

Eficacia de las actividades extraescolares con un enfoque interdisciplinario y la enseñanza de las tecnologías digitales en Refrigeración

Effectiveness of extracurricular activities with an interdisciplinary approach and the teaching of digital technologies in Refrigeration

Ever Góngora Leyva elevya@buse.ac.zw ⁽¹⁾

<https://orcid.org/0000-0001-5418-5512>

Yoalby Retirado Mediacaja yretirado@ismm.edu.cu ⁽²⁾

<https://orcid.org/0000-0002-5098-5675>

Daisel Lisset Roche Lobaina droche@ismm.edu.cu ⁽²⁾

<https://orcid.org/0009-0007-1651-6537>

Arlenys Carbonell Pupo acarbonell@ismm.edu.cu ⁽²⁾

<https://orcid.org/0000-0002-3716-9075>

⁽¹⁾ Bindura University of Science Education; Bindura, Zimbabwe

⁽²⁾ University of Moa, Moa, Cuba

Resumen: En el estudio realizado se propone implementar un modelo innovador para la enseñanza de la Ingeniería Mecánica, centrado en actividades extracurriculares con enfoque interdisciplinario y tecnologías digitales en el ámbito de la refrigeración. La metodología implementada se sustentó en tres pilares fundamentales: un folleto de instrucciones para cálculo de las cargas térmicas, el software especializado (Solkane, Psychometric Chart C) para las simulaciones y el rediseño del rol profesor como facilitador. Las actividades se organizaron en tres fases: orientación, ejecución y control, incorporando la evaluación formativa. Los resultados demuestran una reducción del 40 % en el tiempo de resolución de problemas, precisión del 85 % en selección de los refrigerantes (comparado con 30 % inicial) y la correlación del 90 % entre teoría y práctica. Significativamente, el 45 % de los estudiantes eligieron temas de refrigeración para sus proyectos de grado, evidenciando mayor motivación y profundidad técnica. El modelo demuestra efectividad en el desarrollo de competencias técnicas, autonomía y pensamiento crítico, superando las limitaciones de los métodos reproductivos tradicionales. Se identificaron como limitaciones dificultades técnicas por equipamiento insuficiente y restricciones de tiempo. El estudio concluye que la integración de innovación pedagógica, rigor técnico y formación ética constituye un paradigma efectivo

para la formación de ingenieros contemporáneos, recomendándose talleres docentes, sobre temas de acceso permanente a recursos digitales y simuladores para el adiestramiento a distancia.

Palabras clave: formación ingeniera, actividades extracurriculares, refrigeración, metodología para el aprendizaje activo

Abstract: This study proposes an innovative model for teaching Mechanical engineering, centered on extracurricular activities with an interdisciplinary approach and digital technologies in the field of Refrigeration. The implemented methodology is based on three fundamental pillars: an educational booklet for calculating thermal loads, specialized software (Solkane, Psychometric Chart C) for simulations, and a redesign of the teacher's role as a facilitator. The activities were organized into three phases: orientation, execution, and control, and formative evaluation is included. The results demonstrated a 40 % reduction in problem-solving time, an 85 % accuracy rate in refrigerant selection (compared to the initial 30 %), and a 90 % correlation between theory and practice. Significantly, 45 % of the students chose refrigeration topics for their thesis projects, demonstrating greater motivation and technical depth. The model proved to be effective in developing technical skills, autonomy, and critical thinking, overcoming the limitations of traditional hands-on methods. Technical difficulties due to insufficient equipment and time constraints were identified as limitations. The study concludes that integrating pedagogical innovation, technical rigor, and ethical training constitutes an effective paradigm for the education of contemporary engineers. It recommends to carry out workshops on topics such as continuous access to digital resources and simulators for remote practice.

Keywords: engineering education, extracurricular activities, refrigeration, active learning methodology

Introducción

La educación superior necesita implementar un nuevo modelo formativo, centrado en el estudiante, adonde las actividades extracurriculares contribuyan a estimular la investigación, vinculada a los proyectos de curso y las tesis de diploma (Garay, 2022), adonde se integren las tecnologías educacionales, el trabajo colaborativo, y el aprendizaje basado en problemas, que garanticen la solución de los complejos desafíos con relación a los enfoques interdisciplinarios (Chi Maimó *et al.*, 2011; La O-Sánchez, 2022). Su diseño se basa en dos modelos: el modelo Trifásico (Preparación-Ejecución-

Evaluación), que es eficaz para los problemas tecno sofisticados (Sánchez & Ortega, 2022), y el modelo Cuatripartito, que prioriza la interacción profesor-estudiante (Benítez Fernández & Fernández García, 2009).

Los proyectos multidisciplinarios tienen valor estratégico para el desarrollo de las competencias profesionales, pero los mismos requieren de la validación cuantitativa y de escenarios de implementación específicos. La incongruencia que existe entre la preparación académica y la práctica profesional, requiere que los estudiantes comprendan las normas profesionales, las convenciones y el lenguaje (Johri, 2022; Lowe *et al.*, 2022). Las actividades menos prescriptivas, basadas en problemas del mundo real, facilitan la transición del enfoque meramente reproductivo a un enfoque innovador (Asplund & Flening, 2022; Lowe *et al.*, 2022). En el diseño de instalaciones de almacenamiento en frío propuesto en esta investigación, se implementa este principio, que valida en la práctica su eficacia, para la preparación integral de los ingenieros.

Los proyectos multidisciplinarios, como las estrategias facilitan el desarrollo de la colaboración y el desarrollo de las habilidades para resolver problemas complejos, en ingeniería (Ancayay Leal, 2024; Chávez Suárez, 2023; Vergara *et al.*, 2024), aunque su eficacia depende de superar vencer los obstáculos, como la fragmentación curricular. La interacción interdisciplinaria promueve el pensamiento y la comprensión profunda de los problemas del mundo real (Gil-Vallejo *et al.*, 2018; Vergara *et al.*, 2024). Uno de sus principales desafíos para su desarrollo es la falta de coordinación y recursos (Rojas Arenas *et al.*, 2020) limitación que el presente estudio corrobora de forma empírica.

Las tareas extracurriculares, definidas como evaluaciones parciales, que validan los objetivos temáticos e interdisciplinarios (Resolución 02/18) (Reglamento de Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior, 2018), permiten articular el aprendizaje autónomo en contextos profesionales reales, desarrollan competencias cognitivas complejas y las habilidades profesionales, ya que funciona como un puente entre las asignaturas y los proyectos de grado. Su diseño efectivo requiere de integración curricular progresiva, dominio por parte del profesor sobre las pedagogías digitales, y la implementación de sistemas de evaluación formativa (Estrada Molina *et al.*, 2018; Medina-Martínez & Ruíz-García, 2021).

No obstante, en cuanto a la tarea extracurricular, se observan obstáculos tales como la insuficiente preparación tecnológica y pedagógica de los profesores y las estructuras curriculares rígidas, que limitan la interconectividad curricular y el uso eficiente de las

ICT. Para vencer estos obstáculos se requiere la aplicación de programas de adiestramiento del personal docente, de modo que trasciendan a los temas técnicos, que enfatizen los diseños a partir de la solución de problemas (enseñanza problémica) y la evaluación formativa (Aguirre-Borja *et al.*, 2015). Para lograr esto, se recomienda un diseño redimensionable, de modo que articule de forma progresiva el contenido y que promueva la interdisciplinariedad. Su implementación sistemática contribuye a elevar la calidad educacional y fortalece la relación teórico-práctica a través de la preparación académica, adonde se desarrolla creatividad y autorregulación (Zimmerman, 2002). Esto consolida la tarea extracurricular como herramienta para entrenar a los profesionales, capaces de enfrentar los actuales desafíos tecno sociales, combinando la maestría técnica, la autonomía cognitiva y el trabajo colaborativo.

Existe una desconexión vital en el desarrollo de las competencias transversales: aunque los profesores las promueven, su omisión en los programas y la evaluación sistemática, evita que los estudiantes y la industria los reconozcan. Además, su relevancia es contextual –no genérica– por tanto, deben ser integradas de forma explícita en el programa de estudios, evaluado de forma rigurosa, y adaptado a los roles profesionales específicos (Leandro Cruz & Saunders-Smiths, 2022; Flening *et al.*, 2022). En el presente estudio se aplica este principio a través de tareas extracurriculares que estimulan a superar los desafíos reales mundiales en refrigeración.

El programa de estudio de ingeniería debe ser incorporado progresivamente de forma compleja, clara, y con las tareas docentes personalizadas, de modo que promuevan el autoaprendizaje, en los programas curriculares de cuatro años y combinado con las modalidades de aprendizaje a distancia. Esto asegura una transición efectiva, desde los niveles de desarrollo reales del estudiante hasta el dominio de las competencias profesionales a través de estrategias pedagógicas accesibles e intencionadas.

La interdisciplinariedad integra el conocimiento a través de las asignaturas, y en todo el programa de grado a través de diseños pedagógicos flexibles y sistemas de evaluación ajustados (Sánchez & Ortega, 2022). No obstante, la fragmentación curricular (las asignaturas no agrupadas por disciplina) y horarios insuficientes, dificultan el logro de objetivos complejos. Por tanto, como solución, las tareas extracurriculares vinculan el contenido básico (de 1ro a 2do año) con las aplicaciones profesionales (de 3ro a 4to año), que contribuye a impulsar el desarrollo de habilidades específicas y las competencias de interdisciplinariedad. Además, constituyen las limitaciones del aula y compensan la falta

de coordinación entre las asignaturas con trabajo independiente que articula la teoría y la práctica, herramientas esenciales para una formación ingeniera integral.

La formación de los Ingenieros requiere de la aplicación de métodos, medios y procedimientos de enseñanza perfectos, para garantizar el cumplimiento de las normas educacionales. Aunque existen directivas metodológicas precisas para la enseñanza, el contenido principal de las áreas de asignaturas, hay insuficiencias en los procedimientos a seguir para lograr los objetivos.

Las principales insuficiencias metodológicas identificadas en la enseñanza de la asignatura de Refrigeración, Acondicionamiento de aire, y Ventilación, se manifiestan en el predominio de métodos meramente reproductivos, lo cual limita el desarrollo de habilidades creativas en los estudiantes; la falta de integración de medios digitales (por ejemplo, un software especializado como el Solkane), los recursos de enseñanza actualizados y las dificultades para cubrir el volumen de contenido dentro del tiempo asignado, de modo que afecta la asimilación de los conceptos principales, como el tema de cálculo de carga térmica, o selección del refrigerante) y cómo formarlos (estrategias efectivas), lo que compromete la formación integral de los ingenieros mecánicos .

El objetivo de la presente investigación es guiar a los profesores en la aplicación de los procedimientos metodológicos innovadores para la enseñanza a través de tareas extracurriculares. Esto se evidencia por la experiencia desarrollada y los resultados logrados en el campo de la Refrigeración, a través de la implementación de métodos productivos, la integración de las herramientas tecnológicas, y la redefinición del rol del profesor como facilitador. El objetivo es garantizar que los estudiantes adquieran las habilidades técnicas y los valores profesionales conforme a las exigencias del sector industrial.

Desarrollo

La transformación pedagógica en la enseñanza de la asignatura Refrigeración, Acondicionamiento de aire y Ventilación (RCV), propone una evolución significativa con relación a los modelos de enseñanza meramente reproductivos tradicionales, hacia la aplicación de enfoques productivos, centrados en el aprendizaje activo. Este cambio de paradigma se basa en tres pilares principales que integran los recursos de enseñanza novedosa.

El primer componente estratégico está compuesto por un folleto instructivo para el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración. Este folleto está diseñado para promover el aprendizaje independiente, tanto de forma personal como a través del trabajo independiente, siempre con la supervisión y la validación del profesor. El material incluye los protocolos detallados para determinar las dimensiones de las cámaras de la instalación de almacenamiento en frío, las técnicas de preservación, y los criterios para la ubicación óptima del difusor. El folleto complementa la teoría e incluye los ejercicios prácticos, basados en casos industriales de la vida real, tales como el análisis de pérdidas térmicas en diferentes instalaciones.

El segundo componente estratégico es la integración sistemática del *software* especializado para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre las herramientas seleccionadas están el Solkane y el Ref94, para la simulación del ciclo de refrigeración y la selección del refrigerante, el gráfico Psicométrico C, para el análisis de las propiedades termodinámicas, y las aplicaciones específicas para el cálculo automático de las cargas en las cámaras de almacenamiento en frío. Estas herramientas tecnológicas se incorporan a través de talleres prácticos, adonde los estudiantes comparan los resultados obtenidos con los generados digitalmente, además de analizar casos industriales complejos, que tienen en cuenta las variables medioambientales y de energía.

Integrar la sostenibilidad y la ética en la formación ingeniera es un imperativo curricular. Aunque los ingenieros de las carreras iniciales, comprenden la responsabilidad global, su capacidad para aplicarlas está limitada por las barreras organizacionales, que requieren mayor apoyo institucional (Chance *et al.*, 2022). Las féminas ingenieras graduadas en las carreras iniciales, conceden un valor mayor a los aspectos sociales y la sostenibilidad, que sugieren que su potencial en esta área puede ser subestimado (Naukkarinen & Bairoh, 2022). Estas observaciones permiten enfatizar la necesidad de lograr una formación que favorezca la agencia profesional, para superar las limitaciones prácticas, en la fase de la transición hacia una ingeniería responsable. La educación no debe solamente limitarse a la enseñanza de los contenidos técnicos y los criterios medioambientales (tales como la selección de los refrigerantes GWP bajos); debe favorecer explícitamente la agencia profesional; de modo que los graduados puedan trascender a los escenarios prácticos y conducir la fase de transición hacia una ingeniería verdaderamente responsable.

La educación formal, aunque necesaria, frecuentemente es insuficiente para desarrollar las habilidades requeridas en la práctica. Por este motivo, integrar la tecnología a la

educación de ingeniería, trasciende al criterio instrumental del *software* como una mera herramienta. El aprendizaje informal a través de los participantes en las plataformas en línea y las redes científicas, es fundamental para desarrollar la identidad y competencia profesional de los estudiantes (Johri, 2022). Esta contribución valida y enriquece la implementación de *software* especializado (Solkane, Psychometric Chart C) en el modelo propuesto, demostrando que su uso no solamente optimiza los cálculos, sino que cuando se contextualiza en tareas auténticas, funciona como un vehículo para el aprendizaje activo. Se favorece la maestría técnica y profesional, ya que la instrucción convencional simple no la garantiza, pues contribuye a la preparación de los estudiantes en cuanto a los ecosistemas digitales colaborativos de la industria moderna.

El tercer componente transformador implica una redefinición del rol de la enseñanza, que se desplaza desde el modelo expositivo tradicional, hasta el enfoque de facilitación del aprendizaje. En este nuevo paradigma, el profesor guía el proceso educacional a través de preguntas dirigidas a la solución de problemas, cuidadosamente diseñadas, que estimulan el pensamiento crítico. Además, las estrategias de aprendizaje colaborativo son implementadas a través del trabajo en grupo, dirigidas al diseño de las soluciones técnicas. El Sistema de evaluación se enriquece mediante el uso de las instrucciones específicas, que permiten valorar no solamente las habilidades computacionales, sino también la habilidad para seleccionar los grupos de trabajo y emitir la adecuada argumentación técnica.

Esta estrategia metodológica de tres componentes (materiales de enseñanza especializados, la integración tecnológica, y un rol nuevo de la enseñanza) constituye un sistema coherente, diseñado para desarrollar las habilidades profesionales integrales en los estudiantes de Ingeniería Mecánica, que los prepara para los desafíos reales de la práctica profesional en el campo de la refrigeración.

La tarea extracurricular se implementa como estrategia de enseñanza para reforzar el aprendizaje independiente, sistematizar el contenido, y evaluar el dominio del estudiante a través de un enfoque teórico-práctico, adaptado al contexto educacional. Su diseño incluye los objetivos claros, el contenido correspondiente (el conocimiento, las habilidades y los valores), y las actividades estructuradas, con las fuentes bibliográficas. El proceso fue organizado en tres fases: orientación (comprensión y motivación), ejecución (investigación, procesamiento de la información, y la preparación del reporte), y monitoreo (la evaluación formativa a través del trabajo escrito y las presentaciones). La planificación priorizada, la comunicación clara, el trabajo de seguimiento sistemático

y la atención a las diferencias individuales, garantizan la retroalimentación efectiva (Álvarez de Zayas, 1999).

La primera variable medida fue el nivel de asimilación logrado por los estudiantes en el tema 1 de Refrigeración, del contenido del curso de RCV. Esto constituyó un indicador de efectividad de las tareas docentes implementadas para lograr el dominio del contenido de la asignatura. Las mediciones de esta variable se realizaron en el primer proyecto de evaluación intermedia, en defensa de la actividad de las tareas extracurriculares, y en la actividad de examen final, aplicando instrumentos similares de evaluación (dificultades similares e índices de razonamiento; no se muestran los datos). Las evaluaciones realizadas reflejaron el grado de dominio del contenido de la asignatura por cada estudiante. El instrumento consistió en los componentes requeridos por los diferentes niveles de dominio del contenido. Basado en las respuestas de los estudiantes, el nivel de asimilación logrado, fue clasificado como: familiarización, reproducción, producción y creación.

Características de la tarea extractase

En el diseño de la tarea extractase, se incluyen seis principios didácticos: educacional (refleja la responsabilidad del estudiante durante su ejecución), científico (implícito en sus objetivos y contenidos), accesibilidad (adaptación al nivel del estudiante), sistematización (progresiva organización), vínculo teoría-práctica (aplicación contextualizada) y la solidez en la asimilación (evidenciado a través de las discusiones orales). El uso de datos reales refuerza su naturaleza práctica e incrementa la motivación facilitando vínculos significativos con situaciones profesionales auténticas (Álvarez de Zayas, 1999).

Los problemas diseñados integran el contenido de la disciplina, actúan como una herramienta de investigación, y demuestran la aplicabilidad multidisciplinaria del conocimiento. Además, los estudiantes son considerados como profesionales en adiestramiento y se enfocan en el desarrollo de las competencias principales: la selección correcta de los métodos, la elaboración de la base de datos, el uso del software profesional, la interpretación de los resultados, y elaborar las conclusiones válidas.

El proceso de seguimiento de las tareas para las actividades extracurriculares, incluye el análisis sistemático personal, en el desarrollo de las principales competencias en la etapa de adiestramiento y se enfoca en las evaluaciones, adonde el profesor monitorea el avance del estudiante y realiza los ajustes pedagógicos necesarios. Al mismo tiempo, a

través de conferencias y clases prácticas, los estudiantes adquieren las habilidades necesarias para cumplir los objetivos de aprendizaje.

Una tarea se desarrolla como actividad extraclase para cada tema de la asignatura, dirigida al inicio del curso y entregada una semana después de concluir los contenidos. La discusión oral se realiza en un seminario adonde se evalúan las habilidades a través de preguntas basadas en las tareas realizadas. Las actividades extracurriculares promueven realizar un balance adecuado entre el trabajo individual y el trabajo en grupo y facilitan el desarrollo de la inteligencia emocional en dirección a la tarea de estudio.

Ejemplo de trabajo extraclase

La tarea extracurricular integra el contenido del programa y los cursos durante todo el año. A los alumnos se les presenta el mismo problema a resolver, pero a cada uno se le entrega un producto diferente, para realizar su preservación o congelación.

Ejemplo: Un cliente se aproxima a la Empresa de Proyecto adonde usted trabaja como ingeniero de refrigeración y le solicita el diseño de una instalación comercial de almacenamiento en frío, para preservar un producto específico. Basado en esta solicitud, el estudiante de Ingeniería Mecánica de año final, debe ser capaz de ejecutar la tarea.

Instrucciones para la tarea extraclase

Tema 1: Refrigeración

Instrucciones generales: Seleccionar el compresor, condensador y el evaporador para la instalación.

Objetivos de instrucción específicos:

- Determinar la carga térmica para el enfriamiento para un cuarto frío comercial.
- Seleccionar el tipo ideal de refrigerante con el menor impacto medioambiental.
- Seleccionar el ciclo de refrigeración de vapor-compresión más eficiente.

Nota: La carga térmica será evaluada para cuatro variantes de diseño, teniendo en cuenta diferentes materiales de aislamiento, para seleccionar la opción más factible desde el punto de vista técnico y económico. Después, se determinarán los parámetros operacionales de los cuatro ciclos de refrigeración, utilizando cuatro refrigerantes diferentes. Una vez identificada la variante más eficiente, se calcularán los principales componentes del sistema: compresor, evaporador y condensador.

Pasos:

1. Propuestas para los cálculos de un cuarto frío de un proceso real que contribuye a que un proyecto de aplicación práctica sea aceptado.
2. Seleccionar el documento del Folleto sobre Carga Térmica de Refrigeración, en la Tabla 1, página 14, el producto que será almacenado o congelado en un cuarto frío y sus propiedades para calcular la carga térmica.
3. Establecer las dimensiones del cuarto frío, de modo que el volumen interior fluctúe entre 40 y 45 m³.
4. Determinar la cantidad de productos a almacenar dentro de la cámara, teniendo en cuenta los aspectos siguientes:
 - Tipo de empaquetadura (bolsas de nylon, madera, cartulina, o cajas plásticas, otros)
 - Masa de productos (kg)
 - Distribución dentro de la cámara (paletas, estantes)
 - Conservación, higiene, y medidas sanitarias para garantizar la calidad del producto.
 - Distribución y organización de los productos, basado en el tipo y el peso máximo de embalaje para el almacenamiento.
5. Dimensiones de las rutas de acceso a la cámara (compuertas y ventanas).
6. Posición y altura de los difusores dentro de la cámara.

Reporte de la tarea extraclase

- El reporte de tarea extraclase será escrito de acuerdo con el documento Patrón de Tarea Extracurricular 2022.doc, que resume la idea para escribirlo.
- Para los cálculos y el diseño de la cámara, utilice el software profesional como el AutoCAD o similar, siempre y cuando cumplan las normas y de dibujo mecánico, MathCad, Matlab, Microsoft Excel, Solkane, y el grafico Psicométrico C.
- Para elaborar el reporte del estado del arte, deben consultar al menos 10 artículos científicos de al menos 5 años y el 50 % de ellos deben ser en un idioma extranjero, y todos los artículos deben estar relacionados con el tema de investigación.
- El reporte deberá cumplir con las normas establecidas por la Revista Minería y Geología.

Calificaciones

- Las dudas serán aclaradas a través de los canales de comunicación establecidos: Telegrama, WhatsApp, Moodle, e email.

- Se recompensará la creatividad en el uso de las cifras e imágenes y en la síntesis de información, para garantizar la calidad del reporte y la comprensión de la presentación.
- Se evaluará el desarrollo de la tarea durante los turnos de clase.
- Al concluir la tarea, el estudiante solicita al profesor realizar la discusión de la misma, para lo cual dispondrán un periodo de tiempo de 15 minutos.

Población y aplicación

El grupo está constituido por estudiantes de cuarto año de Ingeniería Mecánica (Plan E) y los instructores de Tecnología energética. El curso de RCV tiene un periodo de tiempo máximo de 48 horas, para un semestre académico con 9 sesiones teóricas, 12 sesiones prácticas y 3 visitas técnicas a las instalaciones industriales.

Para validar los resultados se utilizarán tres instrumentos: indicadores de rendimiento académico (mejora en las calificaciones de trabajo práctico, particularmente en la precisión de los cálculos sobre carga térmica y flujo); encuestas sobre la satisfacción del estudiante, mediante el uso de las escalas Likert, que permitirán evaluar la utilidad percibida sobre el folleto instructivo y el software especializado; y análisis comparativo entre grupos que permitirán la triangulación de datos para garantizar la fiabilidad de las recomendaciones. Este enfoque multidimensional asegura una evaluación rigurosa del impacto cuantitativo y cualitativo, de la estrategia pedagógica aplicada.

La aplicación de los recursos de enseñanza novedosa en la enseñanza de Refrigeración demostró los siguientes beneficios:

- Se redujo en 40 % el tiempo requerido para resolver los problemas de cargas térmicas utilizando herramientas tales como Mathcad, Microsoft Excel, *Solkane*, y *Gráfico Psicométrico C*, comparado con los métodos manuales.
- El 78 % de los estudiantes reportó que los materiales les permitió avanzar a través de los ejercicios prácticos, sin depender exclusivamente del profesor.
- El 85 % de los estudios demostraron errores de menos de 5 % en la selección del ciclo de refrigeración y el refrigerante, comparado con el 30 % de los grupos anteriores.
- El 90 % de los estudiantes fueron capaces de correlacionar los cálculos teóricos con las mediciones reales en las instalaciones de refrigeración, lo que refuerza la retención de los conocimientos.

La transición de enfoque meramente reproductivo a enfoque un enfoque activo, se demostró como sigue:

- Los estudiantes proponen soluciones novedosas en el 60 % de los casos.
- El 75 % de los estudiantes notó que las simulaciones digitales incrementan el interés de los mismos en el tema de la Refrigeración comercial.
- La calidad de los resultados logrados en el curso de Refrigeración, y Acondicionamiento de Aire se incrementó de 83 % hasta 98 %.
- En el 45 % de los proyectos finales se evidencio más profundidad en el análisis técnico-medioambiental.
- En el 35 % de los grupos de proyecto mostraron más de diversidad en los enfoques técnicos que en los proyectos individuales.
- El 45 % de los estudiantes en el grupo, seleccionó un proyecto de curso sobre el tema de refrigeración y/o el tema energía como su tema, a partir de la adquisición de las habilidades necesarias para entrar en este campo de la ciencia.
- El 91 % de los trabajos cumplieron con las normas de redacción establecidas para su publicación en revistas científicas, lo que demuestra el desarrollo de habilidades sobre la redacción de artículos científicos.
- El 82 % de los estudiantes valoró favorablemente el rol del profesor como facilitador.

Recomendaciones del profesor:

El folleto y el software dejan margen para utilizar más tiempo para realizar los análisis conceptuales, que para la realización de las correcciones básicas.

Retroalimentación:

- Las visitas técnicas realizadas permitieron visualizar la utilidad de los cálculos en los sistemas del mundo real.
- La tarea extraclase como estrategia docente, motiva a trabajar para lograr mejores resultados académicos.

Impacto en el adiestramiento integral de los ingenieros mecánicos y recomendaciones

- La implementación de las estrategias metodológicas propuestas (método productivo, software especializado y el folleto de instrucciones) demostraron avances significativos en el adiestramiento integral de los estudiantes, en correspondencia con los objetivos del programa Plan E.
- Los estudiantes fueron capaces de demostrar el dominio de los conceptos de termodinámica, transferencia de calor, mecánica de fluidos, dibujo, eficiencia

energética y sostenibilidad medioambiental en sus proyectos, lo cual demuestra el contraste con el enfoque anterior de fragmentación de los conocimientos.

- Los estudiantes fueron capaces de relacionar los conceptos de termodinámica, transferencia de calor, mecánica de fluidos, dibujo, eficiencia energética y sostenibilidad medioambiental lo cual supera la fragmentación de los conocimientos.
- El dominio de las herramientas, tales como el Mathcad, Microsoft Excel, Solkane, y el Psychometric Chart C contribuyeron a preparar a los estudiantes de acuerdo a las exigencias industriales actuales, adonde la simulación computarizada es esencial.
- En el 70 % de los estudios presentados, se evidencia la adecuada selección de los refrigerantes, con bajo potencial de calentamiento global.
- El trabajo en grupo contribuye a desarrollar valores, tales como el colectivismo, la responsabilidad, que son los valores esenciales para el trabajo multidisciplinario.
- El proceso de transición del modelo basado en conferencias hacia el modelo basado en el profesor como Facilitador, contribuye a que los estudiantes desarrollen la autonomía y pensamiento crítico, lo que permite el cumplimiento del perfil de formación profesional de un ingeniero mecánico moderno.

Recomendaciones para su expansión

- Para consolidar y ampliar los resultados obtenidos de la presente investigación, se sugiere como sigue a continuación:
- Realizar talleres semestrales con la participación de los profesores sobre temas de herramientas digitales y diseño de materiales de enseñanza interactiva.
- Actualizar la plataforma Moodle de la Universidad con los recursos instructivos para asegurar el acceso permanente de los estudiantes.
- Implementar los simuladores en las instalaciones de refrigeración, para el adiestramiento a distancia.

Limitaciones

- Se evidencia que algunos estudiantes experimentan dificultades técnicas, con respecto al uso del software, debido a la falta del equipamiento adecuado.
- La carga docente del curso para el semestre, restringió el estudio en profundidad sobre temas avanzados, por ejemplo, Refrigeración magnética.

Conclusiones

La propuesta metodológica no solamente contribuye a resolver las insuficiencias pedagógicas identificadas en el campo de la Refrigeración, sino que establece un

precedente para transformar la enseñanza de la carrera de Ingeniería mecánica. Su éxito radica en que se combinan los tres pilares fundamentales: el rigor técnico, la innovación educativa y el adiestramiento técnico y profesional, como elementos esenciales para responder a los desafíos energéticos y medioambientales del siglo XXI.

Los profesores de Ingeniería Mecánica han adquirido elevado nivel de instrucción sobre la concepción didáctico-metodológica del proceso de enseñanza-aprendizaje, que contribuye a la integración horizontal y vertical de los contenidos de las disciplinas Procesos Tecnológicos y Tecnología Energética.

En el estudio de caso presentado, se evidencia una forma de evaluación parcial más efectiva que la prueba escrita, debido a que contribuye a incrementar la motivación y el interés de los estudiantes y contribuye también al desarrollo de las habilidades para el uso adecuado del software estadístico para el procesamiento de los datos.

Referencias bibliográficas

Aguirre-Borja, P., Maridueña-Macancela, J., & Ledesma-Acosta, B. (2015). Orientación del trabajo independiente y el uso de las TIC. *Revista Ciencia Unemi*, 8(14), 83–91.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=582663828011>

Álvarez de Zayas, C.M. (1999). *Didáctica. La escuela en la vida*. Editorial Pueblo y Educación.

<https://maravarzamoriveracruz.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/10/didacticacarlos-alvarez.pdf>

Ancayay Leal, V.P. (2024). Integración de Proyectos de Ingeniería Multidisciplinarios en el Currículo Universitario: Estrategias para Fomentar la Colaboración y la Resolución de Problemas Complejos. *Reincisol*, 3(6), 4928–4946.

<https://doi.org/doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>

Asplund, F., & Flening, E. (2022). Boundary spanning at work placements: Challenges to overcome, and ways to learn in preparation for early career engineering. *European Journal of Engineering Education*, 47(1), 50–69.

<https://doi.org/101080/03043797.2021.1889467>

Benítez Fernández, Y., & Fernández García, R. (2009). Una propuesta de tarea extraclase desarrolladora Para matemática I y física I y II en el polo productivo de bioinformática de la UCI. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4), 1–9.

<https://doi.org/10.35362/rie5041905>

- Chance, S., Direito, I., & Mitchell, J. (2022). Opportunities and barriers faced by early-career civil engineers enacting global responsibility. *European Journal of Engineering Education*, 47(1), 164–192. <https://doi.org/10.1080/03043797.2021.1990863>
- Chávez Suárez, N.A. (2023). Una experiencia en el marco del aprendizaje basado en proyectos en entornos de educación superior. *Revista de Pedagogía Universitaria y Didáctica Del Derecho*, 10(2), 271–286. <https://doi.org/10.5354/0719-5885.2023.72224>
- Chi Maimó, A., Pita García, A., & Sánchez González, M. (2011). Fundamentos conceptuales y metodológicos para una enseñanza-aprendizaje desarrolladora de la disciplina Morfofisiología Humana. *Educación Médica Superior*, 25, 3–13. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=31850>
- Estrada Molina, O., Fuentes Cancell, D.R., & Blanco Hernández, S.M. (2018). Estrategia para la formación profesoral en el autoaprendizaje estudiantil. *Opuntia Brava*, 10(4), 98–106. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/620>
- Flening, E., Asplund, F., & Edin Grimheden, M. (2022). Measuring professional skills misalignment based on early-career engineers' perceptions of engineering expertise. *European Journal of Engineering Education*, 47(1), 117–143. <https://doi.org/10.1080/03043797.%25202021.1967883>
- Garay, J.G. (2022). Una estructura lógica para el trabajo con los contenidos esenciales en la asignatura Fuentes de Energía Renovables. *Revista de Investigación, Formación y Desarrollo: Generando Productividad Institucional*, 10(2), <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8625441>
- Gil-Vallejo, L., Castellón, I., & Coll-Florit, M. (2018). Similitud verbal: Análisis comparativo entre lingüística teórica y datos extraídos de corpus. *Revista Signos*, 51(98), 310–332. <http://dx.doi.org/10.4067/So718-09342018000300310>
- Johri, A. (2022). Lifelong and lifewide learning for the perpetual development of expertise in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 47(1), 70–84. <https://doi.org/10.1080/03043797.2021.1944064>
- La O-Sánchez, R. (2022). La tarea interdisciplinaria con enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS). *Órbita Científica*, 119. <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rOrb/article/view/1677>

- Leandro Cruz, M., & Saunders-Smiths, G.N. (2022). Using an industry instrument to trigger the improvement of the transversal competency learning outcomes of engineering graduates. *European Journal of Engineering Education*, 47(1), 30–49. <https://doi.org/10.1080/03043797.2021.1909539>
- Lowe, D., Goldfinch, T., Kadi, A., Willey, K., & Wilkinson, T. (2022). Engineering graduates professional formation: The connection between activity types and professional competencies. *European Journal of Engineering Education*, 47(1), 8–29. <https://doi.org/10.1080/03043797.2021.1901074>
- Medina-Martínez, N., & Ruíz-García, M.T. (2021). Características del trabajo extraclase para su efectividad como evaluación parcial. *Educación y Sociedad*, 19(2), 76–87. <https://revistas.unica.cu/index.php/edusoc/article/view/1590>
- Naukkarinen, J., & Bairoh, S. (2022). Gender differences in professional identities and development of engineering skills among early career engineers in Finland. *European Journal of Engineering Education*, 47(1), 85–101. <https://doi.org/10.1080/03043797.2021.1929851>
- Sánchez, O., & Ortega, R.A (2022). *La evaluación de la matemática en carreras de perfil biológico usando la resolución de problemas*. EdumedHolguin2022. <https://edumedholguin.sld.cu/index.php/edumedholguin22/2022/paper/viewPaper/30>
- Reglamento de Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior, No. Resolución No. 2/2018. Gaceta Oficial de la República de Cuba, No. 25 Ordinaria (GOC-2018-460-O25) (2018). <http://www.gacetaoficial.cu>
- Rojas Arenas, I.D., Durango Marín, J.A., & Rentería Vera, J.A. (2020). Investigación formativa como estrategia pedagógica: Caso de estudio ingeniería industrial de la IU Pascual Bravo. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 46(1), 319–338. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000100319>
- Vergara, D., Fernández-Arias, P., Antón-Sancho, Á., & Melgarejo-Solís, R. (2024). *Application of the agile SCRUM methodology for project management in engineering degrees*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.1108>
- Zimmerman, B.J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2