EIEI ACOFI 2025
5º Congreso Latinoamericano de Ingeniería
Más Información: www.acofi.edu.co/eiei
Ingeniería de impacto para cuidar y transformar la vida
ACOFI: 50 años por la excelencia de la educación en ingeniería.

Desarrollo de una estrategia didáctica basada en MATLAB para la enseñanza de la estática en ingeniería mecánica

José López Robles, Lisandro Vargas Henríquez, Alfonso Rodríguez Peña

Universidad del Atlántico
Barranquilla, Colombia

Resumen

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Estática en la carrera de ingeniería mecánica presenta desafíos en la comprensión de conceptos que requieren un nivel de abstracción y razonamiento analítico. En la presente investigación se trabaja en el desarrollo de una estrategia didáctica basada en el uso de MATLAB® como herramienta de cálculo y visualización para fortalecer el aprendizaje activo y la comprensión conceptual de la asignatura. El estudio surge a partir de la necesidad de diseñar métodos de enseñanza innovadores que despierten el interés de los estudiantes y faciliten la apropiación de los contenidos teóricos, superando las limitaciones de los métodos tradicionales. La estrategia propuesta consiste en la elaboración de rutinas de programación en MATLAB® que permitan modelar, simular y visualizar problemáticas comunes en la asignatura, proporcionando a los estudiantes herramientas que faciliten la aplicación de la teoría en situaciones prácticas. Para evaluar el impacto de la estrategia, se ha diseñado un proceso de medición basado en el análisis y evaluación de resultados de aprendizaje, operativos y analíticos, que permita obtener una visión integral del efecto de la programación en MATLAB® en el aprendizaje de la Estática. Los resultados obtenidos evidencian una mejora significativa en el desempeño académico del grupo de estudio, especialmente en competencias asociadas al uso autónomo de herramientas digitales y la interpretación gráfica. El análisis estadístico reflejó un alto porcentaje de estudiantes en niveles superiores de logro, acompañado de una baja dispersión en varias de las competencias evaluadas, lo que indica homogeneidad en los avances. Se concluye que la implementación de la estrategia basada en MATLAB® favoreció la apropiación de conceptos teóricos, estimuló el pensamiento lógico-analítico y fortaleció las habilidades técnicas, representando una alternativa didáctica efectiva para la enseñanza de la asignatura estática.

Palabras clave: programación; MATLAB; educación superior; computacional; TIC

DOI: https://doi.org/10.26507/paper.4774

Abstract

The teaching-learning process of the Statics course in the Mechanical Engineering program presents challenges in understanding concepts that require abstraction and analytical reasoning. This study focuses on the development of a didactic strategy based on the use of MATLAB® as a computational and visualization tool to enhance active learning and conceptual comprehension of the subject. The research arises from the need to design innovative teaching methods that capture students' interest and facilitate the assimilation of theoretical content, overcoming the limitations of traditional approaches. The proposed strategy involves the creation of MATLAB® programming routines that allow for the modeling, simulation, and visualization of common problems in the course, providing students with practical tools for applying theory in real-world scenarios. To assess the impact of the strategy, a measurement process was designed based on the analysis and evaluation of both operational and analytical learning outcomes, offering a comprehensive view of the effect of MATLAB® programming on learning in Statics. The results demonstrate a significant improvement in the academic performance of the study group, especially in competencies related to autonomous use of digital tools and graphical interpretation. Statistical analysis revealed a high percentage of students achieving upper levels of performance, along with low dispersion in several evaluated competencies, indicating consistency in progress. It is concluded that the implementation of the MATLAB®-based strategy supported the appropriation of theoretical concepts, fostered logical-analytical thinking, and strengthened technical skills, representing an effective didactic alternative for teaching the Statics course.

Keywords*: programming; MATLAB; higher education; computational; ICT*

1. Introducción

Se ha evidenciado que las tecnologías de la información y comunicación son requeridas en la educación superior para facilitar un aprendizaje interactivo y la adquisición de competencias. Además de enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje con recursos didácticos variados, promueven una mayor colaboración entre docentes y estudiantes dentro del entorno virtual (Lanuza, et al., 2018) (Kosman, et al., 2024). En diferentes escenarios académicos, las condiciones no permiten un estudio real y completo debido a la naturaleza de las problemáticas presentes en diversos ámbitos de investigación, naciendo así la simulación en entornos virtuales controlados presentándose como una solución viable en la mitigación de las limitaciones del entorno (Martínez, et al., 2017). Siendo así, que estas aproximaciones simuladas nos ofrecen la posibilidad de abordar problemas que requieren recursos económicos elevados o herramientas muy sofisticadas, permitiendo repetir el estudio variando condiciones de investigación observando diversidad de resultados de acuerdo con lo que se busque investigar (Kosman, et al., 2024) (Khalid, et al., 2023).

Instar a los estudiantes al manejo de entornos virtuales simulados desde una etapa temprana de su programa universitario constituye una estrategia necesaria para potenciar sus habilidades en programación y computación preparándolos para un entorno profesional modernizado, adaptándose así a los cambios tecnológicos futuros que enfrenta el mercado laboral (Kosman, et al., 2024). En línea con este objetivo, en la Universidad del Atlántico se han venido consolidando

iniciativas orientadas al fortalecimiento del componente computacional en la formación en ingeniería, particularmente en el programa de Ingeniería Mecánica. Estas iniciativas no se han limitado al aula, sino que se han extendido a proyectos de investigación y trabajos de grado, donde los estudiantes han desarrollado herramientas tecnológicas orientadas a la resolución de problemas de ingeniería aplicados. Tal es el caso de aplicaciones como S&THex-UA (Obregón, et al., 2017), HT-Transient (Herazo, et al., 2017) y DTMB-UA (Obregón, et al., 2017), diseñadas en entorno MATLAB®, que permiten simular y analizar fenómenos propios del área de termofluidos. Estas herramientas, programadas bajo estructuras de interfaz gráfica, han contribuido a mejorar la comprensión de conceptos asociados a su área de estudio y han enriquecido la enseñanza tradicional mediante metodologías interactivas e intuitivas, alineándose con las demandas del entorno laboral y la formación por competencias.

En el campo de la ingeniería mecánica, resulta importante contar con la capacidad para analizar y resolver problemas estructurales para un diseño seguro y eficiente de sistemas mecánicos, es por ello por lo que la asignatura estática representa la base fundamental en la formación del ingeniero, sin embargo, dada su complejidad matemática y conceptual, requiere de herramientas que faciliten su enseñanza y aplicación práctica, siendo así, el uso de MATLAB® como plataforma de cálculo numérico y gráfico se plantea como recurso para el desarrollo de rutinas de programación que simulen situaciones reales y refuercen el aprendizaje aplicado (Monjardín, 2018). La presente investigación tiene como objetivo ser una herramienta accesible y efectiva para todos los estudiantes, proporcionándoles los recursos necesarios para aplicar conceptos teóricos en entornos de programación con una mayor comprensión. Además, se espera que el desarrollo metodológico desarrollado represente una mejora significativa respecto al método actual de enseñanza de la asignatura, ofreciendo un enfoque más interactivo y dinámico mediante el uso de MATLAB®.

2. Metodología

El desarrollo de la investigación sigue un enfoque estructurado para la creación, implementación y evaluación de una estrategia didáctica basada en MATLAB para la enseñanza de la estática en ingeniería mecánica. El proceso inicia con una revisión de la literatura, en la que se analizan estudios previos sobre el uso de herramientas computacionales en la enseñanza de la estática y el impacto del aprendizaje activo mediante simulaciones y programación. Posteriormente, se procede a la elaboración del material instructivo, comenzando con una introducción al uso de MATLAB y sus funcionalidades básicas. A partir de esto, se diseña una guía detallada que abarca desde los fundamentos del software hasta la resolución de problemas específicos de estática mediante programación. La guía se estructura en secciones progresivas que combinan teoría, ejemplos prácticos y ejercicios aplicados. Una vez desarrollado el material, se lleva a cabo el diseño e implementación de ejercicios en MATLAB, los cuales permiten modelar, simular y visualizar problemas de estática. Estos ejercicios buscan fortalecer la comprensión conceptual y la aplicación de la teoría en escenarios prácticos. Para evaluar la efectividad del material y la estrategia, se realiza una socialización en clase, en la que se instruye a los estudiantes sobre la resolución de problemas utilizando MATLAB. Posteriormente, se les asignan tareas en las que deben aplicar lo aprendido a diferentes ejercicios dentro de las temáticas de la asignatura. Finalmente, se lleva a cabo una evaluación de los resultados, en la que se analiza la retroalimentación de los estudiantes

y docentes respecto a la utilidad, comprensión y aplicabilidad de la guía y los ejercicios en MATLAB. Esta evaluación permite medir el impacto de la estrategia en el aprendizaje y realizar ajustes en caso de ser necesario. El proceso concluye con la generación del producto final esperado, que consiste en el libro Estática Utilizando MATLAB®, el cual servirá como material de referencia para futuras aplicaciones en la enseñanza de la asignatura.

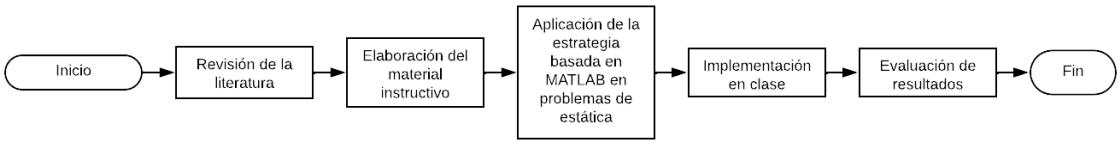

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología aplicada al desarrollo del proyecto. Fuente: autores.

3. Desarrollo

El desarrollo se lleva a cabo mediante la solución de ejercicios programados que permiten modelar, simular y visualizar problemáticas de la asignatura estática. Estos ejercicios están diseñados para fortalecer la comprensión conceptual, promoviendo un aprendizaje activo en el que los estudiantes interactúan con el software para analizar situaciones reales y validar resultados. La estrategia incorpora una progresión gradual, comenzando con ejercicios básicos sobre equilibrio de fuerzas y avanzando hacia problemas más complejos, como estructuras isostáticas y análisis de momentos flectores. Además, se fomenta el razonamiento analítico a través de la comparación entre soluciones manuales y computacionales, permitiendo que los estudiantes identifiquen patrones, errores y oportunidades de optimización en sus cálculos.

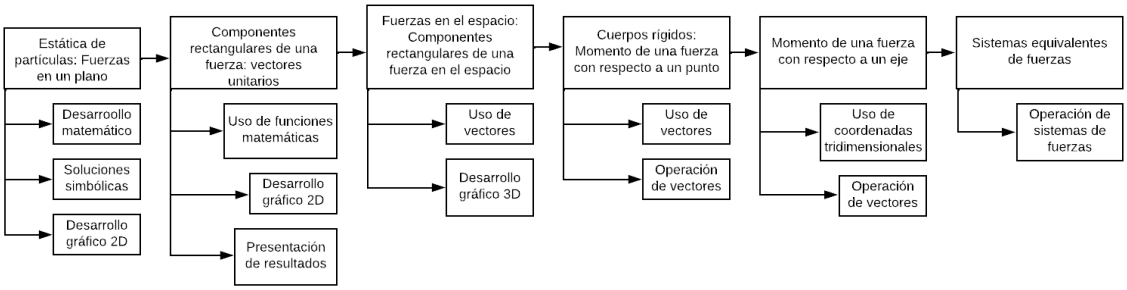

Figura 2. Diagrama de flujo de desarrollo de la metodología. Fuente: autores.

Desarrollo matemático: Se implementaron funciones matemáticas en MATLAB® para resolver problemas de estática mediante el uso de operaciones algebraicas y trigonométricas, además, se desarrollaron ecuaciones mediante código para representar fuerzas, momentos y equilibrios estáticos.

```
% Convertir ángulos a radianes
theta_rad = deg2rad(theta);
% Definir los puntos de la palanca
O = [0, 0];
A = [L*cos(theta_rad), L*sin(theta_rad)];
B = [d4*cos(theta_rad), d4*sin(theta_rad)];
```

```
% Cálculo de la reacción en B usando momentos en A
B = (W_grua * d_grua + W_caja * d_caja) / d_B;
% Sumatoria de fuerzas en X para encontrar Ax
Ax = -B;
% Sumatoria de fuerzas en Y para encontrar Ay
Ay = W_grua + W_caja;
```

Figura 3. Código programado en MATLAB® para la resolución de ecuaciones. Fuente: autores.

Soluciones simbólicas: Se emplearon herramientas de cálculo simbólico en MATLAB®, como el paquete Symbolic Math Toolbox, para obtener soluciones analíticas a problemas de estática, lo que permitió resolver ecuaciones sin necesidad de valores numéricos inmediatos, facilitando la generalización de resultados.

```
R = sqrt(P^2 + Q^2 + 2*P*Q*cos(B_rad));
% Para hallar el ángulo de R
% Sen(A)/Q = Sen(B)/R

% Resolución simbólica del ángulo A
syms A B_rad R Q % Declarar variable simbólica

% Ecuación trigonométrica: sin(A)/Q = sin(B)/R
eq = sin(A)/Q == sin(B_rad)/R;
% Resolver la ecuación para A
sol_A = solve(eq, A);
% Convertir la solución simbólica a un valor numérico
sol_A_num = subs(sol_A, {B_rad, Q, R}, {0.4363, 60, 97.7255});
sol_A_num = double(rad2deg(sol_A_num));
```

Run

Command Window

```
>> Problema21
     asin((Q*sin(B_rad))/R)
pi - asin((Q*sin(B_rad))/R)
```

Figura 4. Uso en MATLAB® de la función syms para desarrollo simbólico y su resultado ejecutado en el Command Window. Fuente: autores.

Desarrollo gráfico 2D: Para la representación de sistemas en dos dimensiones se implementaron gráficos utilizando las funciones plot, quiver y fill de MATLAB®. Se diseñaron diagramas de cuerpo libre y representaciones de fuerzas aplicadas en estructuras planas.

```
% --- SOLUCIÓN GRÁFICA ---
figure;
% Dibujar los vectores de las fuerzas
hold on;
quiver(0, 0, Px, Py, 'r', 'LineWidth', 2, 'MaxHeadSize', 0.5, 'DisplayName', 'Fuerza P'); % Vector P
quiver(0, 0, Qx, Qy, 'b', 'LineWidth', 2, 'MaxHeadSize', 0.5, 'DisplayName', 'Fuerza Q'); % Vector Q
quiver(0, 0, Rx, Ry, 'g', 'LineWidth', 2, 'MaxHeadSize', 0.5, 'DisplayName', 'Resultante R'); % Resul
% Etiquetas y configuración de la gráfica
title('Solución Gráfica del Paralelogramo de Fuerzas');
xlabel('Eje X (N)');
ylabel('Eje Y (N)');
legend show;
axis equal; % Mantener escala proporcional
grid on;
```

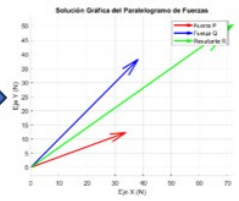

Figura 5. Código para gráficas 2D en MATLAB® utilizando la función quiver y su resultado ejecutado. Fuente: autores.

Uso de funciones matemáticas: Se hizo uso de funciones predefinidas y personalizadas en MATLAB® para la resolución de ecuaciones matemáticas en estática, lo cual incluyó operaciones con matrices, sistemas de ecuaciones y optimización de resultados.

```
% Definir el vector de posición r_CA desde A hasta C
r_CA = [0.3 0 0.08];  % Coordenadas en metros
% Definir el vector CD desde C hasta D
CD = [-0.3 0.24 -0.32];  % Coordenadas en metros
% Calcular la magnitud de CD
CD_magnitud = norm(CD);
% Calcular el vector unitario de CD
lambda_CD = CD / CD_magnitud;
% Definir la magnitud de la fuerza en el alambre
F_magnitud = 200;  % Fuerza en Newtons
% Calcular el vector de la fuerza F
F = F_magnitud * lambda_CD;
```

a)

Workspace

Name	Value
CD	[-0.3000,0.2400,-...
CD_magnitud	0.5000
F	[-120,96,-128]
F_magnitud	200
lambda_CD	[-0.6000,0.4800,-...
M_A	[-7.6800,28.8000,...
r_CA	[0.3000,0,0.0800]

b)

Figura 6. Operación de vectores, uso de la función norm() y su resultado ejecutado en el Workspace de MATLAB®. Fuente: autores.

Presentación de resultados: Se generaron salidas visuales y numéricas que permitieron evaluar la exactitud de los resultados obtenidos mediante la visualización de resultados en formato tabular y gráfico para una mejor interpretación.

```
% SISTEMA FUERZA-PAR EN A
fprintf('\nSistema fuerza-par en A:\n');
fprintf('R = %.2f N ↓\n', R);
fprintf('M_A = %.2f N·m k\n', M_A);

% SISTEMA FUERZA-PAR EN B
x_AB = -4.8;  % Distancia de A a B
M_B = M_A + x_AB * R;  % Momento trasladado a B
fprintf('\nSistema fuerza-par en B:\n');
fprintf('R = %.2f N ↓\n', R);
fprintf('M_B = %.2f N·m k\n', M_B);

% ÚNICA FUERZA RESULTANTE Y SU PUNTO DE APLICACIÓN
syms x
eq = x * R == M_A;
x_res = double(solve(eq, x));
fprintf('\nFuerza única equivalente:\n');
fprintf('R = %.2f N ↓\n', R);
fprintf('x = %.2f m\n', x_res);
```

Run

Command Window

```
Sistema fuerza-par en A:
R = -600.00 N ↓
M_A = -1880.00 N·m k

Sistema fuerza-par en B:
R = -600.00 N ↓
M_B = 1000.00 N·m k

Fuerza única equivalente:
R = -600.00 N ↓
x = 3.13 m
fx >>
```

Figura 7. Presentación de resultados en el Command Window utilizando la función fprint. Fuente: autores.

Uso de vectores: Se emplearon representaciones vectoriales en MATLAB® para modelar fuerzas y momentos. Se utilizaron matrices y operaciones vectoriales para describir la dirección y magnitud de las fuerzas aplicadas en los cuerpos estudiados.

```
% Dibujar las fuerzas
quiver(A(1), A(2), 0, -F1/10, 'r', 'LineWidth', 2, 'MaxHeadSize', 0.5); % F1
quiver(A(1), A(2), F2/10, 0, 'b', 'LineWidth', 2, 'MaxHeadSize', 0.5); % F2
quiver(A(1), A(2), -F3/10*cos(theta_rad), -F3/10*sin(theta_rad), 'g', 'LineWidth', 2, 'MaxHeadSize',
quiver(B(1), B(2), 0, -F4/10, 'm', 'LineWidth', 2, 'MaxHeadSize', 0.5); % F4

% Dibujar el momento en O
quiver(O(1), O(2), -5, 5, 'c', 'LineWidth', 2, 'MaxHeadSize', 1.5);
quiver(O(1), O(2), 5, -5, 'c', 'LineWidth', 2, 'MaxHeadSize', 1.5);
```

Figura 8. Uso de la función quiver() para graficar vectores utilizando coordenadas en matrices. Fuente: autores.

Operación de vectores: Se implementaron operaciones vectoriales, incluyendo suma, producto escalar y producto cruzado, para la resolución de problemas de estática.

```
% Vector de posición r_FA desde A hasta F
r_FA = [a  -a  -a];
% Vector de fuerza P
P_vec = (P/sqrt(2)) * [1 1 -1];
% a) Momento respecto a A
M_A = cross(r_FA, P_vec);
% b) Momento respecto a la arista AB (proyección de M_A sobre AB)
AB = [1 0 0];  % Dirección de la arista AB (paralela al eje x)
M_AB = dot(M_A, AB);
% c) Momento respecto a la diagonal AG
AG_unitario = (1/sqrt(3)) * [1 -1 -1]; % Vector unitario de AG
M_AG = dot(M_A, AG_unitario);  % Proyección escalar
```

Figura 9. Uso de las funciones dot() y cross() para realizar operaciones de Producto Punto y Cruz respectivamente. Fuente: autores.

Desarrollo gráfico 3D: Se utilizaron herramientas de gráfico tridimensional, como plot3 y mesh, para la representación de sistemas de fuerzas y estructuras en el espacio, permitiendo desarrollar modelos visuales que facilitaron el análisis espacial de los problemas de estática.

```
% Gráfica 3D
figure;
hold on;
grid on;
% Dibujar los ejes coordenados
quiver3(0, 0, 0, 500, 0, 0, 'r', 'LineWidth', 1.5, 'MaxHeadSize', 1.5); % Eje X
quiver3(0, 0, 0, 0, 1000, 0, 'g', 'LineWidth', 1.5, 'MaxHeadSize', 1.5); % Eje Y
quiver3(0, 0, 0, 0, 0, 500, 'b', 'LineWidth', 1.5, 'MaxHeadSize', 1.5); % Eje Z
% Dibujar el vector fuerza F
quiver3(0, 0, 0, Fx, Fy, Fz, 'm', 'LineWidth', 2, 'MaxHeadSize', 0.5); % Vector Fuerza F
% Etiquetas
xlabel('Eje X (m)');
ylabel('Eje Y (m)');
zlabel('Eje Z (m)');
title('Representación 3D de la Fuerza');
```

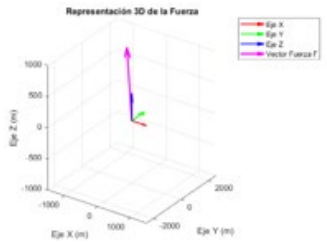

Figura 10. Código realizado en MATLAB® para crear gráfica en 3D y su resultado ejecutado. Fuente: autores.

Uso de coordenadas tridimensionales: Se trabajó con sistemas de coordenadas tridimensionales para la descomposición y análisis de fuerzas en el espacio, empleando matrices de transformación y cálculo matricial para el manejo de estos sistemas.

```
% Magnitud de la distancia AB
d = sqrt(dx^2 + dy^2 + dz^2);
% Vector unitario de AB (dirección de la fuerza)
u_AB = [dx, dy, dz] / d;
% Componentes de la fuerza
F = F_total * u_AB;
% Confirmar componentes de la fuerza
Fx = F(1);
Fy = F(2);
Fz = F(3);
```

Figura 11. Uso de coordenadas en tres dimensiones programado en MATLAB®. Fuente: autores.

Operación de sistemas de fuerzas: Se desarrollaron algoritmos para la resolución de sistemas de fuerzas concurrentes y no concurrentes. Se utilizaron herramientas de equilibrio estático

para determinar reacciones y fuerzas internas en estructuras sometidas a diferentes condiciones de carga.

4. Resultados

Con el propósito de evaluar el impacto de la estrategia de enseñanza basada en MATLAB®, se diseñó un sistema de medición enfocado en el análisis de resultados de aprendizaje, permitiendo observar el desempeño de los estudiantes considerando tanto el dominio teórico como la aplicación práctica y el uso autónomo de herramientas computacionales. Los resultados que se presentan se organizan en función de las competencias definidas durante el desarrollo de la estrategia. Para cada una de ellas, se establecieron indicadores de desempeño y se aplicaron instrumentos de evaluación antes y después de la implementación. Asimismo, se definió una escala de valoración con niveles que permiten clasificar el grado de avance de los estudiantes en cada competencia evaluada.

La tabla 1 presenta los resultados de aprendizaje seleccionados para la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje, junto con sus respectivos indicadores de desempeño y los instrumentos aplicados para su medición.

Tabla 1. Resultados de aprendizaje (RAP) evaluados mediante la implementación.

RAP	Indicador evaluado	Instrumento aplicado
Comprensión de fundamentos teóricos de la asignatura Estática	Identifica y explica conceptos fundamentales de la Estática.	Pruebas teóricas
Capacidad de modelado y solución con MATLAB	Traduce problemas estáticos a modelos computacionales y desarrolla soluciones.	Ejercicios prácticos y análisis de código
Interpretación de resultados numéricos y gráficos	Analiza e interpreta datos generados por funciones y gráficos en MATLAB.	Análisis de código y presentación de resultados
Razonamiento lógico y analítico	Aplica pensamiento lógico en la solución de problemas complejos con MATLAB.	Problemas con solución abierta y justificación del proceso
Autonomía en el uso de herramientas computacionales	Utiliza MATLAB sin asistencia para resolver situaciones nuevas.	Encuestas de percepción y seguimiento individual del trabajo

Para interpretar los resultados obtenidos, se utilizó una escala de valoración que clasifica el desempeño de los estudiantes en cuatro niveles: principiante, en crecimiento, competente y excelente. Esta escala tiene como propósito proporcionar una visión cualitativa y cuantitativa del progreso alcanzado por los estudiantes en cada una de las etapas del proceso de resolución de problemas con MATLAB.

Tabla 2. Niveles de desempeño de acuerdo con los logros alcanzados durante la implementación.

Nivel	**Indicador de desempeño**	**Escala**	**Porcentaje**
Nivel I	Principiante	0.0 a 2.0	0%-40%
Nivel II	En crecimiento	2.1 a 3.0	40%-60%
Nivel III	Competente	3.1 a 4.0	60%-80%
Nivel IV	Excelente	4.1 a 5.0	80%-100%

A continuación, se detallan las etapas del proceso de solución de problemas evaluadas, así como los pesos asignados a cada una. Esta distribución permite valorar la importancia relativa de cada fase del proceso, en coherencia con las habilidades que se pretendían desarrollar mediante la estrategia didáctica.

Tabla 3. Peso asignado a cada resultado de aprendizaje.

RAP Evaluado	Peso
Comprensión de fundamentos teóricos de la asignatura Estática	1.0
Capacidad de modelado y solución con MATLAB	1.0
Interpretación de resultados numéricos y gráficos	1.0
Razonamiento lógico y analítico	1.0
Autonomía en el uso de herramientas computacionales	1.0
Total	**5.0**

Los resultados fueron organizados en función del promedio de desempeño obtenido en cada competencia, así como la distribución porcentual de los estudiantes en los distintos niveles de desempeño, permitiendo identificar de manera precisa las fortalezas y áreas de mejora asociadas a la intervención didáctica, y facilita una comparación directa entre las distintas dimensiones evaluadas.

A continuación, se presenta la tabla con los datos agregados de los resultados obtenidos tras la implementación de la estrategia en el grupo de estudio.

Tabla 4. Resultados del grupo de estudio sometido a la estrategia de enseñanza.

RAP	N	Media	Desviación estándar	Nivel I(%)	Nivel II(%)	Nivel III(%)	Nivel IV(%)
1	30	4.1	0.6	0%	13.3%	36.7%	50%
2	30	3.8	0.7	3.3%	16.7%	53.3%	26.7%
3	30	3.5	0.9	6.7%	20%	46.7%	26.6%
4	30	3.2	1.1	10%	26.7%	40%	23.3%
5	30	4.3	0.5	0%	6.7%	36.6%	56.7%

Los resultados evidencian una mejora significativa en el desempeño académico del grupo de estudio. En particular, se destaca un alto porcentaje de estudiantes ubicados en el Nivel IV (excelente desempeño) en los RAP 1 y RAP 5, lo que sugiere un dominio avanzado en las competencias relacionadas con la interpretación gráfica y el uso autónomo de herramientas computacionales. Los valores medios superiores a 3.5 en la mayoría de los RAP reflejan una

tendencia general hacia un desempeño competente o excelente, con una desviación estándar moderada que indica consistencia entre los estudiantes. La menor dispersión en RAP 5 (0.5) resalta que la competencia en autonomía digital fue ampliamente alcanzada de forma homogénea, posiblemente como resultado de la guía instructiva aplicada. En contraste, los resultados del RAP 4 presentan el promedio más bajo (3.2) y la mayor desviación estándar (1.1), indicando la necesidad de reforzar aspectos vinculados al razonamiento lógico-analítico, posiblemente mediante actividades más estructuradas o acompañamiento docente más personalizado.

5. Conclusiones

La implementación de la metodología en la enseñanza de la asignatura ha demostrado ser una estrategia pedagógica efectiva para la mejora del rendimiento académico y el fortalecimiento de resultados de aprendizaje necesarios en estudiantes de ingeniería mecánica, a través de la simulación en entornos virtuales y la resolución de problemas en tiempo real, se logró fomentar el pensamiento lógico, la autonomía digital y la apropiación de conceptos teóricos de manera significativa. Los resultados obtenidos evidencian una alta aceptación y desempeño por parte de los estudiantes, particularmente en aspectos relacionados con el uso de herramientas computacionales, la visualización gráfica de estructuras y la resolución de ejercicios con criterios de ingeniería. El enfoque activo, práctico e interactivo favoreció la motivación estudiantil hacia el aprendizaje autónomo y contextualizado, siendo que la estrategia presentada contribuye a la innovación educativa en el aula, alineándose con la necesidad de formar profesionales con competencias digitales y habilidades técnicas aplicadas.

6. Referencias

Artículos de revistas

- Lanuza Gámez, F. I., Rizo Rodríguez, M. and Saavedra Torres L. E. (2018). Uso y aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza- aprendizaje. Revista Científica de FAREM-Estelí, No. 25, pp. 16-30. https://doi.org/10.5377/farem.v0i25.5667
- Kosman, B. A., Castro de Jong, D., Knight-Agarwal, C.R., Chipchase L. S. and Etxebarria N. (2024). The benefits of virtual learning abroad programs for higher education students: A phenomenological research study. Nurse Educ Today, Vol. 136, No. 12, p. 106133. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106133
- Martínez-Marín, F. A. and Cantú-Munguía, I. A. (2017). Manejo de la simulación en la enseñanza de la ingeniería. Revista Educación en Ingeniería, vol. 12, no. 24, p. 58. https://doi.org/10.26507/rei.v12n24.749
- Khalid, M., Hossain Khan, M. S. and Gregory, S. (2023). Contextual variation on teachers' conceptions of ICT-enhanced teaching in engineering education. Heliyon, vol. 9, no. 3, p. e14531. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14531
- Obregon Quinones, L. G., Arrieta Viana, L. F. and Valencia Ochoa, G. E. (2017). Thermal Design and Rating of a Shell and Tube Heat Exchanger Using a Matlab® GUI. Indian J Sci Technol, vol. 10, no. 25, pp. 1–9. https://doi.org/10.17485/ijst/2017/v10i25/114038

- Herazo, R. E., Obregon, L. and Valencia, G. (2017). Development of an educational software in Matlab for transient heat transfer analysis. Contemporary Engineering Sciences, vol. 10, pp. 953–961. https://doi.org/10.12988/ces.2017.79102
- Obregón-Quiñones, L., Arrieta, L. and Valencia, G. (2017). A Matlab-based program for the parametric study of distillation column in a binary mixture system: effect of reflux ratio, feed composition and feed quality. J Theor Appl Inf Technol, vol. 95, p. 1088.

Libros

- Beer, F., Johnston, E. R., Mazurek, D. and Cornwell, P. (2010). Vector mechanics for engineers: Statics and dynamics, 10th ed. McGraw-Hill Companies.

Tesis

- Monjardín Gopar, A. M. (2018). EL CAMBIO CONCEPTUAL Y LA ENSEÑANZA DE LA ESTÁTICA EN AMBIENTES DE APRENDIZAJE MEDIADOS POR TECNOLOGÍA. Ph.D. disertación, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

Sobre los autores

- **José López Robles**: Ingeniero Mecánico, Universidad del Atlántico. josemauriciolopez@mail.uniatlantico.edu.co
- **Lisandro Vargas Henríquez**: Ingeniero Mecánico. Magíster en materiales y procesos industriales. Universidad Nacional de Colombia. Docente TCO – Universidad del Atlántico. lisandrovargas@mail.uniatlantico.edu.co.
- **Alfonso Rodríguez Peña**: Ingeniero Mecánico, Doctorado en Ciencias de la Educación. Magister en Ingeniería mecánica, Docente TCO. Universidad del Atlántico. alfonsorodriguez1@mail.uniatlantico.edu.co.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2025 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)