

# DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

## Creación de una embarcación didáctica para potencializar el aprendizaje del estudiante de ingeniería naval

### Creation of a didactic vessel to enhance the learning of naval engineering students

**Cayetano Simón Molina**

0009-0003-8847-0436

cayetano.sm@mazatlan.tecnm.mx

**Ana Marlenne Rendon Garcia**

0009-0005-8740-2903

ana.rg@mazatlan.tecnm.mx

## RESUMEN

La iniciativa de diseñar una embarcación didáctica para el Instituto Tecnológico de Mazatlán surge ante la necesidad de contar con un espacio seguro y propio para realizar prácticas de ingeniería naval, evitando el acceso a astilleros externos donde existen riesgos operativos. El proyecto se desarrolló mediante seis fases metodológicas que incluyeron el diseño conceptual, ingeniería básica y de detalle, así como el proceso constructivo y el control de calidad, siguiendo normativas de la Secretaría de Marina y estándares de casas de clasificación. Los estudiantes participaron activamente en la elaboración de planos, cálculos de estabilidad y habilitado de materiales, mientras que la empresa Teknaval S.A. de C.V. apoyó con personal especializado para la construcción del casco. Como resultado, la embarcación presenta un avance del 90 % y ya funciona como herramienta pedagógica, permitiendo prácticas reales en asignaturas como Dibujo Naval, Líneas de Formas y Estructura Naval, donde los alumnos levantan geometrías del casco y analizan elementos estructurales. Este prototipo demuestra la viabilidad de integrar infraestructura académica flotante a la formación profesional, fortaleciendo la enseñanza práctica y posicionando al instituto como pionero nacional en la incorporación de una embarcación didáctica en su modelo educativo.



**PALABRAS CLAVE:** Ingeniería Naval, Modelo Educativo, Innovación Académica, Prácticas Profesionales.

## **ABSTRACT**

The initiative to design a didactic vessel for the Technological Institute of Mazatlán arises from the need for a safe, on-campus space where naval engineering students can carry out practical activities, avoiding external shipyards where operational risks are present. The project followed six methodological phases that included conceptual design, basic and detailed engineering, as well as the construction process and quality control, all aligned with regulations from the Secretariat of the Navy and classification society standards. Students actively participated in the development of plans, stability calculations, and material preparation, while Teknaval S.A. de C.V. provided specialized personnel for the hull construction. As a result, the vessel's structure is 90% complete and already functions as an educational tool, enabling hands-on learning in courses such as Naval Drawing, Lines and Forms, and Naval Structures, where students perform real hull geometry measurements and analyze structural components. This prototype demonstrates the feasibility of incorporating floating academic infrastructure into professional training, strengthening practical learning and positioning the institute as a national pioneer in integrating a didactic vessel into its educational model.

**KEYWORDS:** Naval Engineering, Educational Model, Academic Innovation, Professional Practices.

## **INTRODUCCION**

La ingeniería naval en Mazatlán constituye un eje de desarrollo regional, vinculado a la pesca, el turismo y la infraestructura portuaria (INEGI, 2020; CONAPESCA, 2023). A nivel nacional, constituye un sector estratégico para el comercio, la seguridad marítima y la sustentabilidad ambiental (SEMAR, 2023). El fortalecimiento de la formación profesional en esta área, mediante herramientas innovadoras como una embarcación didáctica, responde a una necesidad técnica, económica y educativa alineada con el contexto marítimo de México (Watson, 1998; Evans, 1983)

La ingeniería naval en Mazatlán constituye un eje de desarrollo regional vinculado a la pesca, el turismo y la infraestructura portuaria (INEGI,2020; SEMAR, 2022). A nivel nacional, representa un sector estratégico para el comercio, la seguridad marítima y la sustentabilidad ambiental (SEMAR,2022; Secretaría de Economía, 2021).

La idea de crear una embarcación didáctica surge de la necesidad que se tiene en el Instituto Tecnológico de Mazatlán de realizar prácticas de campo de las diferentes asignaturas de la carrera de ingeniería naval, ya que las practicas se realizan en las empresas que tienen el giro comercial de construcción y reparación naval, las cuales se encuentran fuera del plantel, por lo que el personal docente y estudiantes se deben trasladar a dichas empresas, sin embargo no se pueden ingresar a las empresas por seguridad de los alumnos, en estas empresas se desarrollan trabajos de alto riesgo (STPS, 2022), se programa visitas a estas empresas cuando están en procesos que no interfiera en sus labores, por ello el personal docente de la ingeniería naval tuvo la necesidad de crear una embarcación didáctica para uso de los alumnos y docentes del Instituto Tecnológico de Mazatlán. En la actualidad la educación superior enfrenta retos de llevar el conocimiento a la práctica y tener en sus instalaciones los medios para reafirmar la teoría con la práctica (UNESCO, 2021; ANUIES, 2020), con esta creación de la embarcación didáctica ayudaría a proyectar los conocimientos básicos de la ingeniería naval en las instalaciones del instituto tecnológico de Mazatlán, esta etapa de teoría – práctica se aplica a las materias de producción naval, análisis estructural, ingeniería del casco, inspección de construcción, dibujo naval, líneas de formas y estabilidad por mencionar algunos la propuesta de embarcación permite a alumnos y docentes tener a disposición una embarcación para realizar prácticas y desarrollar los conocimientos necesarios para salir mejor preparados en el campo laboral desempeñándose como supervisores, inspectores de casas clasificadoras, aseguradoras, jefes de flota de embarcaciones, Semar, obras portuarias, plataformas marinas, llevar a cabo este proyecto en el Instituto Tecnológico de Mazatlán, posicionaría a la institución como la única que cuente con esta valioso artefacto naval en México, ya que en base en la información oficial de la Universidad Veracruzana sobre la Ingeniería Naval y los recursos del campus no se menciona la existencia

de una embarcación didáctica o buque para prácticas en el mar (Universidad Veracruzana, 2023). De acuerdo con los recursos públicos del Instituto Tecnológico de Boca del Río, la Ingeniería Naval se desarrolla mediante talleres y laboratorios; no se identifica la presencia de una embarcación didáctica para prácticas a bordo (Instituto Tecnológico de Boca del Río 2023).

Mazatlán es una ciudad y puerto de prestigio en la construcción y reparación de embarcaciones, ya que Sinaloa cuenta con más de 500 embarcaciones pesqueras, sardineras y atuneras, siendo el estado con más embarcaciones en toda Latinoamérica, de acuerdo con fuentes oficiales (INEGI 2020; CONAPESCA 2023). La construcción de una embarcación didáctica beneficiaría no solo al Instituto Tecnológico de Mazatlán, sino a toda la entidad. Por lo tanto, el objetivo del estudio es diseñar y desarrollar una embarcación didáctica concebida como aula flotante, equipada con tecnologías visibles y sistemas funcionales que permitan fortalecer la formación práctica de estudiantes de ingeniería naval y de disciplinas afines, integrando teoría y experiencias operativas en un entorno marítimo real.

## **METODOLOGIA**

El desarrollo del proyecto se estructuró en seis fases metodológicas propias de la ingeniería naval (Watson, 1998; Evans, 1939). A continuación, se mencionan cada una de las fases.

**Diseño conceptual:**

Se definieron los requerimientos operativos y académicos de la embarcación, considerando su función como plataforma de prácticas. Se realizaron levantamientos y análisis comparativos de líneas de formas de embarcaciones menores, seleccionando configuraciones con condiciones adecuadas de estabilidad inicial, maniobrabilidad y eficiencia hidrodinámica (Rawson & Tupper, 2001; Watson, 1998).

Se establecieron los parámetros principales: eslora, manga, puntal, desplazamiento estimado y centro de gravedad preliminar (Evans, 1983).

**Ingeniería básica:**

Con base en el diseño conceptual, se desarrollaron los planos exigidos por la Secretaría de Marina, establecidos en la norma 2022 para embarcaciones menores de 24 metros de eslora. (SEMAR, 2022).

Los planos para el diseño de la embarcación incluyeron: plano de líneas, plano de arreglo general, plano de distribución de tanques, plano estructural, plano de mamparos, plano eléctrico básico y de estabilidad, todos elaborados en el software AutoCAD 2022. El software Maxsurf se utilizó para el cuadernillo de estabilidad preliminar (Bentley Systems, 2022). Además, se realizó el cálculo de arqueo conforme a los lineamientos internacionales de la Organización Marítima Internacional (OMI, 1969).

### **Ingeniería de detalles:**

Se elaboraron planos de corte, habilitado de acero y secuencia de armado estructural en AUTOCAD 2022 a escala natural.

En esta etapa se seleccionaron materiales con espesores adecuados y los procesos constructivos. El Instituto Tecnológico de Mazatlán apoyó en la adquisición de los materiales seleccionados con base en la Norma de clasificación de cascos ABS (American Bureau of Shipping [ABS], 2018). Por ejemplo: solera de 5/16" x 3" para cuadernas; placa de 1/4" para mamparos transversales y longitudinales; placa de 1" x 6" para quilla, roda y codaste. Estos elementos estructurales son los requeridos para este tipo de embarcación de acuerdo con la Norma American Bureau of Shipping (ABS, 2018)

### **Proceso constructivo:**

La empresa Teknaval S.A. de C.V. apoyó el proceso de construcción con personal especializado en pailería (trazos y cortes de estructura y placa), soldadores y consumibles (oxígeno, gas butano, soldadura y herramienta).

Las etapas de construcción se llevaron a cabo mediante el trazado y corte de cuadernas, el armado estructural preliminar de las cuadernas, la instalación y alineación de la quilla, el montaje de mamparos, la verificación dimensional (uso de la cartilla de trazado y del plano de líneas) y la soldadura definitiva y los refuerzos (puntales de tubos de acero) (Eyres & Bruce, 2012; ABS, 2018). Figuras 1 y 2: fotos de construcción.

**Figura 1**  
*Construcción de la estructura de la embarcación*



Fotografía tomada por el ingeniero Cayetano Simón Molina

**Figura 2**  
*Construcción de la estructura al 90% de terminación.*



Fotografía tomada por el ingeniero Cayetano Simón Molina

**Control de calidad:**

Se implementaron inspecciones técnicas por ingenieros en construcción naval responsables del proyecto, quienes están certificados por SEMAR. Los ingenieros verificaron la alineación longitudinal y transversal de la embarcación, realizaron inspecciones visuales de

soldaduras y de control de espesores, y supervisaron conforme a los lineamientos técnicos establecidos en la (SEMAR, 2022; American Bureau of Shipping [ABS], 2018).

## **RESULTADOS**

Como resultado del desarrollo del diseño conceptual, se obtuvieron productos técnicos fundamentales: plano de líneas, plano de arreglo general, plano estructural, plano de distribución de tanques y cálculo de arqueo (Watson, 1998; Rawson & Tupper, 2001). Esta documentación fue desarrollada con la participación activa de estudiantes de residencias profesionales y tesis de licenciatura, lo que permitió fortalecer el enfoque académico-aplicado del proyecto (ANUIES, 2020).

La embarcación didáctica presenta un avance aproximado del 90 % en su estructura principal. El casco se encuentra prácticamente concluido en su fase estructural, lo que ha permitido su incorporación directa en actividades académicas. En la asignatura de Dibujo Naval, los docentes utilizan la embarcación para realizar levantamientos reales de las formas del casco, lo que permite que los estudiantes contrasten la representación gráfica con la geometría física construida (Figura 3, Evans, 1983). En la materia de Estructura Naval I, la embarcación se emplea como modelo práctico para determinar el módulo de sección de la cuaderna maestra, lo que facilita la comprensión de los principios de la resistencia estructural y del análisis de esfuerzos en elementos longitudinales y transversales (Rawson & Tupper, 2001).

### Figura 3

*Práctica sobre el cálculo de peso estructural*



*Nota.* Uso de la estructura de la embarcación didáctica por estudiantes de ingeniería naval  
Fotografía tomada por el ingeniero Cayetano Simón Molina

Actualmente, falta por terminar el 10% de la estructura para que el levantamiento de las líneas de forma de la embarcación esté completo en los cierres de popa de los elementos estructurales como codillo, cantoneras, palmejares y genoles. Esto servirá a los estudiantes para realizar levantamientos prácticos del plano de arreglo general de planta y de la distribución de tanques en la asignatura de Líneas de forma y estabilidad (Watson, 1998).

Estos resultados demuestran que la embarcación didáctica no solo constituye un avance en la infraestructura académica, sino también una herramienta pedagógica activa que integra el diseño, el cálculo estructural y la construcción naval en un entorno real de aprendizaje (UNESCO, 2021).

### CONCLUSION

El avance del 90 % en la estructura del casco demuestra la viabilidad técnica del proyecto y su correcta planeación metodológica, alineada con los lineamientos establecidos por la Secretaría de Marina para embarcaciones menores de 24 metros de eslora (SEMAR, 2022). La colaboración del Instituto Tecnológico de Mazatlán y el apoyo técnico de Teknaval S.A. de C.V. fueron determinantes para consolidar la etapa estructural del prototipo (American Bureau of Shipping [ABS], 2018).

Desde el punto de vista académico, la embarcación ya cumple una función pedagógica activa. Su utilización en asignaturas como Dibujo Naval y Estructura Naval I ha permitido que los estudiantes realicen levantamientos de forma real del casco y determinen el módulo de sección de la cuaderna maestra, fortaleciendo la comprensión de los principios de arquitectura naval y de resistencia estructural (Evans, 1983; Rawson & Tupper, 2001).

La embarcación didáctica no solo representa un logro constructivo, sino también una innovación educativa que integra diseño, normatividad y práctica profesional en un entorno real de aprendizaje (UNESCO, 2021). Este modelo demuestra que la infraestructura académica flotante es una estrategia efectiva para mejorar la calidad formativa y puede replicarse en otras instituciones con programas marítimos, contribuyendo al fortalecimiento del sector naval regional y nacional (ANUIES, 2020; Watson, 1998).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México el financiamiento otorgado a través del proyecto “Diseño de un prototipo didáctico de una embarcación de 12 m de eslora”, Clave 20727.24-P, para la realización de este proyecto.

## REFERENCIAS

- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. (2023). *Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2023*. Gobierno de México.
- Evans, J. H. (1983). *Basic design concepts in naval architecture*. Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censos Económicos 2019: Resultados definitivos*. INEGI.
- Secretaría de Marina. (2023). *Programa Sectorial de Marina 2020–2024*. Gobierno de México.
- Watson, D. G. M. (1998). *Practical ship design*. Elsevier.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2020). *La educación superior en México: retos y perspectivas*. ANUIES.

- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. (2023). *Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2023*. CONAPESCA.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censos Económicos 2019: Resultados definitivos*. INEGI.
- Instituto Tecnológico de Boca del Río. (2023). *Programa educativo de Ingeniería Naval*. <https://www.itboca.edu.mx>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: un nuevo contrato social para la educación*. UNESCO.
- Secretaría de Economía. (2021). *Programa sectorial de economía 2020–2024*. Gobierno de México.
- Secretaría de Marina. (2022). *Programa Sectorial de Marina 2020–2024*. Gobierno de México.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2022). *Normatividad en materia de seguridad y salud en el trabajo*. Gobierno de México.
- Universidad Veracruzana. (2023). *Licenciatura en Ingeniería Naval – Información del programa*. <https://www.uv.mx>
- Metodología.
- Bentley Systems. (2022). *Maxsurf stability user manual*. Bentley Systems Incorporated.
- Evans, J. H. (1983). *Basic design concepts in naval architecture*. Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME).
- Eyres, D. J., & Bruce, G. J. (2012). *Ship construction* (7th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Organización Marítima Internacional. (1969). *International Convention on Tonnage Measurement of Ships*. OMI.
- Rawson, K. J., & Tupper, E. C. (2001). *Basic ship theory* (Vol. 1). Butterworth-Heinemann.
- Secretaría de Marina. (2022). *Normativa aplicable a embarcaciones menores de 24 metros de eslora*. Gobierno de México.
- Watson, D. G. M. (1998). *Practical ship design*. Elsevier.
- American Bureau of Shipping. (2018). *Rules for building and classing steel vessels under 90 meters (295 feet) in length*. ABS.

- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2020). *La educación superior en México: retos y perspectivas*. ANUIES.
- Evans, J. H. (1983). *Basic design concepts in naval architecture*. Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME).
- Rawson, K. J., & Tupper, E. C. (2001). *Basic ship theory* (Vol. 1). Butterworth-Heinemann.
- Secretaría de Marina. (2022). *Normativa aplicable a embarcaciones menores de 24 metros de eslora*. Gobierno de México.
- UNESCO. (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: un nuevo contrato social para la educación*. UNESCO Publishing.
- Watson, D. G. M. (1998). *Practical ship design*. Elsevier.
- American Bureau of Shipping. (2018). *Rules for building and classing steel vessels under 90 meters (295 feet) in length*. ABS.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2020). *La educación superior en México: retos y perspectivas*. ANUIES.
- Evans, J. H. (1983). *Basic design concepts in naval architecture*. Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME).
- Rawson, K. J., & Tupper, E. C. (2001). *Basic ship theory* (Vol. 1). Butterworth-Heinemann.
- Secretaría de Marina. (2022). *Normativa aplicable a embarcaciones menores de 24 metros de eslora*. Gobierno de México.
- UNESCO. (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: un nuevo contrato social para la educación*. UNESCO Publishing.