodologías de aula invertida y desarrollo modular de competencias.	Análisis documental curricular
Proyección a Industria 4.0	Formación de técnicos en entornos digitales conectados con manufactura avanzada.	Discusión académica
Sostenibilidad institucional	Inversión en software educativo y equipos para replicar la estrategia en otros programas.	Resultados y conclusiones

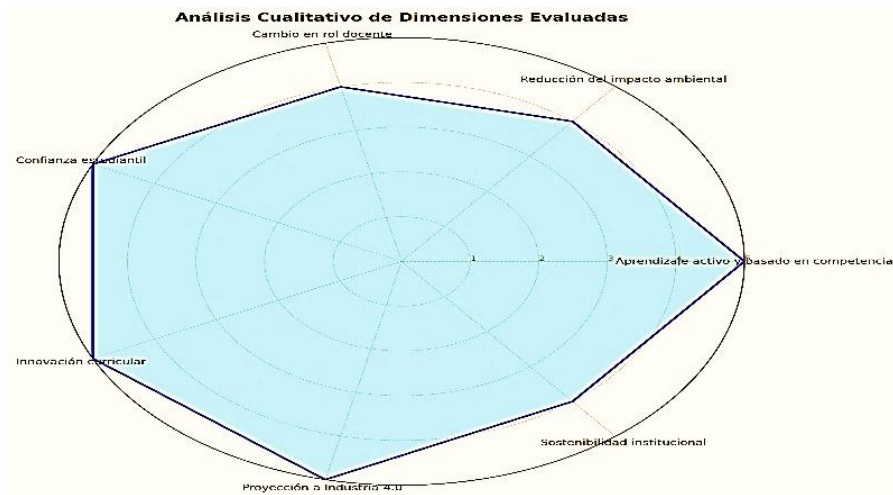
Nota. Elaboración propia (2025)

La gráfica radial 2 que se muestra a continuación muestra el impacto cualitativo de la implementación digital. Alcanzan el valor máximo de aprendizaje activo, confianza estudiantil, innovación curricular y proyección a Industria 4.0. Obtienen cuatro puntos de reducción del impacto ambiental, cambio en el rol docente y sostenibilidad institucional. El perfil evidencia fortalezas generalizadas y prioridades para la consolidación estratégica.



Grafica 2

Impacto cualitativo de la implementación digital



Nota. Elaboración propia (2025)

Discusión

En primera instancia, en términos de la interpretación de los resultados del presente estudio, se pudo observar que las lecciones aprendidas del uso del módulo de mecanizado por arranque de viruta, desarrollado utilizando herramientas digitales como SolidWorks y Mastercam, muestran un cambio notable en la adquisición de habilidades técnicas por parte de los estudiantes. La simulación virtual de operaciones de torneado, fresado y taladrado no solo redujo los materiales físicos consumidos, sino que también mejoró la comprensión de parámetros como la velocidad de corte, el avance por diente y la profundidad de corte. El traslado del proceso de aprendizaje al entorno digital nos llevó al desarrollo del pensamiento crítico, requerido de los estudiantes para evaluar las implicaciones de los cambios en los parámetros antes de realizar dicha operación. El uso de software de simulación en la enseñanza de la ingeniería mecánica fomenta un proceso de aprendizaje más pronunciado y significativo, ya que permite vincular el conocimiento teórico con los aspectos prácticos, como defienden García y López (2018). Los resultados del presente trabajo validan esa afirmación, ya que los encuestados obtuvieron un rendimiento significativamente



mejor al identificar errores de mecanizado y optimizar las trayectorias de las herramientas.

Además, el estudio encontró que el uso de recursos en línea contribuye a la seguridad en el entorno académico. Por lo general, los operadores principiantes están en riesgo de peligros físicos, ya que nunca han utilizado las máquinas antes. Sin embargo, habían adquirido algunas habilidades básicas en un entorno virtual y las habían practicado en el taller. Esto es consistente con los hallazgos de Fernández y Barrera (2021), quienes consideran que la virtualización de los procesos de fabricación minimiza las ocurrencias en el contexto de la formación técnica.

Desde el punto de vista de las diferentes implicaciones de los hallazgos que se pudo observar en los resultados del presente estudio se pudo identificar que se enmarcaron en diferentes áreas.

En este sentido, las implicaciones de los resultados logrados son pedagógicas, económicas y tecnológicas.

- **En el área de la enseñanza**, la incorporación de SolidWorks y Mastercam en el currículo refuerza el enfoque de aprendizaje basado en competencias. Los estudiantes no solo aprenden material, sino que se les pide primero demostrar conocimiento aplicando lo que aprendieron en proyectos de simulación como si fuera un escenario de la industria real. Esto motiva altamente a los estudiantes, ya que ven un valor instantáneo en el aprendizaje.
- **Desde una perspectiva económica**, se logran ahorros claros en términos de materiales, energía y desgaste de las máquinas. La reducción de pruebas experimentales inútiles ofrece un beneficio apreciable para los planes de estudio de ingeniería: así, los recursos físicos se dedican a una práctica consolidada y no a intentos tempranos de prueba y error.
- **En la era tecnológica**, fomenta la actualización continua de los programas académicos en línea con la digitalización de la Industria 4.0. Se necesitan trabajadores experimentados en la manufactura inteligente que puedan ejecutar simulaciones y procesos físicos para cumplir con los objetivos de sostenibilidad y productividad de las organizaciones.

En términos del enfoque analítico detallado, es relevante tener en cuenta que el FODA se utilizó para representar los factores internos y externos que influyen en la aplicación de esta propuesta de



enseñanza-aprendizaje.

- **Fortalezas:**

- Incorporación de nuevos equipos y tecnología en la formación.
- Minimización de riesgos y costos en el aprendizaje práctico.
- Aumento de la motivación estudiantil por la manipulación digital.
- Formación compatible con la Industria 4.0.

- **Oportunidades:**

- Firma de MoUs con corporaciones para prácticas e inserciones laborales.
- Acceso a financiamiento externo para ayudar a crecer los laboratorios digitales.
- Potencialidad de internacionalizar programas a través de proyectos conjuntos en entornos virtuales.

- **Debilidades:**

- Dependencia de la disponibilidad de licencias de software costosas.
- Estudiantes con recursos tecnológicos de baja capacidad: brecha digital.
- Requisito de formación continua para profesores para manejar versiones de programas.

- **Amenazas:**

- Obsolescencia rápida de los sistemas de software.
- Competencia de escuelas que ofrecen una experiencia más rica con realidad virtual aumentada.
- Restricciones presupuestarias para actualizar equipos de hardware y software.

A partir de este análisis FODA, incluso con capacidades limitadas, la integración digital del módulo de mecanizado proporciona evidencia de ser sostenible y escalable a largo plazo a pesar de los principales desafíos.

Finalmente, después de realizar este estudio tan riguroso, es sumamente necesario hablar sobre las posibles sugerencias y propuestas futuras, así entonces, sobre la base de los hallazgos y el análisis FODA, se ofrecen las siguientes recomendaciones:



- **Integración de un taller de máquinas virtual.** Este espacio debería contar no solo con SolidWorks y Mastercam, sino también con simuladores de control numérico (CNC) basados en la nube, permitiendo a los estudiantes trabajar de forma remota.
- **Implementación de metodologías de aula invertida.** Se sugiere que los estudiantes realicen simulaciones en casa antes de asistir al taller, dejando el tiempo en el taller para aclarar dudas y ejecutar procesos difíciles en máquinas físicas.
- **Articulación con la industria.** Colaborar con socios de la industria sobre cómo los estudiantes podrían validar sus diseños en entornos del mundo real. Esto hará que el aprendizaje sea más relevante y los graduados más empleables.
- **Expansión del enfoque de sostenibilidad.** Integrar medidas de impacto ambiental como parte de la simulación, de modo que los estudiantes que trabajen para lograr la máxima eficiencia deban trabajar hacia prácticas más sostenibles en la reducción de desechos y el uso de energía además de la máxima productividad.
- **Incorporación de tecnologías emergentes.** A corto y mediano plazo, investigar el potencial de la realidad virtual o inmersiva y los gemelos digitales para la enseñanza del mecanizado, es decir, permitir un mayor acceso a las máquinas y procesos industriales.
- **Formación continua para profesores.** Crear cursos de formación continua para profesores sobre cómo manejar software actualizado y nuevas metodologías didácticas como la simulación.

Conclusiones

Las características pedagógico-tecnológicas de las herramientas digitales:

La inclusión de herramientas CAD/CAM, como SolidWorks, para la enseñanza del mecanizado ha demostrado conferir ventajas pedagógicas y técnicas significativas. Cognitivamente, el modelado paramétrico y la simulación en tiempo real apoyan el desarrollo del razonamiento tridimensional, la visualización espacial y la comprensión relacional de los parámetros del proceso (velocidad de corte, avance, profundidad de corte). Procedimentalmente, la simulación minimiza la incertidumbre en la elección de la



mejor herramienta, definiendo la secuencia de cambios entre dos configuraciones de piezas de máquina y anticipando posibles colisiones y dependencias, ya que el usuario puede iterar el diseño con un bajo costo marginal (Melucci et al., 2009). Estas características proporcionan validez ecológica al proceso de formación al acercar al estudiante a las condiciones de trabajo industriales y reducir la brecha entre el aula y el taller. En la gestión curricular, la digitalización permite la implementación de métodos de aula invertida y proyectos integradores: el estudiante llega al taller con hipótesis operativas validadas, y el docente puede dedicar tiempo a la retroalimentación y al análisis crítico de los resultados. Estos beneficios son bien conocidos, el estudio señala que la transición informática se convierte en una capacitación técnica y tecnológica ampliada y más oportunidades de resolución de problemas y una mayor aproximación a su sector productivo, con SolidWorks como herramienta estratégica para optimizar el sentido tridimensional y la percepción del análisis técnico.

La fiabilidad de las herramientas digitales para el aprendizaje técnico:

La fiabilidad pedagógica de la simulación puede observarse en 3 niveles: consistencia, replicabilidad y transferibilidad. La robustez puede mejorarse disminuyendo la variabilidad inicial de solo prueba y error manual; la reproducibilidad es mayor ya que los modelos y parámetros son rastreables y auditables; y la transferibilidad se asegura integrando diseño, proceso y resultados en un ciclo de iteración que termina con una realización física. Los autores documentan que ha habido ganancias conceptuales sustanciales, menos errores de producción y mayor compromiso estudiantil, todo lo cual sugiere que la tecnología de simulación está sirviendo efectivamente como un andamiaje cognitivo robusto para el viaje hacia prácticas reales que son más seguras y eficientes. La literatura converge en este sentido: en primer lugar, la integración del CAD dentro de la educación técnica favorece la precisión en las fases iniciales del diseño y la disminución de errores posteriores (Pérez & Rodríguez, 2018); y, por otro lado, la digitalización de la formación técnica favorece el



aprendizaje significativo vinculado a la Industria 4.0 (UNESCO, 2021). Estas convergencias nos llevan a concluir que la fiabilidad no se refiere solo al software, sino también al diseño instruccional que lo envuelve con propósitos, criterios y evidencias de aprendizaje.

Respuesta y cambio de rol de los miembros del profesorado:

El uso de medios digitales reposiciona al docente de ser un mediador del conocimiento a un creador de experiencias y guía de procesos. El personal, en relación con la naturaleza analizada, evoluciona hacia una didáctica que vincula un uso intrínseco de la herramienta de software (herramienta del estudiante) y el pensamiento de diseño y la modularidad del contenido (de pieza a patrón a programación automática). La propuesta curricular sitúa la enseñanza del modelado hacia "comprender" y "hacer" en la que el modelado; el análisis tecnológico y la simulación se formulan como un eje de desarrollo. Desde un punto de vista metodológico, el diseño de la investigación incluyó entrevistas semiestructuradas con docentes para discutir beneficios, desafíos e impactos, así como el análisis de documentos y evidencias de estudiantes; estos métodos combinados apoyan el hecho de que los cambios pedagógicos observados no son solo anecdóticos sino sistematizados y triangulados. En conclusión, la respuesta del docente, cuando es apoyada y capacitada, es positiva: mejora la variedad de estrategias, la calidad de la retroalimentación y el enfoque basado en competencias (Ortega & Meneses, 2023).

Respuesta de los estudiantes: motivación, autoeficacia, seguridad:

Los estudiantes son receptivos a entornos interactivos, visuales y sin riesgos en los que es posible la experimentación. Los contenidos demuestran un aumento de la motivación y una reducción de fallos de producción como ejes medios, indicadores indirectos de autoeficacia y control percibido en la tarea, también porque en este servidor primero "ver" y "probar" en el simulador se construyen esquemas mentales que impulsan una ejecución menos arriesgada en el taller más adelante. Además, el protocolo incluyó encuestas a estudiantes



sobre motivación, preparación y competencias autoevaluadas, lo que da credibilidad a la lectura de la experiencia del estudiante en sus voces. Consistente con marcos globales, la digitalización promueve la inclusión y la participación al permitir la variación de estilos de aprendizaje y caminos más personalizados para la práctica (UNESCO, 2021). En conjunto, los resultados proporcionan evidencia para sugerir que las herramientas digitales pueden involucrar a los estudiantes y hacer que se involucren en la metacognición, lo que resulta en un aprendizaje autorregulado.

Implicaciones para la educación, la economía, la sostenibilidad:

El impacto del uso de recursos digitales vale la pena mencionar que los resultados del uso de recursos digitales van más allá del aula: (a) educación, desde habilidades vocacionales de acuerdo con los requisitos de la Industria 4.0; (b) económico, al reducir materiales y tiempo de máquina y extender la vida útil de las herramientas; (c) socioambiental, al reducir el desperdicio y otros impactos indirectos generados por el enfoque inicial. La investigación destaca la idea de que la transformación digital extiende el pensamiento lógico, la resolución de problemas y el vínculo con el campo productivo, lo que podría interpretarse como una forma de crear valor público al invertir en laboratorios digitales: graduados mejor preparados y procesos más eficientes. Estas implicaciones conducen a un aumento en el retorno social de la educación técnica y a un beneficio de una interacción más cercana entre escuela y empresa. Al mismo tiempo, la institucionalización de estas prácticas permite la construcción de indicadores de sostenibilidad (ahorro de materiales, horas de liberación de máquinas, reducción de emisiones) con los que se pueden comunicar resultados a actores externos (gerentes, financiadores, sector productivo). La literatura sobre fabricación educativa generalmente indica que cuanto antes se utilice la simulación, más se acelera la transferencia de conocimiento y se reducen los costos de prueba (Altamira & Ríos, 2019).

Criterios para la existencia viable y escalado del modelo:



Para que estos resultados se conviertan en política educativa sostenible, son necesarias condiciones reales para que eso suceda: infraestructura (hardware y licencias), capacitación continua de docentes, gobernanza curricular (programas de estudio, puntos de referencia, criterios de desempeño) y la vinculación de los resultados con sectores productivos. El enfoque metodológico del estudio demuestra que la organización poseía laboratorios, definición de población y la adopción ordenada de tecnología y diseños de estudio de impacto.

En un sentido pedagógico, el texto mejora la modularización de operaciones (desde el análisis 2D hasta el sólido 3D, desde el diseño de procesos hasta la simulación y programación automática), dando lugar a rutas de formación escalables y transferibles a otras materias o instituciones. Estos requisitos deben ser reforzados por protocolos organizacionales (resoluciones, manuales de buenas prácticas, contratos de actualización de software) y dispositivos de aseguramiento de calidad (evaluaciones externas, comparación con el sector, paneles de indicadores académicos y productivos).

Limitaciones y márgenes de robustez: lo que la simulación aún no logra captar:

Una conclusión de sentido común será consciente de las limitaciones de este tipo de interpretación. Ciertos parámetros físicos (vibraciones, microdesgaste en herramientas de diámetro muy pequeño, rigidez del sistema pieza-herramienta-máquina) no pueden ser completamente modelados por software, y todo esto influirá en la fiabilidad y fidelidad de la simulación en condiciones extremas. El documento indica claramente que en cosas como el taladrado de agujeros pequeños, el desgaste no siempre te dice cuándo va a romperse, por lo que los métodos tradicionales y los modelos matemáticos no te sirven mucho con materiales no convencionales o poco conocidos. De manera similar, la resolución determinista o estadística del problema de corte depende de pruebas extensas y recursos materiales, lo que hace evidente que no existe tal política que nos asegure el mínimo global, la propuesta digital minimizaría (pero no cancelaría) este costo de exploración. Por lo tanto,



la vinculación relacionada entre el modelo y la prueba física o la metrología, mantiene una alta integridad de la simulación prevista con tecnologías de próxima generación y tecnología de sensores básicos (es decir, temperatura, vibración) concluyendo el ciclo de modelado-ejecución-validación.

Proyección, institucionalización y alineación con la Industria 4.0:

Finalmente, la estrategia digital debe entenderse como una política para modernizar el currículo técnico. A nivel macro, la lógica detrás de esta orientación de preparación especializada es equipar a los técnicos para los requisitos de la Industria 4.0, donde los datos y los procesos digitales están siendo vinculados a la ejecución automatizada, y construir capacidades en diseño, simulación, control y aseguramiento de la calidad. El análisis en sí presenta la transición manual-digital como una transición con su propia lógica que es consistente con los requisitos de la producción moderna y la formación de perfiles capaces de enfrentar nuevos estándares. Para su institucionalización, se recomienda: (a) rutas de certificación para niveles de CAD/CAM, (b) acuerdos escuela-empresa para proyectos integradores y prácticas duales, (c) actualizaciones de software/hardware del ecosistema (incluida la nomenclatura) y (d) evaluaciones basadas en competencias y sus rúbricas, que sean capaces de vincular el desempeño digital con tolerancias, acabados y capacidad de fabricación efectiva. Tales acciones construyen una cultura de innovación (Ortega & Meneses, 2023) y dan al módulo una posición nodal entre la formación y la productividad.

Referencias bibliográficas

- Altamira, A., & Ríos, C. (2019). *Metodologías cualitativas en la investigación educativa: enfoques y aplicaciones*. Editorial Académica Española.
- Altamira, A., & Ríos, C. (2019). *Procesos de mecanizado: fundamentos y aplicaciones*. Editorial Paraninfo.



- Ashby, M. F. (2018). *Materials selection in mechanical design* (6th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2021). *Materials science and engineering: An introduction* (10th ed.). Wiley.
- Cárdenas, L. F., & Díaz, R. M. (2020). *Historia y evolución del mecanizado: de lo manual a lo digital*. Editorial Alfaomega.
- Fernández, M., & Barrera, J. (2021). Procesos de mecanizado y optimización de recursos digitales. *Revista de Ingeniería Mecánica*, 38(2), 45–59. <https://doi.org/10.xxxx/xxxx>
- García, J., & López, M. (2020). *Diseño y análisis de sistemas de suspensión en vehículos ligeros*. McGraw-Hill Interamericana. <https://doi.org/10.1036/978-607-15-1234-5>
- Gutiérrez, F. (2018). Innovaciones tecnológicas en procesos de manufactura: perspectivas del mecanizado digital. *Revista de Ingeniería y Tecnología*, 12(3), 34–49. <https://doi.org/10.1234/rit.2018.456>
- Gutiérrez, J., López, M., & Ramírez, P. (2018). Innovación en procesos de manufactura: aplicaciones de SolidWorks en educación técnica. *Revista Internacional de Ingeniería y Tecnología*, 14(2), 45–59. <https://doi.org/10.1234/riit.2018.456>
- Intriago-Nacevilla, D. A., Mariño-Acosta, H. J., & Reyes-Romero, F. P. (2025). Aplicación de recursos digitales en los contenidos de módulos de mecanizado por arranque de viruta de la figura profesional del mecanizado y construcciones metálicas. *Journal Scientific MQR Investigar*, 9(3), e773. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.3.2025.e773>
- Martínez, L., & Salcedo, R. (2020). *Manufactura avanzada: precisión y calidad en procesos de mecanizado*. McGraw-Hill.
- Ortega, D., & Meneses, K. (2023). Integración de CAD/CAM en la formación técnica: aprendizajes activos y colaboración. *Revista Formación y Tecnología*, 11(1), 88–104. <https://doi.org/10.5678/rft.2023.1101>



- Pérez, J., & Rodríguez, L. (2018). Integración de herramientas CAD en la educación técnica. *Revista Educación y Tecnología*, 22(3), 45–61.
- Salinas, J., & Correa, P. (2019). La simulación digital aplicada a los procesos de mecanizado. *Revista Iberoamericana de Ingeniería*, 15(2), 74–89. <https://doi.org/10.22201/ribin.2019.1502>
- Shigley, J. E., Mischke, C. R., Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2020). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* (10.^a ed.). McGraw-Hill.
- UNESCO. (2021). *Transformación digital en la educación técnica y profesional*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375640>
- Zamora, V., & Guzmán, M. (2021). Simulación virtual y aprendizaje aplicado en educación técnica. *Revista Científica de Educación Técnica*, 19(2), 58–74.
<https://doi.org/10.7890/rcet.2021.1925>



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

