

Taller integrado de física-matemáticas con aplicaciones a la Ingeniería Naval y Oceánica.

Juan Vidal¹, Concepción Muriel², José Juan Alonso³, Melquiades Casas³, Verónica Rodríguez⁴, Adrián Ruíz⁵, Jorge Díaz⁶

¹Departamento de Construcciones Navales, Escuela de Ingeniería Naval y Oceánica; ²Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, ³Departamento de Física Aplicada, Escuela de Ingeniería Naval y Oceánica; ⁴Egresada del Grado de Matemáticas; ⁵Becario del proyecto de Innovación; ⁶Alumno colaborador del Departamento de Construcciones Navales.

juan.vidal@uca.es

RESUMEN: En este trabajo se presentan los resultados de un proyecto de innovación docente multidisciplinar, donde a partir de seminarios teóricos y experiencias de laboratorio, se propone un método de enseñanza para alumnos de Ingeniería Naval en las asignaturas de Principios de Ingeniería Naval, Teoría del buque, Física y Matemáticas, basado en la búsqueda en común de soluciones y demostraciones matemáticas. En estos seminarios teórico-prácticos se presentan los conceptos físico-matemáticos, explicados con el rigor necesario y de la manera más general posible, y sus aplicaciones posteriores al campo de la ingeniería naval. Los alumnos de Ingeniería Naval aprenden a desarrollar, a partir de conceptos físicos y matemáticos generales, las demostraciones necesarias para la Teoría del Buque.

PALABRAS CLAVE: proyecto, innovación, mejora, docente, matemáticas, ingeniería naval, laboratorio, taller.

INTRODUCCIÓN

Las fronteras entre las distintas Ciencias no son claras y distintas, sino que se solapan entre sí, interfiriendo unas con otras. Esto permite ofrecer un aspecto de continuidad “de modo que, si bien es cierto que cada Ciencia tiene un núcleo claramente diferenciado, tiene también una corteza que resulta difícil de precisar si pertenece a ella o pertenece a otra, muchas veces es difícil reconocer si un fenómeno es económico o social, físico, químico” [1] o ingenieril.

La idea de este proyecto fue dedicar una serie de seminarios y experiencias de laboratorios para estudiantes de ingeniería naval y matemáticas sobre temas de las asignaturas de Teoría del Buque. Durante estos seminarios se presentaba un tema, con sus objetivos y problemáticas, para seguir con la demostración de algunos de los conceptos, desde un punto de vista más riguroso. Es cierto que, para la solución de la mayoría de los problemas de Teoría del Buque basta con aprenderse unas cuantas recetas, pero el tiempo empleado en estudiar los conceptos físico-matemáticos rinden frutos inapreciables en el ejercicio ulterior de problemas más complejos y sitúa a los alumnos que reciben estos seminarios en posiciones ventajosas con relación a otros que tuvieron un aprendizaje más concreto y práctico.

Los objetivos generales de este proyecto han sido:

1) Desarrollar talleres para mejorar la habilidad lógica y la capacidad de análisis en la comprensión de conceptos de Teoría del Buque. Teniendo una base física y matemática, desarrollar habilidades de abstracción y la expresión de formalismos, lo que ayuda al estudiante a desarrollar conocimientos específicos fundamentales para el desarrollo de software, manejo de equipos y resolución de problemas específicos de la Ingeniería Naval.

2) Fomentar la capacidad para tratar con conceptos y técnicas de disciplinas diferentes a las propias. Aprender a

relacionarse y saber integrarse en un equipo interdisciplinar donde se comprendan conocimientos, experiencias y motivaciones desde todas las áreas implicadas en este proyecto.

Para este trabajo se ha contado con la participación de alumnos del grado de Ingeniería Naval y alumnos del grado y del máster en Matemáticas. Su aportación al mismo ha sido fundamental para dar al proyecto la dimensión necesaria, haciendo de los trabajos realizados herramientas atrayentes a los alumnos. Sus aportaciones han sido:

- 1) Colaborar en la solución de problemas de la ingeniería naval, aplicando conocimientos informáticos y computacionales a la resolución y/o comprensión de los mismos y planteando distintas posibilidades de abordar el problema, con sus demostraciones físico-matemáticas necesarias.
- 2) Elaborar documentos, memorias de prácticas, donde se desarrollan las experiencias de laboratorios.
- 3) Plantear distintas experiencias que pudieran resultar como aplicaciones directas de las demostraciones físico-matemáticas elaboradas.

SEMINARIOS Y EXPERIENCIAS DE LABORATORIO

La experiencia objeto de este proyecto se fundamenta en dos partes. Primeramente, se realiza unos seminarios donde profesores y alumnos colaboradores de las diferentes áreas introducen un tema concreto relacionado con la Teoría del Buque. Tras introducir el problema a tratar, se estudian los conceptos físicos que están implicados y qué demostraciones matemáticas son necesarias para ello. Por último, se proponen ejemplos y experiencias aplicadas a la ingeniería naval. Algunas de estas se pueden desarrollar en un laboratorio, en cuyo caso, se plantea el experimento. Se realizaron seminarios sobre “Propiedades geométricas de un flotador”, “Centro de Gravedad” y “Equilibrio de flotadores”. Los

seminarios se desarrollaron en la Facultad de Ciencias, en dependencias del Departamento de Matemáticas. Las prácticas se realizan en el taller de Teoría del Buque del CASEM.

En la figura 1 se presentan salidas de pequeñas subrutinas MAPLE que los alumnos utilizan para obtener algunos resultados intermedios necesarios durante las prácticas. En las figuras 2 y 3 se muestran algunas de las experiencias de laboratorio llevadas a cabo. Los ensayos de laboratorios siempre se planificaban partiendo de los más sencillo y general para llegar después a lo más concreto y complejo. En la mayoría de los casos se comienza con formas geométricas regulares y sencillas y se pasa luego a formas geométricas más complejas.

RESULTADOS

Para evaluar los resultados del proyecto de innovación, se realizó una serie de experiencias con los alumnos de Principios de Ingeniería Naval del primer curso y de Teoría del Buque del segundo curso, ambos del Grado de Ingeniería Naval y Oceánica.

Población y muestra.

La población objeto del estudio estuvo constituida por los estudiantes del primer y segundo curso del grado de Ingeniería Naval, Náutica. La muestra fue de 20 alumnos sobre un total de 160 matriculados.

Estructura

El instrumento aplicado consistió en una encuesta, de preguntas cerradas y abiertas, dividida en seis partes, cinco antes de las experiencias de laboratorio y una después de las mismas:

A. Información general. Dos preguntas sobre género, y año que cursa.

B. Qué es saber teoría del buque. Se presentaron ocho afirmaciones sobre lo que se debe aprender en teoría del buque, para que los alumnos las ordenaran en función de la concordancia con sus opiniones personales.

C. Qué es un problema relacionado con la teoría del buque. Este apartado se dividió en tres secciones: una indagaba sobre la percepción que el estudiante puede tener acerca de lo que es un problema de ingeniería naval, la otra sobre características de un problema relacionado con la teoría del buque y la tercera sobre algunas consideraciones necesarias al abordar la resolución de un problema.

D. Libros de texto. Se indagó sobre el libro de texto que utilizan y la forma en que en el mismo se aborda la resolución de problemas.

E. Las matemáticas y los problemas matemáticos como herramienta para la solución de problemas. Se preguntó sobre problemas matemáticos relacionados, sin que en apariencia tuviera relación con la ingeniería naval, pero de aplicación directa a la ingeniería naval.

F. Con posterioridad a las experiencias de laboratorio, se plantearon cuestiones sobre cómo mejoraría su aprendizaje en Teoría del Buque en relación a las asignaturas de matemáticas y físicas.

Los resultados de las encuestas demostraron que para la mayoría de los alumnos, el 70 por ciento de los encuestados, la

Teoría del buque es resolver problemas relacionados con la estabilidad de los buques. Para el 80 por ciento de los alumnos encuestados, un problema de teoría del buque son los cálculos necesarios para saber si un buque es seguro mientras navega, pero no lo relacionan con su diseño ni su coste económico, por ejemplo. Para la solución de un problema, el 40 por ciento creen necesario conceptos de física y sólo el 20 por ciento de matemáticas.

Los libros de textos que los alumnos utilizan resuelven problemas concretos de ingeniería naval pero no relacionan los conceptos utilizados para la solución con problemas de otras áreas. El 30 por ciento de los encuestados encuentran utilidades no relacionadas con la ingeniería en los conceptos físico-matemáticos utilizados libros por los libros de textos. Solo un 10 por ciento de los encuestados encontró relación entre el concepto matemático de centroide y la determinación del centro de carena de un buque.

Una vez realizada las experiencias del laboratorio, el 90 por ciento de los alumnos encuestados creyeron necesarios seminarios de refuerzo de matemáticas y físicas. El 80 por ciento de los encuestados eran partidarios de prácticas conjuntas de física (en concreto Mecánica de Fluidos) y Teoría del Buque de las asignaturas del grado.

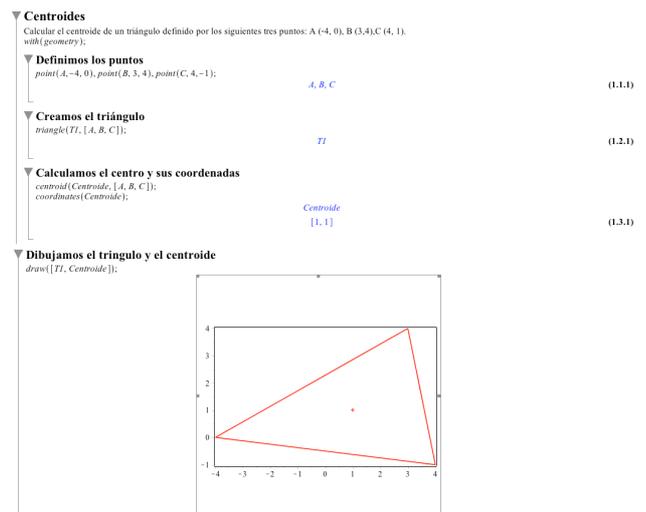


Figura 1. Ejemplo de procedimiento en MAPLE para el cálculo de centroides.

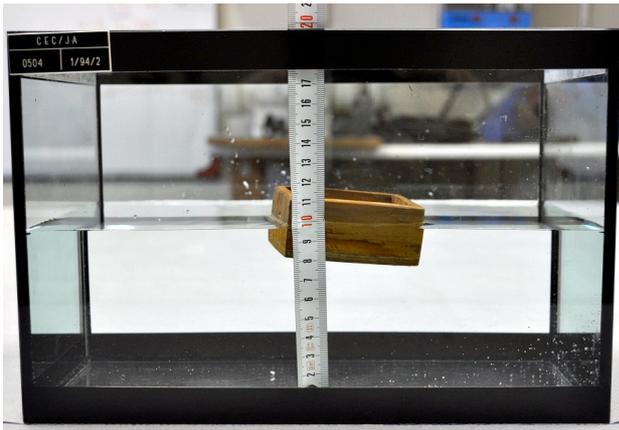


Figura 2. Ensayo en laboratorio para aplicar conceptos como peso y empuje, asiento y momento necesario para un trimado dado.

Buque. En base a este documento, se llevaron a cabo experiencias en el laboratorio de Teoría del buque de la Escuela de Ingeniería Naval y Oceánica, donde se pusieron en práctica los conceptos teóricos tratados. Al mismo tiempo se llevaron a cabo rutinas de programación en MAPLE y Mathematica para facilitar los cálculos y la representación gráfica de resultados.

Estas aplicaciones informáticas y el manual de asignatura están pensadas para estudiantes que inicien sus estudios en ingeniería. Como resultado de esta experiencia, se han programado para el curso 2014-2015 seminarios de refuerzo voluntarios para aquellos alumnos que consideren que pueden tener necesidad de reforzar/repasar algunos de los conceptos matemáticos importantes para las asignaturas de Teoría del Buque. Así mismo, entre profesores de los departamentos de Física aplicada y Construcciones Navales, se realizaron prácticas comunes, compartiendo materiales docentes.

REFERENCIAS

1. Maravall Casesnoves, Darío. La importancia de la filosofía para matemáticos, físicos e ingenieros. Revista Real Academia Ciencias Exactas Física y Naturales.(Esp). 2008, Vol. 102, No. 1, pp 229-250, 2008 *Nombre de la revista*.
2. Hassani, S. Mathematical methods using Mathematica: for students of physics and related fields. 2003, Springer 235pp.
3. Torrence, B. F.;Torrence, E. A. The Student's Introduction to MATHEMATICA ®: A Handbook for Precalculus, Calculus, and Linear Algebra. 2009, Cambridge University Press, 484 pp.



Figura 3. Ensayo en laboratorio con buque a escala, añadiendo mayor complejidad al ensayo de la Figura 1.

ANEXOS

En el anexo, se presenta el documento explicativo de uno de los seminarios impartidos: "El problema de la medida en la asignatura de Teoría del Buque".

[PI_14_070_Anexo 1.pdf](#)

AGRADECIMIENTOS

A D. Antonio Rivera, personal PAS del Departamento de Construcciones Navales, quien ha estado colaborando en las prácticas en el Taller de Teoría del Buque.

CONCLUSIONES

El núcleo fundamental de los resultados de este proyecto fueron unos seminarios donde se repasaron los conceptos fundamentales relacionados con la asignatura de Teoría del