



## Enseñanza aprendizaje de las matemáticas en el contexto de la Ingeniería Naval

Ana Maria **Torres** Blanco  
Doctorado en Educación Matemática,  
Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla y Universidad Antonio Nariño  
Colombia  
[atorres16@uan.edu.co](mailto:atorres16@uan.edu.co)

Osvaldo **Rojas** Velázquez  
Universidad Antonio Nariño  
Colombia  
[orojasv69@uan.edu.co](mailto:orojasv69@uan.edu.co)

Mitchel Alexander **Girón** Palacio  
Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla y Universidad Antonio Nariño  
Colombia  
[Mitchel.giron@enap.edu.co](mailto:Mitchel.giron@enap.edu.co)

### Resumen

La enseñanza aprendizaje de las matemáticas en las carreras de ingeniería constituye parte fundamental de la formación y desempeño profesional del Ingeniero, en particular en Ingeniería Naval. Esta investigación busca implementar un enfoque metodológico de enseñanza aprendizaje de las matemáticas en contextos navales de la Estabilidad del Buque. Este proceso se desarrolla a partir de una actividad que tiene por objetivo: modelar sistemas físicos a través del manejo de datos, formulación matemática y variables establecidas de modo empírico partiendo de las bases adquiridas durante su formación, relacionados con el movimiento unidimensional de un buque en el laboratorio “Canal de Pruebas hidrodinámicas de Modelos” de la Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla (ENAP). Como hallazgos principales de la investigación se resalta la evidencia de avances en la comprensión de conceptos matemáticos, por medio de la argumentación e interpretación de modelos matemáticos obtenidos a partir de datos experimentales de contextos navales.

*Palabras clave:* Educación Matemática; Educación superior; Enseñanza presencial; Constructivismo; Educación matemática realista; Resolución de problemas; Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla; Colombia.

## **Introducción**

El proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática tributa a una adecuada formación y desempeño profesional del ingeniero, en particular del Ingeniero Naval. Esto permite implementar un enfoque metodológico de enseñanza en las asignaturas del área de matemática en el contexto de las carreras de ingeniería para contribuir al aprendizaje de los estudiantes.

Por otra parte, el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática y sus aplicaciones ha sido abordada por diferentes investigadores en reuniones y congresos, en particular se destacan las investigaciones presentadas en el Congreso Internacional de Educación Matemática (ICME), en el Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME), en las Reuniones Latinoamericanas de Matemática Educativa (RELME), entre otros. En estas reuniones se ofrecen cursos, conferencias y ponencias que reflejan las dificultades y avances de la temática referida en la Educación Matemática Universitaria.

Diferentes investigadores han realizado aportes a la enseñanza y al aprendizaje de la matemática en las carreras de Ingeniería Naval. Akapos, (2016) investiga la relevancia (valor de utilidad) de las matemáticas en las tendencias cambiantes de los negocios, educación y capacitación marítima. Donde aborda los conceptos de matemáticas industrial, en los negocios y en la industria marítima. También, precisa que las matemáticas deben reflejarse en los currículos de las universidades, de tal forma que respondan a las exigencias de los desarrollos tecnológicos actuales.

Además, se puede destacar el trabajo de Vidal, Muriel, Alonso, Casas, Rodríguez, Ruíz, y Díaz (2014) donde desarrollan talleres para mejorar la habilidad lógica y la capacidad de análisis en la comprensión de conceptos de Teoría del Buque a partir de la experimentación de fenómenos físicos y la conceptualización matemática de estos. Para el desarrollo del trabajo los autores consideran importante tener una base física y matemática, la cual permite desarrollar habilidades de abstracción y de formalismos, lo que ayuda al estudiante a construir conocimientos específicos fundamentales para el desarrollo de software, manejo de equipos y resolución de problemas específicos de la Ingeniería Naval.

En este mismo sentido, Stanivuk, Galić, & Bojanić, (2017) en su investigación, tienen como objetivo examinar de cerca el desarrollo histórico de las matemáticas en los asuntos marítimos, y mostrar cómo el conocimiento de las matemáticas puede convertirse en una herramienta poderosa en manos de un marino.

En cada una de las investigaciones mencionadas anteriormente, también se encontraron algunas debilidades en la enseñanza de las matemáticas, tales como: escaso nivel de aplicaciones específicas del contexto naval en el proceso de enseñanza aprendizaje, el alto índice de prácticas pedagógicas tradicional, entre otras.

De acuerdo con la revisión de la literatura, se plantean las siguientes oportunidades de mejoras con respecto a la enseñanza aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes de Ingeniería Naval en la ENAP.

- Base conceptual matemática de los estudiantes al cursar las asignaturas que involucran la teoría del buque.
- Habilidades de representación y visualización para la resolución de problemas en el contexto de la ingeniería naval.
- Habilidades para la comprensión de los procesos lógicos de las simulaciones.
- Interés y motivación de los estudiantes por los contenidos matemáticos universitarios.

Los resultados de las valoraciones anteriores y del análisis epistemológico inicial realizado inciden en los logros académicos en matemáticas de los estudiantes de la ENAP, lo cual conlleva a que se plantee el siguiente objetivo: modelar sistemas físicos a través del manejo de datos, la formulación matemática y variables establecidas de modo empírico partiendo de las bases adquiridas durante su formación, relacionados con el movimiento unidimensional de un buque en el laboratorio “Canal de Pruebas hidrodinámicas de Modelos” de la ENAP.

### **Marco teórico**

La presente investigación asume la Educación Matemática Realista (EMR) de (Freudental, 1964), y sus fundamentos epistemológicos (matematización, la reinención guiada y la fenomenología didáctica). Además, la Resolución de Problemas de (Polya, 1965), y sus fases de Orientación hacia el problema, Trabajo en el problema, Solución del problema, Evaluación de la solución y de la vía. También se considera la visualización matemática de Arcavi (2003) y la modelación matemática desde las perspectivas realistas y epistemológica (Abassian, Bush, and Bostic, 2020). Estos referentes teóricos se integran para lograr un robusto proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas a través de la inclusión de contextos realistas navales relacionados con la Estabilidad del Buque.

### **Metodología**

Esta investigación se sustenta en un paradigma de investigación de tipo cualitativo, con un enfoque de investigación cualitativo y un diseño de investigación acción. El enfoque de investigación cualitativo “... se selecciona cuando el propósito es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados” (Sampieri, 2014, p.358). Además, cabe destacar que “... el proceso cualitativo no es lineal, sino iterativo o recurrente; las supuestas etapas en realidad son acciones para adentrarnos más en el problema de investigación y la tarea de recolectar y analizar datos es permanente” (Sampieri, 2014, p.358).

Por otra parte, Minerva (2006) plantea que el diseño de investigación acción es un “... proceso de reflexión-acción-cambio-reflexión, por y para el mejoramiento de la práctica del docente, mediante la participación de este, dirigido a superar los problemas y las necesidades del aula, la escuela y la comunidad, posibilitando el diálogo entre teoría-práctica-teoría” (Minerva, 2006, p.116).

Con este enfoque se busca investigar el proceso de enseñanza aprendizaje de temas de cálculo diferencial, calculo integral, calculo vectorial, ecuaciones diferenciales, entre otros, base

fundamental para un buen desempeño de los estudiantes en la asignatura Estabilidad del Buque en la ENAP.

La población la constituyen estudiantes de Ciencias Navales e Ingeniería Naval de la ENAP y la unidad de análisis formada por 22 cadetes del curso 2.1 C de cálculo integral.

A continuación, se presenta la propuesta de actividad:

### **Actividad 1. Análisis de movimiento rectilíneo variado mediante sumas de Riemann y cálculo de integrales. Análisis aceleración contra tiempo.**

Objetivo: modelar sistemas físicos a través del manejo de datos, la formulación matemática y variables establecidas de modo empírico partiendo de las bases adquiridas durante su formación, relacionados con el movimiento unidimensional de un buque en el laboratorio “Canal de Pruebas hidrodinámicas de Modelos” de la ENAP.

Los siguientes problemas se resuelven con base en los datos obtenidos por experimentación relacionado con el movimiento unidimensional de un buque en el laboratorio. Cada grupo debe trabajar con la velocidad máxima alcanzada por la embarcación. A continuación, escriba dicha velocidad.

VELOCIDAD LIMITE \_\_\_\_\_

Problema 1. ¿Cuál es el mejor ajuste de los datos aceleración contra tiempo, explore en GeoGebra y seleccione el ajuste que mejor explique los datos? Escribir la función de ajuste y su gráfica.

Problema 2. Calcule la integral indefinida sin el uso de dispositivos electrónicos de la función de ajuste de los datos. ¿Que representa el resultado de esta integral?

Problema 3. Encuentre el valor de la constante de integración del punto anterior tomando como valor inicial el primer tiempo y la primera velocidad de la base de datos. Escriba la expresión del resultado de la integral indefinida con el valor de la constante de integración.

Problema 4. Evalúe la función del punto anterior con el último tiempo de la base de datos en la hoja de velocidad y compáralo con el valor empírico correspondiente. ¿Qué se puede decir con respecto a esta comparación?

A continuación, se realiza el análisis de la actividad 1 a partir del desempeño de los estudiantes durante el desarrollo de esta, los logros y las dificultades.

El desarrollo de la actividad inicia a partir de la realización de preguntas orientadoras por parte de la docente. Esto con el fin de activar conocimientos previos, llevando a los estudiantes a establecer la relación entre derivación e integración por medio de la visualización de problemas relacionados. Se lleva a cabo la resolución de problemas de modelación matemática afines con

las aplicaciones en la física y se motiva a los grupos avanzar en el desarrollo de la actividad 1 (ver Figura 1).

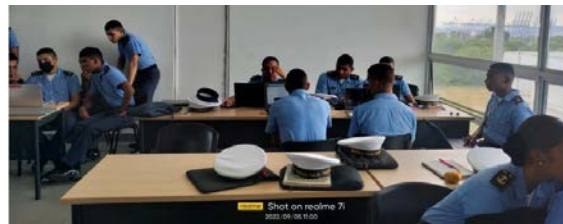


Figura 1. Estudiantes del curso 2.1C de la ENAP a la izquierda en el laboratorio del “Canal de Pruebas hidrodinámicas de Modelos” de la ENAP, y a la derecha en el desarrollo de la actividad1 en grupos en el aula.

Es importante mencionar, que el desarrollo de la actividad se hace con acompañamiento de la docente, quien orienta a los estudiantes cuando se les presenta una dificultad atendiendo a los principios de la EMR y la modelación matemática.

Se evidencia dentro del proceso evaluativo comprensión en la implementación y manejo del software GeoGebra principalmente en el problema 1 de la actividad 1, donde se requiere el uso de la modelación matemática. El 100% de los estudiantes puede establecer el modelo matemático que ajusta los datos aceleración contra tiempo de los datos experimentales. Los estudiantes identifican la función de ajuste que modela la aceleración de la embarcación (ver Figuras 2 y 3).

$$f(x) = \text{AjustePolinómico}(11, 9)$$

$$\rightarrow 0x^9 + 0x^8 - 0x^7 + 0x^6 - 0x^5 + 0x^4 - 0.1x^3 + 3.97x^2 - 62.82x + 119.72$$

Figura 2. Ajuste polinómico dado por el grupo de Estudiantes del curso 2.1C de la ENAP que trabajo con la velocidad máxima 0,2 m/s.

Fuente: elaboración propia

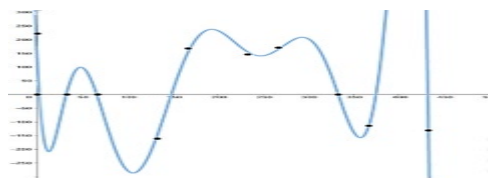


Figura 3. Grafica ajuste polinómico dado por el grupo de Estudiantes del curso 2.1C de la ENAP que trabajo con la velocidad máxima 0,2 m/s.

Fuente: elaboración propia

Todos los grupos de estudiantes logran resolver el problema 2 de la actividad correspondiente al cálculo de la integral de la función de ajuste de los datos experimentales a partir de las técnicas de integración discutidas en clase.

Del mismo modo, el 75% de los grupos logran establecer la constante de integración de acuerdo con las condiciones iniciales asumidos en cada caso. Pero, se les dificulta dar la interpretación de los resultados, y por ende establecer la integral de la función aceleración como el resultado de la función velocidad de la embarcación.

Se propició el escenario de contrastar ideas para llegar a la resolución de los problemas planteados. Además, los estudiantes en varias ocasiones abordan a la profesora con cuestionamientos sobre el desarrollo de la actividad, que dan cuenta de su interés por comprender y presentar una buena actividad.

### Logros

- A partir del desarrollo de la actividad, los estudiantes comprenden la aplicabilidad del contenido matemático de derivadas y antiderivadas producto de una situación real.
- Se puede evidenciar, en relación con la fenomenología didáctica tomada del marco teórico concerniente a la EMR, la modelación matemática, la visualización matemática, que el concepto matemático “antiderivada o integración”, puede ser introducido a partir de una situación concreta, que facilita su comprensión.
- La modelación matemática relacionada con la función de ajuste de aceleración de la embarcación permite que los estudiantes puedan escribir fórmulas a partir de la visualización de la representación gráfica del modelo de ajuste de la función.

### Dificultades

- El tiempo para el desarrollo de la actividad es limitado.
- Los estudiantes presentan dificultades para resolver problemas, debido a la no familiarización con este enfoque.
- Al inicio fue un poco desafiante la integración del empleo de herramientas tecnológicas o software matemáticos, pese a las habilidades de los estudiantes con estas.
- Los estudiantes ponen un poco de resistencia a los problemas en los que deben argumentar sobre los resultados dados matemáticamente y su relación con el contexto.

### Conclusiones

Se evidencia avances en la comprensión de conceptos matemáticos a partir de la argumentación que los estudiantes dan a la relación que existe entre el modelo de ajuste de la función aceleración y la función resultante que representa la función velocidad de la embarcación.

Constituye una tendencia de los estudiantes resolver problemas procedimentales sin dar ninguna explicación, esto debido a la limitación de las prácticas pedagógicas tradicionales predominantes.

La actividad resulta motivante para los estudiantes, ya que les encontraron sentido a los datos obtenidos de forma experimental.

Se evidencia la participación de los estudiantes en el desarrollo de la actividad, propiciándose el escenario de contrastar ideas para llegar a la resolución de los problemas planteados.

### Referencias y bibliografía

Abassian, A., Safi, F., Bush, S., & Bostic, J. (2020). Five different perspectives on mathematical modeling in mathematics education. *Investigations in Mathematics Learning*, 12(1), 53-65.

- Akakpo, GS (2016). The role and relevance of mathematics in the maritime industry. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Science*, 12,75-86.
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational studies in mathematics*, 52(3), 215-241.
- Barreiro, P. (2012). *Educación matemática: aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos*. Eduvim, Editorial Universitaria Villa María.
- Blomhøj, M. (2009). *Different perspectives in research on the teaching and learning mathematical modelling*. Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics, 1.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 3). Sexta edición. México: McGraw-Hill. p. 358.
- Kaiser, G., Schwarz, B., & Buchholtz, N. (2011). Authentic modelling problems in mathematics education. *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, 591-601.
- Minerva, F. (2006). *El proceso de investigación científica*. Zulia, Venezuela: Universidad del Zulia. p. 116
- PEI, Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla. Recuperado el 18 de noviembre de 2020 de la URL: [www.enap.edu.co](http://www.enap.edu.co)
- Polya, G., & Zugazagoitia, J. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas* (No. 04; QA11, P6.). México: Trillas.
- Stanivuk, T., Galić, S., & Bojanić, M. (2017). Mathematics as a Science and Marine Activity Follow Each Other Throughout History. *Transactions on maritime science*, 6(01), 55-60.
- Vidal, J., Muriel, C., Alonso, J. J., Casas, M., Rodríguez, V., Ruíz, A., & Díaz, J. Taller integrado de física--matemáticas con aplicaciones a la Ingeniería Naval y Oceánica. Proyectos de Innovación y Mejora Docente. Escuela de Ingeniería Naval y Oceánica. España.